

➤ IMP 7 – Interferência com os mamíferos marinhos em função de vazamentos

2. Descrição do aspecto ambiental gerador do impacto

Durante a atividade de perfuração de poços na Bacia da Foz do Amazonas poderão ocorrer incidentes de diferentes proporções que acarretem vazamento de óleo para o mar. Por outro lado, acidentes com embarcação durante o transporte de resíduos podem acarretar no despejo dos mais variados tipos de resíduos (perigosos e não perigosos) para o mar, incluindo nestes casos, os fluidos de perfuração e demais componentes presentes nas suas formulações. Em casos de vazamentos para o mar, oriundos da unidade de perfuração, o Plano de Emergência Individual (PEI) será acionado, para a contenção do vazamento e recolhimento do produto vazado.

Em relação ao vazamento de óleo, seja decorrente de *blowout* ou de vazamento de diesel a partir do afundamento da embarcação de apoio, cabe destacar que, de acordo com as simulações probabilísticas de vazamento, em nenhum dos cenários acidentais houve probabilidade de o óleo atingir a costa do Brasil.

5. Descrição do impacto ambiental

O derramamento de óleo ou de resíduos para o mar (perigosos ou não) pode levar a uma contaminação das águas marinhas atingidas podendo afetar os mamíferos marinhos ocorrentes na região. Os impactos nos mamíferos marinhos podem ocorrer se houver inalação, ingestão, ou contato com o óleo, ou outros poluentes.

Em função dos resultados da modelagem, apenas espécies de hábitos oceânicos e espécies costeiras com ampla distribuição, as quais podem ocorrer em águas próximas à quebra da plataforma, são encontradas na região que poderá ser afetada em caso de acidentes com derramamento de óleo a partir da operação da sonda. Na área de estudo há ocorrência confirmada de 17 espécies de cetáceos, com outras 4 apresentando ocorrência provável. Vale ressaltar a necessidade de estudos sobre cetáceos na região norte, uma vez que a maior parte dos dados é pontual, não havendo um monitoramento constante para a maior parte da costa. Dentre os cetáceos considerados ameaçados de extinção segundo o MMA (2014), presentes na área passível de ser atingida por um vazamento do poço, estão a o cachalote e a Baleia-fin.

Acidentes com embarcação, no transporte de resíduos da unidade de perfuração para a costa também podem levar a consequências sérias sobre a qualidade das águas e, conseqüentemente, sobre a biota marinha. Neste caso, os mamíferos marinhos costeiros também poderiam ser afetados por ingestão direta ou indireta destes elementos, ou de óleo diesel, vazado para o mar em caso de acidente com as embarcações de apoio. Neste sentido deve-se considerar espécies como o boto-cinza, tucuxi, boto-vermelho, peixe-boi-marinho, peixe-boi-amazônico, além da lontra e da ariranha (espécies de água doce), considerando a presença das embarcações de apoio em áreas costeiras. No caso dessas últimas, os impactos poderiam ocorrer na área das baías de Marajó e Guajará, sendo, contudo, muito pouco prováveis, visto que estas baías não constituem áreas de concentração dessas espécies, e que as mesmas possuem hábitos bastante costeiros. Vale mencionar que no que diz respeito à vazamento de óleo diesel, a modelagem realizada na rota das embarcações não

indicou toque de óleo na costa, ficando a cerca de 25 km da mesma, na altura do município de Soure/PA, no cenário de verão, e a 11,5 km, na altura do município de Calçoene/AP, no cenário de inverno.

Em caso de vazamento de óleo, os mamíferos marinhos possuem uma ampla gama de sensibilidade ao óleo, demonstrada pela sua diversidade na morfologia, comportamento e ecologia.

O óleo presente no ambiente pode afetar os mamíferos marinhos de diferentes formas, em função das características comportamentais e morfológicas das espécies que compõem o grupo. Dentre as diversas formas de impactos do óleo sobre os mamíferos marinhos, pode-se destacar o contato direto com a pele e pelos, ingestão, contato com olhos e inalação, conforme mencionado anteriormente.

Todos os mamíferos necessitam vir a superfície para respirar e neste momento, entram em contato com o óleo acumulado na superfície. PETERSON et al., (2003) ao estudar os efeitos de longo prazo em relação ao vazamento do Exxon Valdez, citam que a mortalidade de mamíferos marinhos de pelo curto ou com ausência desses, provavelmente vieram a óbito em função da inalação do óleo presente na superfície, levando a danos no sistema nervoso, estresse e desorientação (LOUGHLIN, 1994).

ACKLEH et al. (2012) verificaram mudanças no padrão de deslocamento de cachalotes (*Physeter macrichepalus*) em relação ao local do vazamento de óleo no Golfo do México, em abril de 2010. Comparando dados acústicos de julho de 2007 e setembro de 2010, foi verificada uma diminuição de atividade e densidade nos locais mais próximos ao acidente e seu aumento em locais mais distantes. Segundo estes autores, tais mudanças de deslocamento poderiam estar relacionadas à escassez de alimento devido à poluição por óleo e ao aumento do tráfego local devido às ações de resposta. Os mesmos não descartam, contudo, a possibilidade de uma variação sazonal, devido à diferença no período de coleta dos dados de um ano e de outro.

SMITH et al. (1983) em seu estudo, levantaram a possibilidade dos cetáceos terem a capacidade de detectar o óleo na superfície da água, e com isso evitá-lo. Experimentos realizados pelos autores com golfinhos nariz-de-garrafa (*Tursiops truncatus*) em cativeiro, mostraram que esses animais conseguem detectar, visualmente, uma lâmina de óleo cru de 1 mm de espessura na superfície da água do mar, evitando ir à superfície em locais onde a água do mar contém uma camada de 1 cm de óleo mineral. No entanto é importante ressaltar que as condições encontradas durante os experimentos em cativeiro são bem distintas daquelas encontradas em uma situação real de vazamento, não sendo possível garantir, portanto, que o mesmo comportamento de evitação ocorrerá no oceano.

Assim, os comportamentos citados acima contrastam com observações feitas em campo por outros autores, em que esses e outros cetáceos, aparentemente, nadaram e se comportaram normalmente no meio de manchas de óleo (WURSIG & SMULTEA, 1991; HARVEY & DAHLHEIM, 1994; MATKIN et al., 2008; NOAA, 2010). Durante o vazamento Mega Borg, no Novo México em 1990, por exemplo, foi reportado que indivíduos de um grupo de *Tursiops* sp. não evitaram o contato com a mancha, nadando através das áreas com óleo (WURSIG & SMULTEA, 1991). Em outro caso similar, MATKIN et al. (2008) observaram que orcas não tentaram evitar as áreas contaminadas por óleo após o vazamento Exxon Valdez no Alaska.

Também foi observada a presença de baleias-cinzentas, toninha-comum e golfinhos de Dall na mancha de óleo que se estendeu por longas distâncias meses após o acidente do Exxon Valdez (HARVEY &

DAHLHEIM, 1994). Os resultados observados no mesmo estudo identificaram uma mortalidade diretamente relacionada ao evento do vazamento, visto que ao longo dos 21 anos de monitoramento das populações de orcas transeuntes e residentes não foi observada uma taxa de mortalidade como observado durante os seis meses após o acidente. Deve-se salientar ainda que indivíduos imaturos (filhotes e juvenis) permanecem por mais tempo na superfície, sendo mais susceptíveis aos efeitos do óleo do que os animais adultos (MARCHIORO & NUNES, 2003).

