

XVI SEMINÁRIO
DE INTEGRAÇÃO

25 E 26
OUTUBRO
de 2017

DO GLOBAL AO LOCAL: O PODER DAS ESCALAS SOBRE O TERRITÓRIO



Gestão de Riscos Ambientais – uma Comparação do Dimensionamento da Estrutura de Resposta a Vazamentos de Óleo no Brasil com as Diretrizes da Indústria do Petróleo

Iruam Rodrigues de Noronha¹

Maria Inês Paes Ferreira²

Augusto Eduardo Miranda Pinto³

Grupo de Trabalho: ST3. Transformações econômicas recentes: Crise, Indústria do Petróleo e Portos

Resumo

Vazamentos de óleo no mar podem causar impactos ambientais em territórios costeiros com implicações diretas na fauna, flora e na qualidade de vida de populações de regiões litorâneas. No Brasil, existe um arcabouço legal, composto de leis e resoluções, que definem os critérios para combater derramamentos de óleo e derivados. Apesar dos avanços sobre esse tema, a regulamentação ambiental vigente no Brasil mostra-se deficiente em diversos aspectos, tais como a falta de análise de probabilidade de ocorrência de eventos, a adoção do conceito de *tool-box*, o dimensionamento de recursos em níveis e a aceitação de compartilhamento de recursos entre empreendedores como forma de ampliação da capacidade de resposta. Assim, este artigo se propõe a contrapor duas diferentes concepções para se dimensionar a capacidade de resposta a vazamentos de óleo. Baseada unicamente em volume de vazamento, a metodologia vigente no Brasil será comparada com as diretrizes da indústria do petróleo, que permitem que as medidas mitigadoras sejam adaptadas aos riscos específicos associados aos impactos potenciais que podem atingir

¹ Mestrando do curso de Engenharia Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense Campus Macaé/iruamrn@yahoo.com.br

² Professora Dra. PPEA – IFF/mferreira@iff.edu.br

³ Professor Dr. PPEA – IFF/apinto@iff.edu.br

populações humanas e não humanas habitantes dos “territórios do petróleo” e oferecendo uma abordagem alternativa à atual.

Palavras-chave: prevenção e mitigação de impactos ambientais, dimensionamento, zonas costeiras, regulamentação.

Introdução

No ano de 2000, especificamente em 18 de janeiro, um oleoduto da Refinaria de Duque de Caxias, de propriedade da empresa brasileira Petrobras, derramou 1,3 milhões de litros de óleo na Baía de Guanabara (OLIVEIRA, 2003). Esse incidente, apesar de sua repercussão e impactos negativos, teve uma grande importância no país com relação ao surgimento de políticas regulatórias de meio ambiente que versam sobre vazamentos de óleo e seus derivados em ecossistemas aquáticos (CETESB, 2009 *apud* FONSECA, 2009)

Alterações nas dinâmicas socioeconômica e ambiental associadas à economia do petróleo vem ocorrendo na área de influência das atividades de exploração de óleo e gás na Bacia de Campos, desde a década de 80, e são percebidas pelas populações residentes nos “territórios do petróleo” (GANTOS, 2016) como fundamentalmente associadas ao crescimento urbano desordenado que implica em aumento da poluição de ambientes costeiros e estuarinos (SILVA et al., 2008), mesmo na ausência de grandes vazamentos de óleo no mar, os quais constituem-se riscos inerentes à atividade *offshore*. Sem medidas preventivas ou mitigadoras adequadas, o alcance de tais vazamentos pode ocasionar danos às comunidades dependentes dos recursos pesqueiros para sua subsistência, tais como pescadores artesanais e catadores de caranguejo, a exemplo do ocorrido no caso da Baía de Guanabara (ACSELRAD; MELLO, 2002; ROSA; MATTOS, 2010).

Conforme análise feita por Calixto (2011), a estrutura de planos de resposta a emergência no Brasil se desenvolveu, principalmente, a partir desse incidente, com a promulgação da Lei nº 9966/2000 que dispõe sobre a prevenção, o controle e a

fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional (BRASIL, 2000). Essa lei estabelece, dentre outras medidas, que as plataformas, bem como suas instalações de apoio, deverão dispor de planos de emergência individuais para o combate à poluição por óleo. O conteúdo mínimo e as diretrizes para a elaboração destes planos foram definidas pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), por meio da Resolução CONAMA 293/2001, posteriormente substituída pela Resolução CONAMA 398/2008 (BRASIL, 2001; BRASIL, 2008).

