

## RISCOS AMBIENTAIS DA EXPLORAÇÃO DE PETRÓLEO OFFSHORE: UMA ANÁLISE COMPARATIVA DAS ATIVIDADES NA COSTA BRASILEIRA

Marília Massote Caldeira Pereira (\*), Assed Naked Haddad

\* Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ

E-mail: [marilia.massote@poli.ufrj.br](mailto:marilia.massote@poli.ufrj.br)

### RESUMO

A análise de risco ambiental faz parte dos estudos ambientais a serem elaborados no âmbito do processo de licenciamento ambiental, sendo que no caso das atividades marítimas de exploração e produção de petróleo é requerido o cálculo da frequência do derramamento de óleo no mar e da probabilidade de toque nos recursos ambientais. Assim, a avaliação quantitativa do risco consiste na comparação do valor de tolerabilidade ambiental com um critério pré-definido, o qual ainda não está estabelecido no Brasil. Dessa forma, este trabalho tem como objetivo principal comparar os resultados de algumas análises de atividades de exploração de petróleo ao longo da costa brasileira, tanto em áreas de novas fronteiras quanto em áreas com concentração de atividades, permitindo assim, uma análise crítica sobre os possíveis critérios de aceitabilidade do risco, além da verificação dos componentes ambientais mais vulneráveis ao óleo em cada região. A partir dessa análise, foi possível verificar que diferentes critérios deveriam ser adotados dependendo do contexto da atividade. Apesar da norma ISO 31000 estabelecer a necessidade da definição prévia do critério de aceitabilidade, a finalidade da condução destas avaliações não pode ser apenas atender aos limites pré-estabelecidos, mas sim garantir que os riscos sejam gerenciados e considerados na tomada de decisão.

**PALAVRAS-CHAVE:** Risco Ambiental, Licenciamento Ambiental, Vazamento de Óleo, Exploração de Petróleo.

### INTRODUÇÃO

A importância da avaliação de risco ambiental durante o processo de licenciamento ambiental se deve ao fato de que nem todos os impactos conseguem ser avaliados suficientemente através da avaliação de impacto ambiental, e assim, a análise de risco é uma ferramenta apropriada para contribuir na escolha da melhor alternativa de projeto com o mínimo risco ao meio ambiente (ZELEŇÁKOVÁ & ZVIJÁKOVÁ, 2017).

O risco pode ser definido como o efeito de incertezas nos objetivos, podendo estes terem diferentes aspectos tais como as metas ambientais, sendo também representado pela combinação das consequências de um evento e a probabilidade de ocorrência do mesmo (ISO, 2009). Assim, o risco ambiental para as atividades de exploração e produção de petróleo representa a probabilidade de um vazamento de óleo no mar e suas potenciais consequências ecológicas, econômicas e sociais (IPIECA & IOGP, 2013).

A análise de risco ambiental para os casos de vazamento de óleo no Brasil busca atender a dois objetivos principais: fornecer informações para suportar a tomada de decisão quanto a viabilidade ambiental durante o processo de licenciamento ambiental (CONAMA nº237/1997) e auxiliar na elaboração de planos de emergência mais efetivos (CONAMA nº398/2008).

A avaliação de risco de derramamento de óleo contempla as seguintes etapas: estabelecimento do contexto da avaliação, identificação dos perigos, análise de probabilidade, análise de consequência através da modelagem de dispersão de óleo e caracterização dos recursos ambientais e por último o cálculo do risco em si e a comparação com os critérios de tolerabilidade do risco (IPIECA & IOGP, 2013). Durante a seleção das hipóteses acidentais a serem analisadas, deve-se incluir o cenário com volume de vazamento de pior caso; isto se deve ao fato que o descontrole na perfuração de um poço leva a um fluxo de fluido imprevisível que pode percorrer grandes distâncias em relação ao local de origem (VINNEM, 1997), levando a consequências catastróficas.

Os critérios de aceitabilidade de risco vêm sendo muito utilizados, uma vez que a etapa inicial do processo de gerenciamento de risco, sistematizado pela ISO 31000:2009, é a definição destes critérios para em seguida ser conduzida a análise e verificado se o risco encontrado está dentro dos limites aceitáveis. O critério de aceitabilidade do risco ambiental tem como objetivo atender um compromisso entre o que é aceitável pela sociedade e o que é alcançável pela indústria (VINNEM, 1997).