Para o vazamento de óleo ocorrido no Golfo do México, os impactos sobre os mamíferos marinhos incluem 140 animais mortos e uma grande quantidade de golfinhos encalhados num período de dois anos após o acidente (BARRON et al., 2012). Entretanto, o número de animais mortos em um vazamento de óleo é, muitas vezes, subestimado devido ao baixo número de carcaças encontradas. De acordo com WILLIAMS et al. (2011), o número de animais mortos pode ser 50 vezes maior que o número de carcaças encontradas. No entanto, é preciso levar em consideração a natureza tendenciosa desses dados, apontada pelos próprios autores.

Ainda em relação ao Golfo do México, foi constatado em fevereiro de 2010, um aumento no número de encalhes de cetáceos nessa região (LITZ et al., 2014). Este tipo de evento, conhecido como UME (evento não usual de mortalidade) ocorreu nesta região 11 vezes num período de 10 anos (1990-2009). O atual UME, que possui duração de 48 meses e, à época da publicação do estudo, permanecia em curso (LITZ et al., 2014), possui um total de 1000 carcaças registradas, número muito elevado em comparação com UMEs anteriores. Devido a proximidade temporal do início deste evento e o vazamento de óleo que ocorreu, em abril de 2010, é possível que o aumento do número de mortes esteja relacionado à contaminação por óleo, juntamente com outros fatores como condições ambientais adversas (LITZ et al., 2014).

Resultados semelhantes foram encontrados por Griffiths et al. (1987) onde foram descritas as mortes de sete indivíduos em função do estresse causado pela inalação de óleo após um acidente.

O efeito do óleo nesses organismos é muito variável em função da inalação, ingestão, ou contato com o óleo, sendo que as diversas espécies podem apresentar respostas fisiológicas distintas. Fatores como o grau de exposição e o estado de saúde prévio do animal podem ser determinantes no desenvolvimento de patologias associadas ao contato com o óleo.

Todos os mamíferos marinhos apresentam irritação e processos inflamatórios nos olhos e mucosas imediatamente após o contato com o óleo. Porém, os efeitos a longo prazo que a exposição a hidrocarbonetos pode causar nos cetáceos não é conhecido (MARCHIORO & NUNES, 2003).

Os danos causados à pele dos cetáceos parecem ser transitórios, entretanto a região dos olhos pode ser bastante afetada em exposições prolongadas (ENGELHARDT, 1983; AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2010). Além disso, eles também podem inalar óleo ou vapores tóxicos ao subirem para respirar, se alimentar de presas contaminadas ou mesmo ficar cansados devido à ausência de alimentos ou a incapacidade de encontrar comida.

A inalação de porções de óleo, vapores e fumaça é bem provável se os cetáceos subirem à superfície oleada para respirar, principalmente em se tratando de indivíduos jovens (RAAYMAKERS, 1994). Exposições ao óleo desta maneira podem danificar as membranas mucosas, as vias aéreas, congestionar os pulmões, causar

enfisema intersticial e até a morte (NOAA, 2010a; AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2010). Orcas, por exemplo, são capazes de permanecer submersas por 3 a 10 minutos contínuos, e quando vão à superfície para respirar podem ter nadado por centenas de metros (MATKIN *et al.*, 2008).

Outros efeitos causados pelo contato com o óleo foram verificados nos golfinhos-nariz-de-garrafa na Baía Baratária, no Golfo do México após um vazamento de óleo (SCHWACKE *et al.*, 2013; VENN-WATSON *et al.*, 2015). Alguns espécimes apresentaram doenças nos pulmões e anormalidades bioquímicas, como a diminuição de hormônios adrenais (cortisol e aldosterona) (SCHWACKE *et al.*, 2013; VENN-WATSON *et al.*, 2015)

Impactos sobre a reprodução dos indivíduos dessa mesma região foram estudados, verificando-se que após um ano e 11 meses de monitoramento, uma diminuição significativa no sucesso reprodutivo e alta mortalidade de indivíduos. Os autores concluíram que a reprodução e a sobrevivência dos espécimes estão sendo impactadas por doenças crônicas, indicando que os efeitos do vazamento de óleo têm sido de longa duração. Contudo, os autores ressaltam a necessidade de estudos contínuos sobre essas populações (LANE *et al.*, 2015)

Os cetáceos podem, ainda, em pânico, ingerir quantidade suficiente de óleo para lhes causar danos severos. Um golfinho estressado, por exemplo, pode se mover mais rapidamente e com isso subir mais frequentemente para respirar, aumentando assim sua exposição ao óleo (AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2010). A intoxicação aguda por petróleo ainda não está bem estabelecida em cetáceos e não existem estudos de laboratório que tenham estabelecido a mínima quantidade necessária para causar toxicidade (St AUBIN, 1992).

Ainda considerando os cetáceos, o contato direto com o óleo parece não afetar sua capacidade de termorregulação. No entanto, espécies que possuem pelagem como o lobo marinho, lontras e urso polar, o óleo tende a incrustar-se. De forma oposta, o óleo não apresenta esse efeitos nas espécies de baleias e golfinhos.

As lontras e ursos polares possuem comportamento de lamber o pelo para manter as propriedades de isolamento térmico e com isso acabam por ingerir o óleo acumulado. No entanto, não são esperados vazamentos de grande proporções na região interna da Baía de Guajará, onde estão localizadas lontras. Este grupo poderia ser impactado por vazamentos provenientes das embarcações de apoio.

O óleo ingerido poderia causar efeitos tóxicos e disfunção secundária dos órgãos, além de úlcera gastrointestinal e hemorragia (NOAA, 2010a; AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2010). Entretanto, um levantamento realizado com animais encalhados mostrou baixos níveis de hidrocarbonetos em vários tecidos, mostrando que a eliminação do óleo acumulado parece ser rápida. Os cetáceos têm o potencial para metabolizar óleo devido à presença do Citocromo P-450 no fígado, esse sistema enzimático está envolvido na quebra de compostos de hidrocarbonetos e foi identificado em varias espécies (ENGELHARDT, 1983).

Além da ingestão direta, existe, ainda, a possibilidade de as espécies ingerirem óleo através das suas presas. Entretanto dados publicados sugerem que uma pequena quantidade de óleo que poderia ser ingerida durante a alimentação não é suficiente para causar danos. Adicionalmente, a maior parte das presas dos cetáceos possui os sistemas enzimáticos necessários para metabolizar hidrocarbonetos de petróleo e não iriam

acumular tais frações em seus tecidos, evitando assim a transferência dos componentes tóxicos através da cadeia alimentar (St AUBIN, 1992).

Contudo, a ingestão de óleo representa um diferente tipo de ameaça aos mysticetos, que se alimentam utilizando suas cerdas orais. Durante o seu comportamento de alimentação as baleias imergem, pegam grandes quantidades de água e então as expõem, capturando o plâncton e o krill em suas cerdas (AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2010). Estudos de laboratório têm mostrado que o óleo incrustado entre os fios dessas cerdas restringem a passagem de água, entretanto o fluxo constante com água limpa removeu a maior parte do óleo em menos de 24h e após esse tempo não foram notados efeitos residuais. Dependendo da magnitude do vazamento, a alimentação pode ser interrompida por muitos dias causando diminuição da massa corpórea e trazendo consequências para o desenvolvimento do animal, principalmente para migração e reprodução (St AUBIN, 1992). A maioria dos mysticetos presentes na área passível de presença de óleo são espécies migratórias, como a baleia-jubarte, baleia-minke e baleia-sei, e podem ficar sem se alimentar na regiões de reprodução, como no Brasil. No entanto, existem registros de baleias-jubarte em comportamentos de alimentação oportunístico na região do banco dos abrolhos (DANILEWICZ *et al.* 2009, ALV E S *et al.* 2009). Cabe destacar que a baleia-de-bryde não realiza migrações reprodutivas e se alimenta de pequenos peixes na área.