De acordo com Foley (2014), a prevenção e o preparo para vazamentos de óleo são abordados de inúmeras maneiras em todo o mundo, desde requisitos altamente prescritivos estabelecidos pelo regulador, até uma abordagem mais participativa e que considera o desempenho relativo aos objetivos definidos pelo operador. Ainda em sua análise, o autor pondera que a abordagem prescritiva pode ser baseada em leis e regulamentos que estabelecem demandas específicas para os diferentes elementos do preparo para a resposta. Esta abordagem prescritiva tem sido utilizada hoje no Brasil através da Resolução CONAMA nº 398/2008, que impõe os requisitos mínimos para dimensionamento da capacidade de resposta a derrames com base em uma avaliação volumétrica simples do risco de vazamento de óleo no mar.

Uma diferente forma de se preparar e estruturar a resposta a vazamentos de óleo se iniciou após os incidentes de derrame de petróleo do Golfo do México (2010) e de Montara na Austrália (2009), que tiveram consequências relevantes ao incitar a indústria a reavaliar suas operações offshore, bem como a capacidade de resposta de um operador no caso de vazamentos de óleo. Em resposta a esses dois incidentes, a Associação Internacional de Produtores de Petróleo e Gás (IOGP – International Oil and Gas Producers) formou o Grupo de Resposta da Indústria Global (GIRG – Global Industry Response Group), encarregado de identificar oportunidades de aprendizagem relacionadas à causalidade e resposta aos incidentes (IPIECA; IOGP, 2017).

O Grupo em questão identificou dezenove recomendações de resposta a derrames de óleo que foram abordadas entre os anos de 2012 e 2014, através do projeto que ficou conhecido como OSR-JIP (*Oil Spill Response – Joint Industry Project*), ficando sobre gestão da IPIECA (*International Petroleum Industry Environmental Conservation Association*), em reconhecimento a sua vasta

experiência com questões relacionadas a resposta a derramamentos de óleo (NISSEN-LIE *et al.*, 2014). Os autores ainda relatam que uma das dezenove recomendações de resposta a derrames de óleo referiu-se ao desenvolvimento de uma diretriz internacional para a avaliação do risco de derrames de petróleo *offshore* e um método para melhor relacionar os recursos de resposta a vazamentos de óleo aos níveis de risco.

Com isso, propõe-se neste artigo contrapor duas diferentes concepções para se dimensionar a capacidade de resposta a vazamentos de óleo. Baseada unicamente em volume de vazamento, a metodologia vigente no Brasil será comparada com as diretrizes da indústria para avaliação de risco de derrames e planejamento da resposta para instalações *offshore*, que permitem que as medidas mitigadoras sejam adaptadas aos riscos específicos enfrentados.

No texto a seguir, apresentam-se primeiramente as etapas relativas ao dimensionamento de recursos para vazamentos de óleo da resolução CONAMA nº 398/2008 e da metodologia apresentada pela indústria. Em seguida, as etapas de cada abordagem foram comentadas e discutidas, com o intuito de ressaltar as principais particularidades e diferenças entre os dois métodos.

Espera-se assim colaborar para a reflexão acerca das formas de reduzir os riscos vivenciados pelas populações litorâneas dos “territórios do petróleo”, que convivem em seu dia-a-dia com impactos reais e potenciais associados a vazamentos de óleo nas atividades *offshore*.

Metodologia

A comparação entre as diferentes concepções de dimensionamento de recursos para vazamentos de óleo desenvolvida neste trabalho foi baseada nos conceitos, orientações e critérios existentes no estado da arte, bem como nas normas, regulações, orientações e critérios estabelecidos por legislação específica de países de referência e em normas e convenções internacionais, preferencialmente aquelas das quais o Brasil é signatário. Foi realizada pesquisa bibliográfica sobre incidentes e planos de contingência de vazamentos de óleo, análise de risco ambiental, modelagem de transporte e dispersão de óleo na água, preparo e resposta a emergências em níveis (*tiers*), entre outros. As principais referências que incentivaram e nortearam esse artigo foram: (i) os Planos de