No entanto, recentemente, existe uma discussão sobre a pertinência de seu uso, principalmente em relação aos critérios para o risco ambiental. De acordo com Aven & Vinnem (2005), a aceitabilidade das operações de petróleo e gás offshore com relação aos riscos ambientais tem sido baseada em processos políticos, e após tal definição, a aceitabilidade do risco pode não ser mais um problema e tal critério não tem mais um papel importante nessas análises.

Aven & Vinnem (2005) também afirmam que o uso de critérios definidos previamente pode levar a um foco errado durante a análise, na qual o objetivo seria apenas atender aos limites aceitáveis e não o de procurar por soluções melhores e mais efetivas para diminuir o risco. Por outro lado, para Maggi (2014), a falta de critérios estabelecidos para a identificação e classificação dos perigos nos Termos de Referência, faz com que critérios diferentes sejam adotados.

Mas o uso dessa ferramenta como base para a elaboração dos planos de emergência tem grande importância para suportar a tomada de decisão quanto as melhores técnicas de resposta a serem consideradas em uma determinada área (WENNING et al., 2018). Isto porque a identificação das melhores estratégias de resposta podem reduzir o risco ao meio ambiente, considerando as especificidades de cada evento acidental (WALKER et al., 2018).

Dessa forma, este trabalho pretende realizar uma discussão sobre os valores de tolerabilidade resultantes das análises de risco dos processos de licenciamento ambiental das atividades marítimas de exploração de petróleo, onde o risco é considerado tolerável quando o tempo de recuperação de um determinado componente ambiental for insignificante se comparado com o tempo de recorrência do cenário acidental. No entanto, tal critério de aceitabilidade não é definido pelo órgão ambiental (IBAMA, 2017).

Atualmente, a indústria do petróleo vem se expandindo para áreas de novas fronteiras e áreas promissoras para o aumento de sua produção; mas, muitas dessas áreas apresentam ambientes sensíveis ou longas distâncias dos clientes e fornecedores, levando a necessidade de mais segurança, o que requer que as análises de risco utilizem ferramentas mais avançadas (BUCELLI et al., 2018). No Brasil, além dessas novas áreas, verifica-se um aumento de novas atividades na região do Pré-Sal, sendo seus campos considerados de elevado potencial de produção. Tal cenário é reflexo das recentes rodadas de partilha de produção do Pré-Sal promovidas pela Agência Nacional do Petróleo (ANP). Assim, existem análises de risco para serem avaliadas pelo IBAMA em ambos cenários, mas a metodologia é a mesma e os critérios ainda não estão definidos.

## OBJETIVOS

Analisar os riscos e tolerabilidades ambientais de algumas atividades de exploração de petróleo e gás, ao longo da costa brasileira, em processo de licenciamento ambiental, de forma a tornar possível uma discussão sobre os critérios considerados para subsidiar a tomada de decisão.

## METODOLOGIA

O trabalho de pesquisa consistiu nas seguintes etapas:

**1ª etapa:** Pesquisa bibliográfica sobre o tema e detalhamento da metodologia utilizada para a análise de risco de vazamento de óleo no mar.

**2ª etapa:** Levantamento dos processos de licenciamento ambiental de atividades de exploração de petróleo sendo conduzidos recentemente pelo IBAMA. Seleção de alguns processos por área para verificar a Análise de Risco Ambiental apresentadas no âmbito dos estudos.

**3ª etapa:** Análise comparativa dos valores de probabilidade do risco e tolerabilidade ambiental dos cenários catastróficos de vazamento de óleo das atividades selecionadas.