O grupo dos peixe-bois também poderia ingerir o óleo proveniente de vazamentos, visto que não apresenta seletividade em relação a sua alimentação, e com isso, poderiam ingerir os compostos presentes juntos a vegetação (GERACI E St AUBIN, 1980). No entanto, este grupo não pode ser encontrado na área passível de ser atingida por um vazamento de grandes proporções quando considerada a modelagem realizada para a presente atividade. Estes organismos apenas poderiam ser afetados em caso de um acidente com embarcações de apoio quando próximas a costa.

Além dos efeitos apresentados acima, pode-se citar também a possibilidade de infecções secundárias por fungos e bactérias devido a deficiências causadas pelos componentes tóxicos do óleo no sistema imune dos animais (AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2010).

Apesar dos estudos não mostrarem efeitos tóxicos de longo prazo em maíferos marinhos a níveis individuais, um vazamento de grandes proporções podem levar a impactos significativos em determinadas populações, visto que podem gerar mortalidades de fêmeas reprodutivas e juvenis, conforme observado no vazamento do Exxon Valdez, onde a recuperação da população de orcas se manteve extremamente lenta ao longo dos anos subsequentes ao acidente (MATKIN *et al.* 2008).

Concluindo, para se estabelecer apropriadamente aos efeitos do petróleo em dada espécie são necessários mais conhecimento sobre a sua história natural e fisiologia, além de mais estudos sobre as características toxicológicas do óleo nesses animais.

No que se refere à recuperação da comunidade após um vazamento de óleo, é importante primeiramente entender se os cetáceos são ou não afetados em um vazamento de óleo. Os estudos ainda são incipientes e contraditórios, sendo as informações mais confiáveis àquelas provenientes de situações reais de acidentes.

Quanto aos sirênios, no caso de um vazamento de óleo, estes podem ser afetados de diversas maneiras. Para a presente atividade, contudo, de acordo com os resultados da modelagem, esses organismos não seriam

atingidos, visto que não há probabilidades do óleo atingir a costa e as áreas de manguezais e baías consideradas prioritárias para a conservação do peixe-boi. Em casos em que o óleo atinge a costa, os sirênios podem ser afetados pela destruição de seu habitat (EPA, 1999).

Por apresentar alimentação herbívora, esses organismos são considerados extremamente vulneráveis a perda de habitat, podendo apresentar significativa flutuação nas populações, quando há uma diminuição da área de alimentação (TED, 2008). Alguns animais podem se deslocar para áreas alternativas de alimentação, porém uma migração por águas contaminadas por óleo pode resultar em efeitos crônicos a longo-prazo, visto que a presença do óleo na água não impede o movimento dos peixes-boi, porém pode afetar diretamente a saúde dos animais (EPA, 1999). Por concentrarem suas atividades em águas relativamente rasas, e emergirem para respirar, os sirênios podem entrar em contato direto com o óleo, inalando hidrocarbonetos voláteis. A exposição ao óleo pode irritar os olhos, membranas mucosas sensíveis, além dos pulmões, o que pode ser altamente prejudicial aos animais. Além disso, animais adultos podem ingerir alimentos contaminados com óleo, uma vez que este pode ficar aderido às plantas (EPA, 1999; St AUBIN & LOUSBURY, 1988). Vale ressaltar que o efeito negativo deste contato será insignificante na preservação da temperatura corporal de um indivíduo adulto, devido à camada de gordura que possuem para isolamento térmico (EPA, 1999). Assim como a maioria dos organismos, os sirênios mais jovens são os mais prejudicados. Filhotes podem ingerir óleo no momento da amamentação, uma vez que a mama pode estar contaminada. Os efeitos da ingestão de óleo podem afetar o sistema digestivo, interferindo no funcionamento da glândula gástrica ou causando danos a flora intestinal, a qual é vital para a digestão. O longo tempo de retenção do alimento ingerido no intestino pode aumentar o volume de hidrocarboneto absorvido (St AUBIN & LOUSBURY, 1988).

No entanto, conforme apresentado anteriormente, os possíveis vazamentos de óleo a partir da unidade de perfuração não tem probabilidade alguma de afetar estes organismos. Já no que se refere a vazamentos de óleo diesel a partir das embarcações de apoio, em sua rota de navegação, os resultados das modelagens indicam que o óleo pode se aproximar da costa (cerca de **11,5 km**), podendo atingir esses organismos.

Quanto aos mustelídeos, ocorrentes nas baías de Marajó e Guajará, esses só poderiam ser afetados caso houvesse toque de óleo na costa, e mesmo assim o impacto significativo seria improvável, visto que essas baías não constroem áreas de concentração desses organismos.

Como mencionado anteriormente, um outro fator causador de impactos sobre mamíferos marinhos, pode ser as ações de emergência em caso de vazamentos, para contenção e recolhimento do produto vazado. A maior circulação de embarcações implicará em aumento do nível de ruídos e do risco de abalroamento de organismos com embarcações. Mamíferos marinhos são suscetíveis a colisões com embarcações e, apesar de possuírem alta capacidade de recuperação de ferimentos (ZASLOFF, 2011), as injúrias muitas vezes resultam na morte do animal (DWYER *et al.*, 2014).

Os equipamentos de contenção e recolhimento também poderão constituir obstáculos à livre circulação dos organismos. Porém, não é possível afirmar qual é o efeito das barreiras de contenção em mamíferos marinhos. Exemplos de *Tursiops truncatus*, por exemplo, não evitaram barreiras de contenção em estudos experimentais (SMITH *et al.*, 1983), mas durante as ações de resposta do vazamento de Deepwater Horizon, foi registrado um golfinho entre duas barreiras de contenção que não deixava o local, sendo necessária a abertura da barreira para a saída do animal (WILKIN *et al.*, 2017).

Outro potencial impacto está na utilização de dispersantes, que ao possuir componentes surfactantes, são capazes de remover os óleos naturais do pelo de mamíferos marinhos, retirando, assim, sua impermeabilização e diminuindo sua capacidade de termorregulação (GERACI & SAINT-AUBIN, 1988; WILLIAMS *et al.*, 1988). Dentre outros efeitos, podemos citar o efeito genotóxico observado em células de baleias (WISE *et al.*, 2014) e interferência na cadeia trófica (WOLFE *et al.*, 1999).

Adicionalmente, existe a possibilidade de escassez de alimento em caso de acidentes com vazamentos de óleo, não só em função da presença de óleo propriamente dita quanto das ações de resposta. Conforme relatado por ACKLEH *et al.* (2012) *op cit.*, sobre os impactos em cetáceos decorrentes do vazamento de Macondo, a diminuição de atividade e abundância no ponto mais próximo ao acidente e o aumento no ponto mais distante, podem estar relacionadas à escassez de alimento devido à poluição por óleo e ao aumento do tráfego local devido às ações de resposta.