Emergência para Vazamento de Óleo (PEVO) e Planos de Emergência Individuais (PEI) das instalações da PETROBRAS; (ii) a Resolução CONAMA N° 398 de 11 de Junho de 2008 (BRASIL, 2008); (iii) a Nota Técnica N° 03/2013 – CGPEG/DILIC/IBAMA (IBAMA, 2013); e (iv) o documento *JIP-6 - Avaliação de risco para derrames de óleo e planejamento da resposta para instalações offshore* (IPIECA; IOGP, 2013)

Como ferramentas importantes no planejamento e combate a vazamentos de óleo, também foram incluídas na discussão duas breves descrições sobre o modelo de preparo e resposta em níveis (*tiers*) e o conceito de NEBA (significa *net environmental benefit analysis* ou análise de benefício ambiental líquido), essenciais na abordagem baseada em risco.

Dimensionamento da capacidade de resposta: volume versus risco

No Brasil, antes do ano 2000, não havia um padrão de referência nacional de plano de contingência que pudesse ser seguido (OLIVEIRA, 2010). A Lei Federal 9966/00 foi o primeiro instrumento legal para exigência dos planos de contingência no país, baseada na OPRC-90, Convenção Internacional sobre Preparo, Resposta e Cooperação em Caso de Poluição por Óleo. A partir dessa lei, foram organizados grupos de trabalho que foram responsáveis pela elaboração da Resolução CONAMA 293/2001, que dispõe sobre os PEI, considerados como ferramenta de mitigação dos impactos ambientais resultantes de possíveis vazamentos. Posteriormente, essa Resolução foi substituída pela Resolução CONAMA 398/2008, que acrescentou a obrigatoriedade dos planos de emergência para sondas e terminais terrestres, marinas, clubes náuticos e instalações similares.

Segundo Inafuku e Helal (2011), o PEI é elaborado com o objetivo de garantir que a unidade seja capaz de realizar, de forma imediata e eficiente, as ações de respostas necessárias para atendimento a eventuais incidentes de poluição por óleo, e para isso, deve empregar recursos próprios, humanos e materiais, ou de terceiros, quando previamente acordado. Além disso, o plano de emergência individual contém uma relação de equipamentos e materiais que podem ser utilizados para controle do acidente e limpeza de áreas atingidas. Além de garantir que a unidade seja capaz de realizar rapidamente as ações necessárias por meio de recursos de primeira

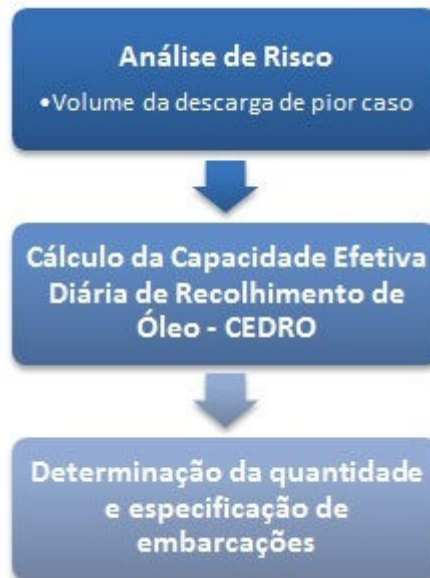
resposta, o PEI também apresenta informações e detalhes sobre possíveis recursos que possam ser utilizados em emergências de maior porte ou de longa duração, consideradas como de abrangência regional, nacional e até internacional.

Apesar do avanço com relação à existência de um instrumento legal obrigatório referente ao preparo e à resposta a vazamentos de óleo no Brasil, os planos de contingência, como o PEI, precisam ser mais organizados de forma que a informação crítica para a resposta possa ser rapidamente acessada e facilmente compreendida, maximizando sua eficácia e funcionalidade, tornando-os planos úteis (API, 2013).

Para além do PEI, a Resolução CONAMA nº 398/2008 estabelece o critério CEDRO, que determina a capacidade efetiva diária de recolhimento de óleo, considerando como parâmetro a capacidade de recolhimento das embarcações e o tempo de atuação necessário (CARVALHO, 2013). A estratégia prioritária para atendimento a emergências com vazamento de óleo *offshore* no Brasil envolve a contenção e o recolhimento (BRASIL, 2015), realizados por embarcações devidamente equipadas ou a equipar, dimensionadas para essas tarefas.