**4ª etapa:** Análise crítica dos resultados encontrados.

## RESULTADOS

A primeira etapa do trabalho consistiu no detalhamento da metodologia adotada atualmente pelo IBAMA, para a análise de risco dos cenários de derrame de óleo no mar. A Figura 1 apresenta um esquema resumido das etapas desta análise. A partir do tipo de instalação a ser utilizada na atividade exploratória, são identificados os cenários acidentais e calculadas as taxas de frequência para estes cenários passíveis de evoluir para um derrame de óleo no mar. O cálculo da consequência se dá pela probabilidade de toque nos componentes de valores ambientais (CVAs), obtidos através da sobreposição entre a modelagem de dispersão do óleo e o mapeamento com a localização destes componentes ao longo da costa. O resultado final da análise é, além do cálculo do risco ambiental, o índice de tolerabilidade para cada CVA, sendo este uma relação do tempo de recuperação sobre o inverso do risco ambiental.

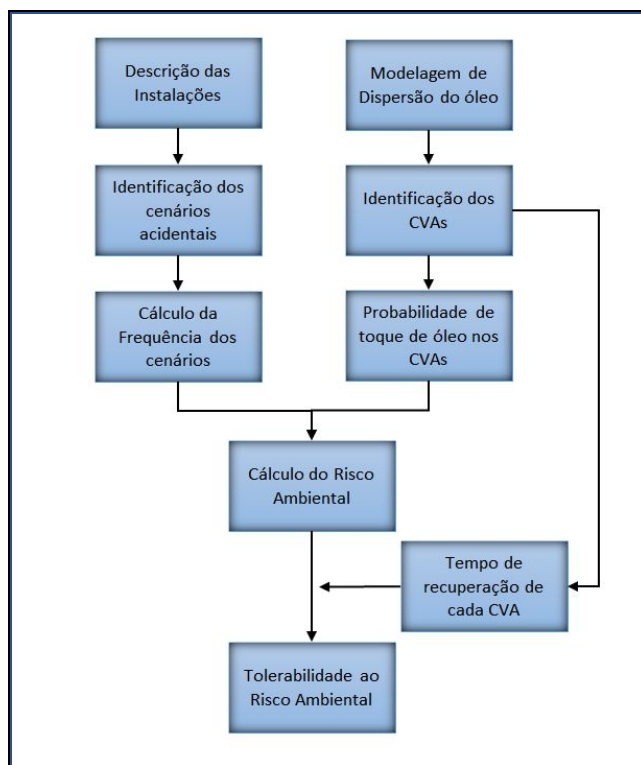


Figura 1: Metodologia de análise do risco ambiental de vazamento de óleo. Fonte: Autores do Trabalho

A segunda etapa do trabalho foi o levantamento dos processos de licenciamento abertos nos últimos anos para as atividades marítimas de perfuração de petróleo por bacia sedimentar, com o objetivo de verificar quais eram as principais áreas que estavam sendo licenciadas recentemente. Pela análise da Figura 2, observa-se que existem tanto atividades em áreas de novas fronteiras, como por exemplo Foz do Amazonas e Barreirinhas, quanto atividades em áreas onde já existem campos de produção, que é o caso das Bacias de Santos e Campos. No entanto, foi verificado que houve um aumento significativo de pedidos de licença em áreas com concentração de atividade no último ano, como demonstrado na Figura 3. Como já mencionado no trabalho, tal evolução se justifica pelo aumento das atividades no Pré-Sal e abertura para outras empresas operadoras. Dessa forma, o trabalho também pretende comparar os resultados das análises de risco nestas diferentes regiões e discutir se os critérios de avaliação deveriam ser os mesmos, uma vez que já existindo atividades nas bacias que compõem o Pré-Sal não seria necessária a verificação da viabilidade ambiental da área, ou seja, da comparação dos resultados de tolerabilidade com os critérios definidos.

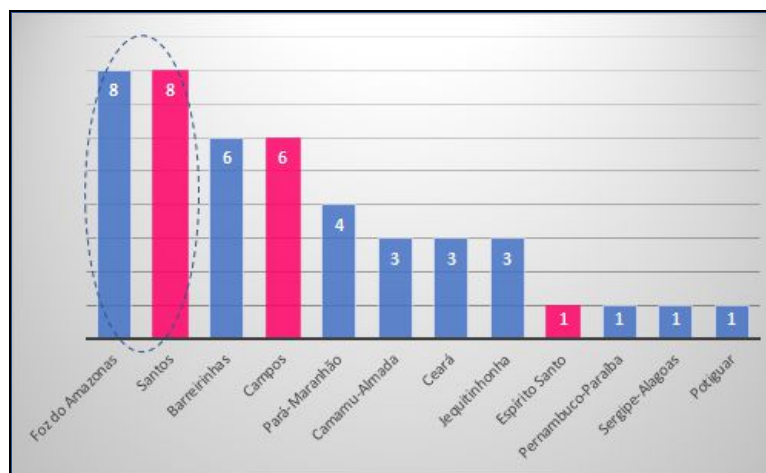


Figura 2: Processos de licenciamento abertos por bacia no período de 2014 a 2019. Fonte: Autores do Trabalho