É importante mencionar a presença na área de estudo das seguintes Zonas Marinhas tida como “Áreas prioritárias para Conservação, Uso Sustentável e Repartição dos Benefícios da Biodiversidade Brasileira”, com relação a mamíferos marinhos (MMA, 2007):

| Nome | Importância/Prioridade | Característica relativas a mamíferos marinhos |
|---|-------------------------------|--|
| Zm037 (Plataforma do Amapá + Golfão Marajoara (novo polígono)) | Extremamente Alta/ Muito Alta | Presença de mamíferos marinhos (<i>Sotalia fluviatilis</i>). |
| Zm090 (Bancos de Areia Fluvial (nome anetirio do polígono: Golfão Marajoara | Muito Alta/ Muito Alta | Rota de cetáceos. |

Em função do exposto anteriormente, o impacto foi classificado como potencial, negativo, direto, de incidência imediata, posterior (em virtude dos efeitos crônicos relacionados ao impacto e potencial bioacumulador do grupo envolvido), suprarregional (visto que os efeitos ultrapassam um raio de 5 km, adicionado à presença de espécies ameaçadas de extinção e de relevância nacional e ao possível caráter transfronteiriço com consequências diplomáticas, em caso de grandes vazamentos de óleo), de curta duração (visto que estimou-se, de forma conservadora, que os efeitos sobre o fator ambiental, considerando-se os cenários de pior caso, poderão ter duração de até cerca 10 anos), reversível, sinérgico (pois o impacto é potencializado pela interferência na cadeia alimentar dos animais), e induzido, por ser induzido por variações na qualidade das águas e através da ingestão de alimento contaminado.

A magnitude dos impactos ambientais decorrentes de acidentes nos mamíferos marinhos vai variar de acordo com o tipo de acidente, e no caso de derrame de óleo, com o tipo e a intensidade do vazamento, no entanto, em função da área passível de ser atingida por óleo no pior caso, a magnitude será considerada conservadoramente como grande.

A sensibilidade do fator ambiental, foi considerada como grande, visto a ocorrência comprovada na região de espécies de cetáceos ameaçadas de extinção.

A importância do impacto também é grande, em função da grande magnitude e sensibilidade. Os atributos dos impactos ambientais resultantes são resumidos no quadro seguinte.

| Ação Geradora | Efeitos | Atributos |
|--|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ ASP 1 - Acidente com derramamento de óleo (cru ou diesel). ▪ ASP 2 - Acidente com embarcação durante transporte de resíduos para a costa → resíduos industriais, domésticos, ambulatoriais, químicos etc. ▪ ASP 3 – Vazamentos de fluido de perfuração | <p>→ Alteração na qualidade das águas → IMP 7 - Interferência com mamíferos marinhos em função de vazamentos</p> | <p>Potencial, negativo, direto, incidência imediata e posterior, suprarregional, curta duração, temporário, reversível, sinérgico e indutor– grande magnitude – grande sensibilidade – grande importância.</p> |

Não são esperadas interferências com unidades de conservação.

➤ **IMP 8 – Interferência com quelônios em função de vazamentos**

2. Descrição do aspecto ambiental gerador do impacto

Durante a atividade de perfuração de poços na Bacia da Foz do Amazonas poderão ocorrer incidentes de diferentes proporções que acarretem vazamento de óleo para o mar. Por outro lado, acidentes com embarcação durante o transporte de resíduos podem acarretar no despejo dos mais variados tipos de resíduos (perigosos e não perigosos) para o mar, incluindo nestes casos, os fluidos de perfuração e demais componentes presentes nas suas formulações. Em casos de vazamentos para o mar, oriundo da unidade de perfuração, o Plano de Emergência Individual (PEI) será acionado, para a contenção do vazamento e recolhimento do produto vazado.

Em relação ao vazamento de óleo, seja decorrente de blowout ou de vazamento de diesel a partir do afundamento da embarcação de apoio, cabe destacar que, de acordo com as simulações probabilísticas de vazamento, em nenhum dos cenários acidentais houve probabilidade do óleo atingir a costa do Brasil.

5. Descrição do impacto ambiental

As áreas com probabilidades de presença de óleo em períodos de inverno e verão, para o cenário de pior caso, estão contidas em uma área de ocorrência de tartarugas marinhas sobre a qual se tem pouco conhecimento. Ressalta-se, ainda, que os poucos registros que se tem conhecimento, na área de estudo, referem-se à captura acidental relacionada às artes de pesca, os quais dão conta de ocorrências pontuais de todas as cinco espécies encontradas no Brasil.

Todas as espécies presentes na área de estudo são consideradas ameaçadas de extinção mundialmente pela União Internacional para a Conservação da Natureza - IUCN (IUCN, 2013), bem como nacionalmente pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2008).

As tartarugas marinhas são particularmente sensíveis à contaminação por óleo, uma vez que não possuem o comportamento de evitar águas oleosas, apresentam alimentação indiscriminada e realizam grandes inalações pré-mergulho (SHIGENAKA, 2003, NOAA, 2010a). Entretanto, alguns aspectos de sua morfologia podem

diminuir sua chance de mortalidade, por exemplo, a incapacidade de limpar oralmente seu corpo devido a limitações da sua carapaça e a pouca flexibilidade.

Por serem altamente migratórias, as tartarugas marinhas também são vulneráveis em todos os seus estágios de vida (ovos, recém-nascidos, juvenis e adultos) (SHIGENAKA, 2003; PUTMAN et al., 2015). A severidade, a taxa e os efeitos da exposição irão variar dependendo do estágio de maturidade, sendo que os indivíduos jovens possuem um risco maior que os adultos. As razões para isso são muitas, por exemplo, o mecanismo metabólico que um animal usa para desintoxicar seu organismo pode ainda não estar desenvolvido em um animal juvenil e os estágios iniciais podem conter mais lipídios em seu corpo, no qual muitos contaminantes como hidrocarbonetos de petróleo se ligam (SHINEGAKA, 2003).

Desta forma, torna-se importante que os impactos em relação às tartarugas marinhas sejam apresentados considerando o estágio de vida das mesmas.

Além disso, o estudo de LUTCAVAGE *et al.* (1995), através de experimentos em laboratório sobre os efeitos fisiológicos e clinicopatológicos do óleo sobre tartarugas marinhas cabeçadas, mostrou que o sistema fisiológico das tartarugas são prejudicados seja pela exposição crônica ou aguda. Sendo assim, além das diferentes fases de vida das tartarugas marinhas, devem ser considerados os efeitos agudos e crônicos sobre este grupo.

Os filhotes e ovos de tartarugas tendem a ser mais vulneráveis ao óleo, conforme mencionado anteriormente, no entanto, poucos estudos tem sido realizados para avaliar os efeitos do óleo nessas fases de vida das tartarugas.

FRITTS & McGEHEE (1981) realizaram experimentos em laboratório e coleta de dados de campo durante o evento de vazamento de óleo na Baía do Campeche no México, no intuito de avaliar a contaminação de ovos de tartarugas marinhas provenientes de uma praia afetada. Os autores constataram uma diminuição significativa na sobrevivência e eclosão de ovos durante a última metade para o último trimestre do período de incubação quando em contato com o óleo fresco. Apesar de sobreviverem, também foram observadas anomalias nos filhotes que tiveram seus ovos oleados no início da encubação. No entanto, quando o óleo aplicado esteve exposto as condições do tempo, ou então quando os ovos foram colocados em contato com a areia contaminada, não foram observados efeitos nos filhotes eclodidos. Estes dados mostram que apenas o óleo fresco em quantidades consideráveis poderiam afetar os ovos.

CAILLOUET et al. (2016) e CAILLOUER et al. (2011) também estudaram os efeitos do óleo na reprodução de tartarugas marinhas e verificaram que as desovas anuais de tartarugas-de-kemp do Golfo do México caíram 35,4% no ano de 2010, após o vazamento de óleo, e permaneceram abaixo dos níveis esperados até 2014. Além disso, o recrutamento de filhotes também foi menor de 2010 a 2014 quando comparado ao ano de 2009 (CAILLOUET et al., 2016). Contudo, os autores afirmam que a relação entre os resultados encontrados e o vazamento de óleo permanecem indeterminadas, podendo outros fatores serem responsáveis por essa redução, tais como: capturas acidentais em redes de arrasto de camarão, condições ambientais adversas, e outros (CAILLOUET et al., 2016).