Os critérios de dimensionamento dos recursos de resposta a vazamentos de óleo no Brasil definidos pela resolução CONAMA Nº398/2008 são complementados pela Nota Técnica Nº 03/2013, emitida pela Coordenação Geral de Petróleo e Gás do IBAMA, versando sobre as diretrizes para aprovação dos planos de emergência individuais nos processos de licenciamento ambiental dos empreendimentos marítimos de exploração e produção de petróleo e gás natural. Esse dimensionamento pode ser resumido em três etapas principais, análise de risco, cálculo da capacidade efetiva diária de recolhimento de óleo e a quantificação e especificação das embarcações dimensionadas, conforme ilustrado na Figura 1.

Figura 1. Etapas do dimensionamento da capacidade de resposta apresentadas pela resolução CONAMA nº398/2008



Após 2010, a capacidade de resposta a vazamentos de óleo da indústria, através de uma reflexão, foi remodelada como resposta a dois incidentes com derrames que tiveram grande influência e repercussão negativas: Montara, em 2009 e Macondo em 2010 (IPIECA; IOGP, 2017). Dessa maneira, um dos resultados dessa reavaliação foi a publicação das diretrizes de avaliação de riscos para derrames de óleo e planejamento da resposta para instalações offshore, apresentando uma nova forma, com foco no nível de risco das atividades, de se estruturar para a mitigação dos impactos dos vazamentos de óleo.

O risco está cada vez mais presente em nosso cotidiano, noção complexa por se tratar de uma representação do perigo, ela designa, ao mesmo tempo, tanto um perigo potencial quanto sua percepção e indica uma situação percebida como perigosa na qual se está ou cujos efeitos podem ser sentidos (VEYRET, 2007 *apud* VALINHAS, 2009). Beck (1999) ainda apresenta que as consequências do desenvolvimento científico e industrial são o perigo e o risco, que vêm acompanhados da possibilidade de catástrofes e resultados imprevisíveis na dimensão estruturante da sociedade, sendo que, conforme analisam Cunha e Rocha (2013), as técnicas e as ciências não tem sido capazes de controlar tais riscos, o que tem acarretado sérios problemas, dentre eles aqueles relacionados à saúde humana e ao meio ambiente. Tais riscos, segundo Guivant (2001), são produzidos industrialmente, externalizados economicamente, individualizados juridicamente, legitimados cientificamente e minimizados politicamente.

Para Salau, Esezobor e Omotoso (2011), o risco possui uma relação com a exposição a perigos, enquanto o nível de risco é determinado pela severidade das consequências e a probabilidade de ocorrência do incidente. Ao se definir o risco para um derramamento de óleo, o planejador deve considerar esses dois elementos, que são influenciados por diversas variáveis interativas e juntos criam o perfil de risco para uma operação ou local. A definição e compreensão dos riscos por meio de um processo de avaliação de risco é um passo inicial importante para uma estratégia de gerenciamento de riscos apropriada (FOLEY, 2014).

A análise de risco pode ser considerada como uma ferramenta para o planejamento do preparo para emergências, já que fornece uma base para decisões com respeito a soluções e medidas de redução de risco (AVEN; VINNEM, 2005). A preparação para conter um derramamento de óleo deve ser razoavelmente proporcional ao risco ambiental, e a avaliação dos riscos deve, portanto, ser uma ferramenta ativa para projetar medidas econômicas, em oposição às considerações convencionais de pior caso, como as apresentadas pela resolução CONAMA nº 398/2008 (STOKKE; RODAL, 2001).

De acordo com a IMO (2010), as técnicas de resposta e os recursos de combate identificados nos planos de contingência de derrames de petróleo constituem controles de risco que devem ser adequados aos requisitos identificados na avaliação de risco. Orientação similar é dada pelas diretrizes da indústria com relação a avaliação de riscos para derrames de óleo e planejamento da resposta para instalações offshore. Para se dimensionar recursos de resposta, esse guia de diretrizes elaborado pela IOGP segue as determinadas etapas, sintetizadas pela figura 2:

- Etapa 1 - Análise de risco;
- Etapa 2 - Análise de consequências;
- Etapa 3 - Análise de risco ambiental; e
- Etapa 4 - Determinação e posicionamento dos recursos de resposta a vazamentos de óleo.