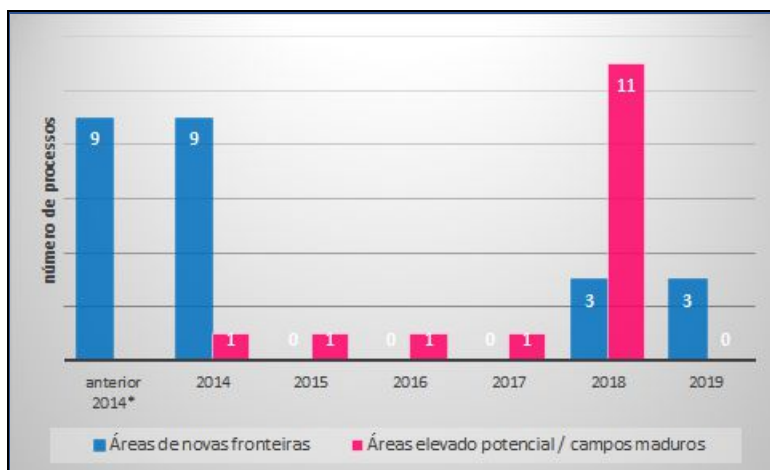


Figura 3: Processos de licenciamento ambiental abertos em cada ano. Fonte: Autores do Trabalho

A terceira etapa do trabalho consistiu em uma análise comparativa dos riscos e tolerabilidades ambientais de algumas atividades para os cenários catastróficos de vazamento de óleo no mar. Foram selecionadas duas atividades para as quatro bacias sedimentares com maior número de pedidos de licença. As características das atividades de perfuração marítima dos processos considerados neste trabalho estão apresentadas na Tabela 1, com base na consulta dos Estudos de Impacto Ambientais - EIAs apresentados ao IBAMA, sendo que para as Bacias de Santos e Campos foram selecionados alguns dos processos mais recentes em licenciamento ambiental. Não estão sendo citados os blocos, mas sim as bacias em que estas atividades irão ocorrer com o intuito de não especificar as empresas operadoras, bem como não será discutido se estas análises foram aprovadas pelo órgão ambiental ou se foram feitas considerações em pareceres técnicos. O trabalho se deteve naquilo que foi apresentado no âmbito dos estudos e disponíveis na internet para consulta. Para cada uma destas atividades, foram comparados os valores de probabilidade de toque e tolerabilidade ambiental para cada um dos CVAs para o cenário catastrófico com vazamento de volume de pior caso, como por exemplo o *blowout*. Os CVAs considerados estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 1: Características das atividades

	Localização	Distância da costa (km)	Tipo de instalação	Tipo de óleo	Volume de pior caso (m³)
A	Bacia de Santos	187	Navio-Sonda	leve	1.167.000
B	Bacia de Santos	218	Navio-Sonda	leve	891.282
C	Bacia de Campos	70	Plataforma fixa	pesado	450.000
D	Bacia de Campos	218	Navio-Sonda	leve	5.620
E	Foz do Amazonas	120	Navio-Sonda	médio	46.742
F	Foz do Amazonas	167	Navio-Sonda	médio	46.742
G	Barreirinhas	62	Navio-Sonda	leve	8.098
H	Barreirinhas	81	Navio-Sonda	médio	50.720

Tabela 2: Componentes de Valor Ambiental (CVAs)

1 - Avifauna costeira	8 - Estuários
2 - Avifauna oceânica	9 - Manguezais
3 - Cetáceos	10 - Tartarugas marinhas
4 - Boto-cinza	11 - Desova tartaruga
5 - Toninha	12 - Corais
6 - Baleia franca/jubarte	13 - Praias arenosas
7 - Marismas	14 - Recifes rochosos