LEUNG et al. (2012) também detectaram um declínio mais acelerado das populações de *C. caretta* através de simulações de 20 anos de monitoramento após o vazamento de óleo no Golfo do México. No entanto, os

resultados sugerem que o declínio da população não é acelerado por um único evento de derramamento de óleo e sim por eventos cumulativos (LEUNG et al., 2012).

Em função dos resultados da modelagem realizada para a presente atividade, não é esperada a presença de óleo em áreas costeiras e com isso contato com áreas de nidificação. Sendo assim, apenas vazamentos provenientes de barcos de apoio próximos a costa poderiam afetar esta fase de vida das tartarugas, no entanto, em quantidades extremamente inferiores.

As tartarugas marinhas podem ser expostas aos agentes químicos do óleo de duas maneiras: internamente (comendo ou engolindo óleo, consumindo presas contaminadas ou inalando) ou externamente (nadando no óleo) (SHINEGAKA, 2003).

LUTCAVAGE *et al.* (1995), através da análise de estudos realizados em laboratório, sugerem que todas as fases da vida pós-eclosão são vulneráveis aos efeitos do petróleo e ingestão de óleo, visto que as tartarugas marinhas não mostram um comportamento de evitação quando se deparam com uma mancha de óleo (GRAMMETZ, 1988). Além disso, as tartarugas também comem indiscriminadamente qualquer coisa que registra como sendo um tamanho adequado para alimentos, incluindo *tarballs*. Pode-se citar como exemplo o caso de uma tartaruga-cabeçuda enalhada na ilha Grand Canária, na Espanha, com a presença de plástico, linhas de pesca e bolas de óleo no seu esôfago (MILTON *et al.* 2003).

ZANDEN et al. (2016) demonstraram que espécimes de tartaruga-cabeçuda (*C. caretta*) que se alimentam na região do Golfo do México, possuem alta fidelidade aos locais de alimentação, mesmo em áreas oleada após o vazamento de óleo, não apresentando o comportamento de evitar esses locais, aumentando, assim, os riscos de uma exposição crônica ao óleo. Além disso, os resultados mostraram, ainda, que os padrões alimentares permaneceram iguais, indicando que as tartarugas-cabeçudas não alteraram a sua dieta alimentar, mesmo após o vazamento (ZANDEN et al., 2016).

Não existem muitas informações a respeito da toxicidade do óleo em tartarugas marinhas. Uma vez que todas as espécies se encontram ameaçadas de extinção, os estudos em laboratório se concentram em efeitos subletais que são facilmente revertidos quando tratados, evitando a morte do animal (SHINEGAKA, 2003).

O indivíduo observado no trabalho de MILTON *et al.* (2003) apresentava inchaço do esôfago e do fígado e intestinos deslocados, causando um grave inchaço no tecido próximo ao estômago. Desta forma, a tartaruga estava em vias de falecer, além de apresentar problemas de flutuação e uma infecção bacteriana (provavelmente secundária considerando sua condição física).

Além disso, MILTON *et al.* (2003) indicam que o comportamento de mergulho das tartarugas marinhas também coloca o grupo em risco, visto que podem inalar um grande volume de ar antes de mergulhar e continuamente ressurgir ao longo do tempo. Desta forma, além da exposição física, as tartarugas marinhas estão vulneráveis a exposição a vapores tóxicos durante a fase mais aguda de um derrame (MILTON *et al.*, 2003; GRAMMETZ, 1988). A inalação de orgânicos voláteis do óleo pode causar irritação respiratória, dano ao tecido e pneumonia. A ingestão de óleo pode resultar em inflamação gastrointestinal, úlceras, sangramento, diarreia e má digestão. A absorção pela inalação ou ingestão de químicos pode danificar órgãos como o fígado e o rim, resultando em anemia e imunossupressão, ou levar a uma falha reprodutiva e até a

morte (SHINEGAKA, 2003). Este efeito se mostra ainda mais prejudicial nos filhotes quando comparados a juvenis e adultos, visto que nesta fase as tartarugas tendem a subir mais frequentemente a superfície.

O óleo ingerido por uma tartaruga demora a atravessar seu aparelho digestivo, podendo ser retido por vários dias e com isso aumentar o contacto interno e a probabilidade de absorção dos compostos tóxicos. Desta forma, o risco de impacto no intestino aumenta.

WITHAM (1978) possui relatos de tartarugas verdes mortas ou debilitadas encontrados com tarballs em sua bocas. O trabalho de HALL *et al.* (1983) apresentou a ocorrência de três tartarugas encontradas mortas com evidência de óleo na área externa da boca, esôfago e intestino, embora não houvesse evidência de lesões no trato gastrointestinal, traqueia ou pulmão.

No entanto, a análise química do tecido destes indivíduos revelou uma exposição crônica e a acumulação selectiva de hidrocarbonetos. Algumas concentrações foram de até 15 vezes maiores do que os níveis de referência, o que levou os pesquisadores a concluir que a exposição prolongada ao óleo pode ter gerado impacto na condição corporal dos animais e por conseguinte, afetar a alimentação destes.

A exposição crônica pode não ser letal por si só, mas pode prejudicar a saúde da tartaruga, tornando-a mais vulnerável a outros estresses (SHINEGAKA, 2003).

O estudo de LUTCAVAGE *et al.* (1995) indicou uma proliferação de células inflamadas, anormais e mortas nas tartarugas analisadas e uma recuperação de até 21 dias em condições ideais em laboratório. Também foi observada a presença de óleo nas narinas, olhos, e parte superior do esôfago e fezes, no entanto em quantidades inferiores as necessárias para gerar uma hemorragia intestinal e anemia nos animais. Esta ingestão certamente seria maior caso as tartarugas tivessem sido alimentadas durante o experimento.

O mesmo experimento indicou alterações significativas nas respostas imunes quando considerados o sangue dos indivíduos. Estes efeitos se mantiveram por períodos superiores a uma semana.

Apesar de poucas evidências sobre a bioacumulação de óleo nas tartarugas através do experimento de LUTCAVAGE *et al.* (1995), este cita relatório do Greenpeace relativos a guerra do Golfo onde puderam ser encontradas altas concentrações de hidrocarbonetos no fígado e estômago de tartarugas verdes.

As alterações fisiológicas podem afetar as tartarugas marinhas de forma crônica e com isso gerar impactos a longo prazo, os quais podem gerar mortalidades dos organismos em uma situação de estresse.

Além destes, podem ser citados impactos indiretos relacionados a um vazamento de óleo, como redução na disponibilidade de presas e alteração na capacidade olfativa. FRAZIER (1980), sugere que a o olfato nas tartarugas marinhas podem ser de grande importância no senso de orientação e navegação, e com isso os efeitos do óleo poderiam gerar desorientação, o que dificultaria ao organismos encontrar as áreas de desova.

Concluindo, não se conhece muito sobre o impacto do óleo em tartarugas marinhas, mas muitos aspectos da sua biologia fazem com elas estejam expostas ao risco em potencial (ausência do comportamento de evitação, alimentação indiscriminada em áreas de convergência e grandes inalações antes de mergulhar).