Com base nas informações apresentadas nestes EIAs, foram comparadas as probabilidades de toque de óleo (Figura 4) e os valores de tolerabilidade ambiental (Figura 5) para cada CVA. As letras correspondem aos processos citados na Tabela 1 e os números aos CVAs apresentados na Tabela 2. Assim, por exemplo, o CVA Cetáceos (3) possui probabilidade de toque em torno de 40% e tolerabilidade de 9,5% para a atividade B na Bacia de Santos, enquanto o

CVA Manguezal (9) possui probabilidade de toque de 50% e tolerabilidade de 9% para a atividade H na Baía de Barreirinhas.

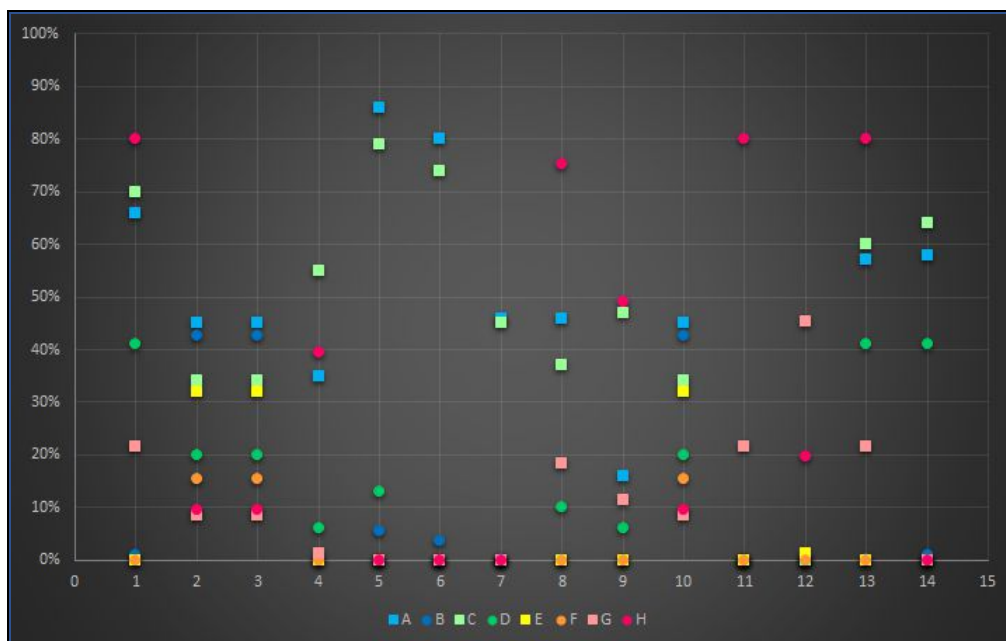


Figura 4: Probabilidade de toque de óleo nos CVAs em cada atividade. Fonte: Autores do Trabalho