A ausência de estudos de efeitos populacionais e de tempo de recuperação de populações em quelônios faz esse item difícil de ser avaliado. Entretanto, ainda que os resultados da modelagem não indiquem probabilidades de toque de óleo cru, ou diesel, diretamente sobre as praias de desova de quelônios, é incontestável a relevância da região, sobretudo para a tartaruga-verde (que a utiliza como rota migratória) e para a tartaruga-de-couro (que apresenta principal sítio de desova mundial na Guiana Francesa e Suriname), tendo como consequência a chegada de inúmeras fêmeas e dispersão offshore de filhotes, principalmente no período reprodutivo de março a agosto (GIRONDOT & FRETEY, 1996). Diante das informações apresentadas, considerou-se, conservadoramente, que o tempo para a população de tartarugas marinhas de essa região obter, novamente, o número de indivíduos anterior ao vazamento é de 20 anos (Vide item II.12 – ARA).

Acidentes com embarcação, no transporte de resíduos da unidade de perfuração para a costa também podem levar a consequências sérias sobre a qualidade das águas e, conseqüentemente, sobre a biota marinha. Neste caso, além do impacto direto do óleo diesel nas tartarugas, em caso de vazamento, esta podem ser afetadas por ingestão direta ou indireta destes elementos.

Conforme já mencionado, um outro fator causador de impactos sobre tartarugas, pode ser as ações de emergência em caso de vazamentos, para contenção e recolhimento do produto vazado. A maior circulação de embarcações implicará em aumento do nível de ruídos e do risco de abalroamento de organismos com embarcações.

Tartarugas juvenis são mais vulneráveis à interação negativa com embarcações, uma vez que passam uma proporção maior de tempo na superfície que os adultos e possuem menor motilidade (SHIGENAKA, 2003). Esta faixa etária está presente em localidades *offshore*, especialmente em zonas de convergência, e foi a maior parcela das tartarugas capturadas oleadas durante as ações de resposta do derramamento do *Deepwater Horizon* (STACY *et al.*, 2017; WALLACE *et al.*, 2017), evidenciando sua vulnerabilidade ao óleo e à colisão com embarcações de respostas.

A colisão com embarcações é uma das causas de morte de tartarugas marinhas (CHALOUPKA *et al.*, 2008; FLINT *et al.*, 2015; BARCO *et al.*, 2016). Este tipo de interação antrópica possui como evidências: fraturas lineares, afundamentos ou ausência de partes da carapaça (WORK *et al.* 2010), e é uma das ameaças com maior probabilidade de resultar em morte para tartarugas-verdes (BOULON, 2000; CHALOUPKA *op. cit.*).

Os vapores voláteis do óleo derramado podem alterar o olfato das tartarugas e, uma vez que este sentido está possivelmente ligado ao senso de navegação das mesmas (GRASSMAN, 1993), pode gerar desorientação e potencializar a probabilidade de colisão. Adicionalmente, conforme informado anteriormente, a Margem Equatorial faz parte da rota migratória da tartaruga-verde e é próxima dos principais locais de desova mundial da tartaruga-de-couro, na Guiana Francesa e Suriname (GIRONDOT & FRETEY, 1996), fato que pode aumentar a densidade de tartarugas nessa região em algumas épocas do ano.

Os equipamentos de contenção e recolhimento poderão constituir obstáculos à livre circulação dos organismos. Golfinhos não evitam as barreiras de contenção em estudos experimentais (SMITH *et al.*, 1983), entretanto não se sabe o efeito das mesmas sobre tartarugas marinhas.

Embora a utilização de dispersantes químicos diminua a probabilidade de contaminação de tartarugas em zonas de convergência e reduza a aderência de gotículas de óleo em superfícies sólidas (SHIGENAKA, 2003), há pouca informação sobre os reais efeitos dos dispersantes em tartarugas marinhas. Os dados disponíveis se restringem aos efeitos do óleo na fauna (SHIGENAKA, *op. cit.*; STACY *et al.*, 2017), mas dentre as possíveis consequências dos dispersantes na fauna é possível citar falhas de função pulmonar e de trato digestório, interferindo na respiração, digestão e excreção (SHIGENAKA, *op. cit.*). Estudos recentes apontaram que uma parcela pequena das tartarugas capturadas durante a resposta ao derramamento do *Deepwater Horizon* apresentou níveis detectáveis de dispersantes (YLITALO *et al.*, 2017). Essa baixa presença de dispersantes em tartarugas pode ser potencializada se, antes de sua aplicação, for realizado o monitoramento da área para verificar a presença de fauna.

De acordo com a literatura, são raros os registros reprodutivos e de ocorrência de quelônios comprovados para a região Norte do país (SANCHES, 1999). É comum esses animais serem avistados bem próximos às áreas costeiras, isso se deve às condições propícias de proteção e alimentação encontradas na região (MMA, 2004). Desta forma, indivíduos presentes nas áreas costeiras próximas à área de aproximação das embarcações de apoio ao Porto de Belém poderiam ser afetadas. No entanto, a área de estudo com possibilidade de ser afetada por um vazamento de grandes proporções, segundo a modelagem, é considerada uma importante rota de migração para a tartaruga verde. Também deve ser considerada a presença das mais importantes áreas de reprodução da tartaruga de couro no Suriname e Guiana Francesa.

Desta forma, o impacto foi classificado como potencial, negativo, direto, de incidência imediata e posterior (em virtude dos efeitos crônicos relacionados ao impacto e potencial bioacumulador do grupo envolvido), suprarregional - em função da presença de espécies ameaçadas de extinção e de relevância nacional, em função do possível caráter transfronteiriço com consequências diplomáticas, em caso de grandes vazamentos de óleo e por abranger áreas superiores a 5 km, de média duração - visto que os efeitos sobre o fator ambiental poderão ter duração de até 20 anos, reversível, sinérgico - pois o impacto é potencializado pela interferência na cadeia alimentar dos animais, induzido - por ser induzido por variações na qualidade das águas e através da ingestão de alimento contaminado, e indutor - por induzir a ocorrência de impactos em outros níveis tróficos da cadeia alimentar, relacionados a predadores, como tubarões e orcas, por exemplo.

A magnitude dos impactos ambientais decorrentes de acidentes nas tartarugas marinhas vai variar de acordo com o tipo de acidente, e no caso de derrame de óleo, com o tipo e a intensidade do vazamento, no entanto, em função da área passível de ser atingida por óleo no pior caso, a magnitude será considerada conservadoramente como grande.

A sensibilidade do fator ambiental, foi considerada como grande, visto a ocorrência comprovada na região de espécies ameaçadas de extinção.

A importância do impacto também é grande, em função da grande magnitude e sensibilidade.

Os atributos dos impactos ambientais resultantes são resumidos no quadro seguinte.

| Ação Geradora | Efeitos | Atributos |
|---------------|---------|-----------|
|---------------|---------|-----------|

| | | |
|---|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ ASP 1 - Acidente com derramamento de óleo (cru ou diesel). ▪ ASP 2 - Acidente com embarcação durante transporte de resíduos para a costa → resíduos industriais, domésticos, ambulatoriais, químicos etc. ▪ ASP 3 – Vazamentos de fluidos de perfuração | <p>→ Alteração na qualidade das águas → IMP 8 - Interferência com quelônios em função de vazamentos</p> | <p>Potencial, negativo, direto, incidência imediata e posterior, suprarregional, média duração, temporário, reversível, sinérgico, indutor e induzido – grande magnitude – grande sensibilidade – grande Importância.</p> |
|---|---|---|

Conforme apresentado anteriormente, não são esperados impactos em unidades de conservação.