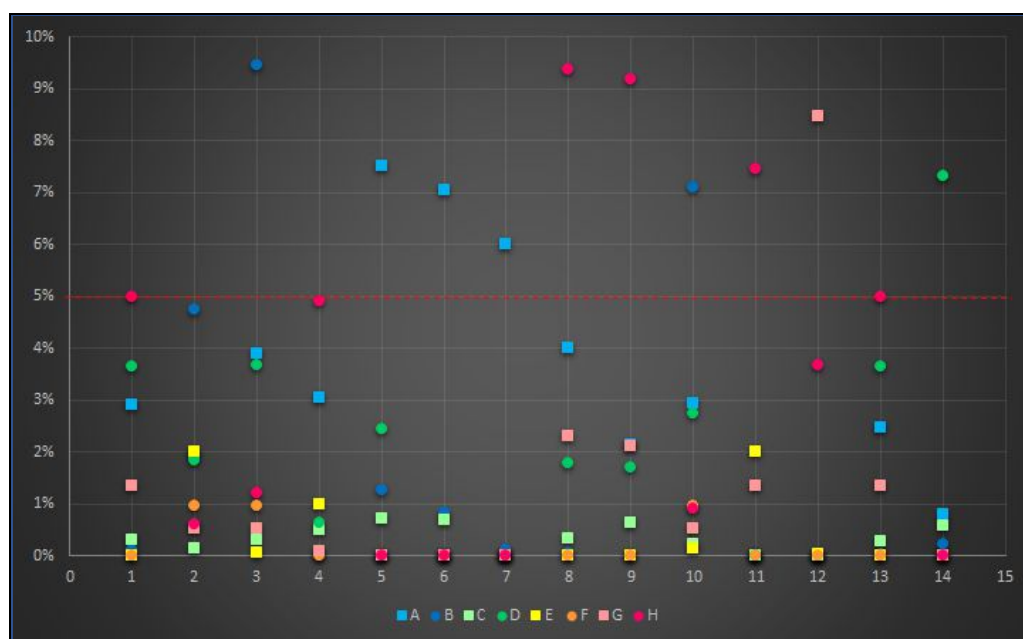


Figura 5: Tolerabilidade dos riscos das atividades por CVA. Fonte: Autores do Trabalho

Para verificação da aceitabilidade do risco ambiental, o IBAMA, conforme informado no Termo de Referência CGMAC/DILIC/IBAMA nº 08/2017, recomenda utilizar a norma norueguesa, a qual determina que um dano ambiental é considerado sério se o tempo de recuperação do componente ambiental for maior que 10 anos (NORSOK, 2010). E nestas condições, o risco ambiental é definido como insignificante e aceitável para valores de até 5% para o recurso ambiental mais sensível da região, de acordo com KLOVNING & NILSEN (1995).

Com base nessas informações e no gráfico apresentado na Figura 5, temos os seguintes cenários resumidos na Tabela 3.

Tabela 3: Maior Valor de Tolerabilidade dos riscos por atividade

A	B	C	D	E	F	G	H
7,5%	9,5%	0,7%	7,3%	2%	1%	8,5%	9,4%
CVA nº 5	CVA nº 3	CVA nº 5	CVA nº 14	CVA nº 2	CVA nº 2	CVA nº 12	CVA nº 8



Se o critério for considerado como 5% para o recurso ambiental mais sensível, pela Tabela 3 se verificaria que as atividades A, B, D, G e H possuem riscos não toleráveis.

As atividades consideradas na Bacia de Santos, possuem risco intolerável para os CVAs cetáceos, toninhas, jubarte, marismas e tartarugas. Estes componentes são aqueles que estão dispersos no mar. Uma das atividades da Bacia de Campos possui risco acima do limite tolerável para o CVA recifes rochosos. Enquanto as atividades em Barreirinhas possuem risco não tolerável para os CVAs estuários, manguezais, desova de tartaruga e corais, componentes estes que se localizam na costa e são considerados fixos, as atividades da Bacia da Foz do Amazonas apresentam riscos em todos os CVAs em níveis toleráveis.

Assim, enquanto as atividades na Bacia de Santos apresentam riscos intoleráveis para CVAs dispersos no mar, as atividades na Bacia de Barreirinhas apresentam riscos intoleráveis para os CVAs fixos presentes na costa. Não há definição pelo órgão ambiental brasileiro se os critérios de aceitabilidade são os mesmos para CVAs fixos e difusos. Considerando que a Bacia de Santos já possui atividades de exploração e produção, o critério deveria ser diferente, pois como já é uma área aberta, a questão sobre a aceitabilidade do risco não é o único fator importante da análise, devendo ter outro foco, como por exemplo, a verificação se o plano de emergência está elaborado de maneira correta, buscando a efetividade em caso de um acidente.

Uma questão polêmica é se apenas o valor de tolerabilidade fosse considerado como critério de aceitabilidade, as atividades na Bacia de Santos, Campos e Barreirinhas não teriam sua análise aprovada e as atividades na Foz do Amazonas seriam aprovadas já que todos os riscos estão dentro do limite tolerável. Este resultado demonstra a necessidade de uma análise multicritério na condução das análises de risco destas atividades, pois outros critérios são considerados, dependendo do contexto da atividade.