➤ IMP 9 – Interferência com a avifauna em função de vazamentos

2. Descrição do aspecto ambiental gerador do impacto

Durante a atividade de perfuração de poços na Bacia da Foz do Amazonas poderão ocorrer incidentes de diferentes proporções que acarretem vazamento de óleo para o mar. Por outro lado, acidentes com embarcação durante o transporte de resíduos podem acarretar no despejo dos mais variados tipos de resíduos (perigosos e não perigosos) para o mar, incluindo nestes casos, os fluidos de perfuração e demais componentes presentes nas suas formulações. Em casos de vazamentos para o mar, oriundos da unidade de perfuração, o Plano de Emergência Individual será acionado, para a contenção do vazamento e recolhimento do produto vazado.

Em relação ao vazamento de óleo, seja decorrente de blowout ou de vazamento de diesel a partir do afundamento da embarcação de apoio, cabe destacar que, de acordo com as simulações probabilísticas de vazamento, em nenhum dos cenários acidentais houve probabilidade do óleo atingir a costa do Brasil.

5. Descrição do impacto ambiental

O diagnóstico ambiental elaborado para o presente estudo identificou 122 espécies de aves com ocorrência factual ou potencial na área de estudo, distribuídas em 13 ordens e 32 famílias. Destas, duas são consideradas vagantes do Norte (VN), 28 migrantes do Hemisfério Norte, cinco migrantes do Hemisfério Sul e 77 residentes, ou seja, aproximadamente 30% são migratórias.

Das espécies presentes na área, dez apresentam algum grau de ameaça nacional (MMA, 2014) e/ou global (IUCN, 2014), sendo que destas, duas apresentam hábitos pelágicos.

As aves marinhas são particularmente sensíveis e têm um alto risco de contato com o óleo vazado devido à quantidade de tempo em que ficam sobre - ou perto - da superfície do mar, ou em áreas costeiras afetadas, além de possuírem baixas taxas reprodutivas (EPA, 1999; AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2010). São também bastante afetadas as populações de aves com um pequeno número de indivíduos, distribuição geográfica restrita ou com espécies ameaçadas (EPA, 1999).

Na maior parte dos acidentes em que há documentação de morte de aves marinhas, o número de aves impactadas tem sido apenas estimado, enquanto que os impactos a nível populacional têm sido dificilmente determinados. Os únicos dados confiáveis são a contagem de carcaças que aparecem no litoral, mas mesmo esse valor é subjetivo e o método possui grandes limitações, uma vez que desconsidera variáveis como intensidade de busca, da acessibilidade da linha de costa e das condições do mar na hora do vazamento (KINGSTON, 2002).

Estudo realizado por BURGER (1993), através de uma revisão de eventos de vazamentos, indica que não existe uma relação direta entre o volume de óleo vazado e o número de aves mortas. A mortalidade de aves em um evento como este depende de fatores como densidade de aves na área afetada, velocidade e direção do vento carreando a mancha, ação de ondas e temperatura (BOURNE & BIBBY, 1975; FORD *et al.*, 1987; PAGE *et al.*, 1990).

De acordo com os dados obtidos por BURGER (1993) derramamentos que ocorrem próximos a costa tendem a gerar maiores mortalidades, quando comparados a vazamentos em áreas oceânicas, onde ocorrerá a atividade alvo deste estudo.

A contaminação da água por óleo atinge as aves marinhas de uma maneira geral, incluindo até exímios voadores como os petréis e atobás (VOOREN & BRUSQUE, 1999). A substância que flutua na superfície do mar suja a plumagem das aves que nadam ou mergulham, além daquelas habitantes de regiões costeiras. Dependendo da quantidade de óleo impregnado em suas penas, as aves morrem em poucos dias ou sofrem efeitos fisiológicos mais demorados pela entrada desta substância no organismo. O óleo que fica em suspensão na coluna d'água entra na cadeia trófica e o alimento, assim contaminado, prejudica o crescimento corporal, a formação das penas e a produção de ovos.

É importante mencionar, também, que vazamentos de óleo podem ser severos em aves marinhas que utilizam o local para alimentação. Aves marinhas que comem peixes e lulas constituem o elo final de uma cadeia trófica. Devido ao hábito geral de periodicamente acumular reservas de gordura, estas aves estão sujeitas à bioacumulação dos poluentes tóxicos que são solúveis em lipídeos. Quando estas aves utilizam suas reservas de lipídeos, as substâncias tóxicas acumuladas entram na corrente sanguínea, podendo causar a morte por intoxicação aguda. As substâncias tóxicas podem ser incorporadas na gema do ovo e afetar o desenvolvimento do embrião e do ninhego (VOOREN & BRUSQUE, 1999).

Da mesma forma, experimentos com dispersantes utilizados durante vazamentos de óleo, como o Corexit 9500 utilizado no vazamento de óleo no Golfo do México, demonstraram os efeitos tóxicos deste dispersante durante a embriogenia de ovos fertilizados de pato-real (*Anas platyrhynchos*) (WOOTEN *et al.*, 2012).

As simulações de dispersão de óleo indicaram que mesmo em um vazamento de pior caso partindo da locação do poço as manchas de óleo não atingem a costa da área de estudo. Desta forma, apenas aves com comportamentos oceânicos e migrantes que possam estar de passagem por áreas afetadas no momento de um vazamento poderiam ser afetadas.

Acidentes com embarcação, no transporte de resíduos da unidade de perfuração para a costa também podem ter efeitos sobre a qualidade das águas e conseqüentemente sobre a biota marinha. Neste caso, as aves marinhas podem ser afetadas por ingestão direta ou indireta dos resíduos transportados. Em análises de

conteúdo estomacal das aves pelágicas é comum a presença de plásticos, dentre eles o polietileno, conhecido como "nibs" na indústria petroquímica (VOOREN & BRUSQUE, 1999).

Os efeitos agudos de um vazamento podem levar a uma alta taxa de mortalidade de aves marinhas em um curto período. Algumas estimativas foram realizadas para o vazamento proveniente do Exxon Valdez, mas a mais aceita foi realizada por PIATT & FORD'S (1996) com 250.000 aves mortas.

A partir dos dados de estimativas de abundância para espécies de aves marinhas e costeiras ou que se alimentavam na linha de costa, foram observadas evidentes declínios na abundância das populações e mudanças na distribuição das espécies (MURPHY *et al.*, 1997; IRONS *et al.*, 2000) ao longo de anos seguintes ao evento. Estes dados comprovam a intensidade dos impactos agudos gerados em um evento de grandes proporções nas populações de aves.

Para o vazamento de óleo que ocorreu no Golfo do México em 2010, HANEY *et al.* (2014a) estimaram 200.000 indivíduos mortos através de um modelo matemático. Nesse mesmo ano, esses autores utilizaram um modelo de amostragem de carcaças e um modelo de probabilidade de exposição estimando 600.000 e 800.000 aves mortas, respectivamente (HANEY *et al.*, 2014b).

A variação natural e a enorme gama de fatores que influenciam as estatísticas populacionais de aves tornam difícil avaliar o impacto e a recuperação a um único evento como um vazamento de óleo. Entretanto, existem poucas evidências concretas de que as aves sofrem efeitos a longo prazo em vazamentos. A literatura científica apresenta alguns estudos sobre recuperação de populações de aves, entretanto a ausência de estudos prévios na região de estudo dificulta qualquer predição sobre o tempo de recuperação das populações de aves na região.

Cruzeiros para estimar a abundância dos grupos de aves que se alimentavam próximos a linha de costa e em regiões offshore apresentaram diferentes respostas populacionais aos impactos do óleo (WIENS *et al.*, 1996). No entanto, a densidade para algumas espécies permaneceu por muitos anos, demonstrando efeitos crônicos neste grupo em função do acidente.