## CONCLUSÕES

O levantamento das tolerabilidades ambientais permitiu realizar uma análise crítica sobre os resultados da metodologia de risco de derrame de óleo adotada pelo IBAMA. Apesar de critérios de aceitabilidade serem necessários de acordo com a ISO 31000, o trabalho permitiu verificar que o uso apenas destes valores não se aplica para o processo de licenciamento das atividades offshore de exploração e produção de petróleo.

Apesar da metodologia utilizar todas as informações consideradas úteis por WENNING et al. (2018) para a avaliação do risco de um vazamento de óleo no mar, tais como: propriedades do óleo, cenário de vazamento, condições ambientais, componentes de valor ambiental, características da região e sensibilidade ecológica, ela não leva em conta o contexto da atividade e também as considerações da resposta à emergência. Assim, mesmo estas informações sendo os dados de entrada para a modelagem de dispersão do óleo no mar, influenciando os resultados, não são os únicos elementos importantes no processo decisório. Dessa forma, foi possível concluir que utilizar apenas os valores de tolerabilidade ao risco ambiental, como critério de aceitabilidade para tomada de decisão, não é factível, uma vez que existem outros fatores importantes.

Assim, como mencionado no trabalho, a ferramenta de avaliação de risco utilizando a modelagem de um cenário de pior caso possui duas perspectivas: verificar a viabilidade ambiental ou auxiliar na elaboração de estratégias de resposta mais efetivas. Então, mesmo que a área avaliada já esteja aprovada para atividades, a condução da avaliação de risco é importante para verificar os recursos ambientais mais vulneráveis e que devem ser priorizados nas ações de resposta à emergência.

Portanto, as análises de risco para as atividades nas Bacias de Santos e Campos deveriam apresentar um panorama através da realização de uma análise integrada do risco cumulativo, com as outras atividades já existentes. Os termos de referência deveriam solicitar a apresentação de quanto o risco de determinado CVA aumentaria com o início das novas atividades propostas. Assim, sugere-se como trabalho futuro, um levantamento das probabilidades de toque, riscos e tolerabilidades ambientais de todas as plataformas destas regiões.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AVEN, T.; VINNEM, J. E. On the use of risk acceptance criteria in the offshore oil and gas industry. **Reliability Engineering and System Safety**, v. 90, n. 1, p. 15–24, 2005.
2. BRASIL. **Resolução CONAMA nº 237/1997**, 1997.
3. BRASIL. **Resolução CONAMA nº 398/2008**, 2008.

4. BUCELLI, M.; PALTRINIERI, N.; LANDUCCI, G. Integrated risk assessment for oil and gas installations in sensitive areas. **Ocean Engineering**, v. 150, n. January 2017, p. 377–390, 2018.
5. IBAMA. **Termo de Referência CGMAC/DILIC/IBAMA nº 8/2017**, 2017.
6. IPIECA; IOGP. **Oil spill risk assessment and response planning for offshore installations**, 2013.
7. ISO. **ISO 31000:2009 Risk management - Principles and guidelines**, 2009.
8. KLOVNING, J.; NILSEN, E. F. Quantitative Environmental Risk Analysis. **Society of Petroleum Engineers**, p. 461–470, 1995.
9. MAGGI, P. **LICENCIAMENTO AMBIENTAL DAS ATIVIDADES DE E&P: Integração da segurança ambiental no processo de avaliação**. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2014.
10. NORSOK. Risk and emergency preparedness assessment. n. October, p. 1–107, 2010.
11. VINNEM, J. E. Environmental Risk Analysis of Near-Shore Wildcat well: Approach to Rational Risk Acceptance Criteria. **Society of Petroleum Engineers**, 1997.
12. WALKER, A. H. et al. Comparative risk assessment of spill response options for a deepwater oil well blowout: Part II. Relative risk methodology. **Marine Pollution Bulletin**, n. April, p. 1–17, 2018.
13. WENNING, R. J. et al. Current practices and knowledge supporting oil spill risk assessment in the Arctic. **Marine Environmental Research**, v. 141, n. November 2017, p. 289–304, 2018.
14. ZELENÁKOVÁ, M.; ZVIJÁKOVÁ, L. Risk analysis within environmental impact assessment of proposed construction activity. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 62, p. 76–89, 2017.