Corroborando este fato, foi observado por SHARP *et al.* (1996) que ostreiros que se alimentavam de ostras contaminadas permaneceram com alterações populacionais, assim como alterações reprodutivas como mal formação de ovos e filhotes por muitos anos após o acidente. Este fato justifica-se pela contaminação crônica presente nas áreas entre-marés e presentes na presa dos mesmos.

Outro efeito da contaminação de aves por óleo é o aumento de hidrocarbonetos aromáticos policíclicos – (PAHs) no sangue de aves examinadas após o vazamento de óleo no Golfo do México (SEEGAR *et al.*, 2015). Para PARUK *et al.* (2014) as aves poderiam ter adquirido PAHs através do consumo de presas contaminadas ou através da limpeza das penas. A maioria de indivíduos subadultos apresentaram uma ou mais anomalias indicativas de problemas de saúde. Os indivíduos adultos, à exceção de um, apresentaram sinais satisfatórios de saúde (PARUK *et al.*, 2014). Alguns autores chegaram a investigar os impactos dessa contaminação em dois hormônios (prolactina e corticosteroide), responsáveis pelo sucesso reprodutivo de aves, porém verificaram que essa exposição não estaria associada a alterações no estado hormonal e na massa corporal em indivíduos em reprodução (FRANCI *et al.*, 2014).

HENKEL et al. (2012) avaliaram os efeitos agudos do óleo sobre as populações de aves após o vazamento no Golfo do México. Além da queda da capacidade reprodutiva HENKEL et al. (2012) descrevem a ocorrência da anemia hemolítica, que reduz a capacidade de transportar oxigênio no sangue. Isso afeta diretamente as aves que realizam atividades aeróbicas e, por isso, possuem alta demanda de oxigênio, como as aves migratórias que realizam longos deslocamentos. Como resposta à destruição de células vermelhas a partir da ingestão de óleo, existe um aumento compensatório na produção de eritrócitos, o que resulta em imunossupressão e numa diminuição da produção de glóbulos brancos (HENKEL et al., 2012).

Desta forma, considerando os trabalhos citados e estudos realizados com diferentes espécies e em locais temperados, adaptando-se à realidade local, considera-se conservadoramente que o tempo de recuperação para a avifauna na região seja de 20 anos (vide item II.12 – ARA).

Conforme já mencionado, um outro fator causador de impactos sobre aves, pode ser as ações de emergência em caso de vazamentos, para contenção e recolhimento do produto vazado. A maior circulação de embarcações implicará em aumento do nível de ruídos e luz e do risco de abalroamento de organismos com embarcações.

Devido à dependência que esses animais possuem de suas penas, aves oleadas nadam e voam menos ativamente, e portanto, o impacto das ações de resposta poderá ser mais evidente para aves não-oleadas, com maior probabilidade de serem atraídas e/ou colidirem com aeronaves e embarcações.

Sabe-se que as aves interagem com unidades marítimas (RONCONI *et al.* 2015). Espécies migratórias podem ser atraídas pela iluminação noturna, e padecerem por exaustão e colisão com a estrutura (TASKER *et al.*, 1986; BLACK, 2005; HÜPPOP & HILGERLOH, 2012). Aves terrestres também são registradas em plataformas (BAUST *et al.*, 1981; RONCONI *et al.*, 2015), podendo ser transportadas até localidades *offshore* por meio de embarcações de apoio e sofrerem com falta de alimento e a impossibilidade de retornar ao continente.

Ainda, a maior circulação de embarcações e aeronaves pode apresentar o efeito de afugentamento não-intencional, levando grupos de aves de regiões limpas para outras contaminadas pelo óleo. Tal efeito pode ser mais evidente com a circulação de helicópteros, que são considerados um dos recursos mais efetivos para o afugentamento de aves (PISTRUZAK 1981; GORENZEL & SALMON, 2008).

Quando oleadas, as aves perdem o isolamento térmico, fluatibilidade e capacidade de voo (JENSSEN, 1994; STEPHENSON, 1997), portanto sua primeira reação é trabalhar as penas com o bico, comportamento conhecido como “preening”. Esta ação faz com que haja a ingestão de quantidades significativas do material que contaminou suas penas, e conseqüentemente fiquem mais suscetíveis aos efeitos internos do óleo e dispersantes.

Enquanto existem estudos sobre as conseqüências do óleo para aves (STEPHENSON, 1997; TROISI *et al.*, 2016), há pouca informação sobre os resultados diretos e a longo prazo de dispersantes. Alguns autores sugerem que os efeitos tóxicos subletais da combinação entre óleo e dispersantes oferece menor preocupação do que os do óleo sem dispersante em aves (PEAKALL, *et al.*, 1987). Entretanto, as propriedades surfactantes dos dispersantes podem agravar a perda de impermeabilidade das penas (JENSSEN, 1994), e experimentos recentes observaram o desenvolvimento de conjuntivite e a potencialização da evolução de

úlceras oculares em aves expostas à dispersantes e combinações desses com óleo (FIORELLO, *et al.* 2016). Portanto, deve-se atentar para a presença de aves na área caso seja realizado o uso deste produto durante as ações de resposta.

Os impactos relacionados a esses aspectos ambientais já foram descritos para o cenário operacional – vide IMP 4 - Colisão da avifauna com a unidade de perfuração, embarcações e aeronaves, IMP 5 – Atração da avifauna pela Unidade de Perfuração e Embarcações de Apoio e IMP 8 - Aumento da exposição de aves a ambientes e produtos perigosos.

O impacto foi classificado como potencial, negativo, direto, de incidência imediata e posterior (em virtude dos efeitos crônicos relacionados ao impacto e potencial bioacumulador do grupo envolvido), suprarregional – visto que os efeitos ultrapassam um raio de 5 km, adicionado à presença de espécies migratórias e ameaçadas de extinção, e do possível caráter transfronteiriço com consequências diplomáticas, em caso de grandes vazamentos de óleo, de média duração - visto que os efeitos sobre o fator ambiental poderão ter duração de até 20 anos, reversível, sinérgico - pois o impacto é potencializado pela interferência na cadeia alimentar dos animais, induzido – por ser induzido por variações na qualidade das águas e através da ingestão de alimento contaminado e indutor - por induzir a ocorrência de impactos em outros níveis tróficos da cadeia alimentar.

A magnitude dos impactos ambientais decorrentes de acidentes nas aves marinhas vai variar de acordo com o tipo de acidente, e no caso de derrame de óleo, com o tipo e a intensidade do vazamento, no entanto, em função da área passível de ser atingida por óleo no pior caso, a magnitude será considerada conservadoramente como grande.

A sensibilidade do fator ambiental, foi considerada como grande, visto a ocorrência comprovada na região de espécies migratórias e ameaçadas de extinção.

A importância do impacto também é grande, em função da grande magnitude e sensibilidade.

Os atributos dos impactos ambientais resultantes são resumidos no quadro seguinte.

| Ação Geradora | Efeitos | Atributos |
|--|--|--|
| <ul style="list-style-type: none">▪ ASP 1 - Acidente com derramamento de óleo (cru ou diesel).▪ ASP 2 - Acidente com embarcação durante transporte de resíduos para a costa → resíduos industriais, domésticos, ambulatoriais, químicos etc.▪ ASP 3 – Vazamento de fluidos de perfuração | → Alteração na qualidade das águas → IMP 9 - Interferência com a avifauna em função de vazamentos. | Potencial, negativo, direto, incidência imediata e posterior, suprarregional, média duração, temporário, reversível, sinérgico, indutor e induzido – grande magnitude – grande sensibilidade – grande importância. |

Conforme apresentado anteriormente, não são esperados impactos em unidades de conservação.