Figura 2 – Etapas do dimensionamento de recursos de resposta pelo guia da IOGP



A seguir serão discutidas, focando-se nas etapas, as duas abordagens de dimensionamento de recursos de resposta para vazamentos de óleo comparadas no presente trabalho.

Análise de risco

A etapa de análise de risco é a primeira de ambas as abordagens e leva em consideração a identificação dos perigos intrínsecos à instalação e atividade. Segundo Duarte Junior (2011), pode-se destacar algumas ferramentas e metodologias para esse primeiro passo, como análise da árvore de Falhas (FTA – Fault Tree Analysis), análise de efeitos e conseqüências (AQR), análise de modos de falha e efeitos (FMEA - Failure Mode and Effect Analysis), análise preliminar de perigos (APP), análise preliminar de riscos (APR), estudo do perigo e da operabilidade (HAZOP – Hazard and Operability Study), what-if, entre outras. Nesta etapa seriam também calculados os volumes de vazamento que atingiriam corpos hídricos para cada hipótese acidental descrita.

No caso da Resolução CONAMA nº398/2008, a partir das hipóteses acidentais, deve ser calculado o volume do derramamento correspondente à descarga de pior caso, a depender da fonte do vazamento, em conformidade com os critérios apresentados no item 2.2.1 do anexo II da resolução. Destaca-se que o PEI busca ser o mais conservador possível, uma vez que considera o vazamento de pior

caso da unidade para dimensionar o seu sistema de resposta a acidentes de derramamento de óleo (INAFUKU; HELAL, 2011).

Contrastando com o que é preconizado pelo CONAMA, as diretrizes da indústria acabam utilizando mais informações referentes à análise de risco da atividade. Aqui devem ser caracterizados os eventos perigosos identificados em termos de probabilidade (frequência de ocorrência), duração, localização do evento e potenciais volumes de derrame, estabelecendo uma visão geral de todos os eventos que podem levar a consequências ecológicas e/ou sócio-econômicas (IOGP; IPIECA, 2013).

Para a caracterização desses eventos perigosos, pode-se utilizar uma abordagem quantitativa que usa dados matemáticos para produzir uma pontuação numérica de risco com uma expressão probabilística ou baseada em frequência de probabilidade. Outra abordagem alternativa é a qualitativa, que usa termos ou intervalos descritivos, com a possibilidade de se tornar muito mais subjetiva e, portanto, devendo ser claramente definida para agregar valor ao estudo (FOLEY, 2014).

Análise de consequências

A etapa de análise de consequências está relacionada aos estudos e análises que tem por objetivo determinar as consequências ambientais dos cenários de vazamento.

Quando falamos de análise de consequências, apesar da Resolução CONAMA nº 398/2008 demandar a elaboração de modelagem de transporte e dispersão de óleo no mar para realizar a análise de vulnerabilidade, as informações adquiridas por esses estudos não são utilizadas no dimensionamento da capacidade de resposta por ela estabelecido. Porém, vale ressaltar que com os resultados obtidos pela modelagem combinados aos dados de mapeamento da sensibilidade ambiental da região passível de ser atingida por óleo, é possível verificar os fatores mais vulneráveis por meio da elaboração da análise de vulnerabilidade. São consideradas áreas prioritárias nos procedimentos de proteção em caso de ocorrência de incidentes, as unidades de conservação, as concentrações humanas, as áreas com concentração de fauna endêmica e/ou com fauna ameaçada de extinção, por exemplo.

Para a abordagem de risco sugerida pelas diretrizes da indústria (IPIECA; IOGP, 2013), a análise de consequências de cada cenário de vazamento selecionado integra o processo que levará ao dimensionamento dos recursos de resposta. Conforme descrito nesse guia, a determinação de um “valor” de consequência requer quatro etapas: (i) estimativa de trajetória e provável destino do óleo derramado através da modelagem; (ii) identificação e caracterização de potenciais receptores ambientais no mar e na linha de costa; (iii) avaliação da sensibilidade ambiental dos receptores e identificação daqueles que serão utilizados como indicadores para gradação do impacto ambiental; e (iv) estimativa do impacto ambiental em função da exposição ao óleo e da sensibilidade.

Análise de risco ambiental

Diferentemente da análise de risco, que baseia-se principalmente na identificação dos perigos relacionados à instalação e atividade, a etapa de análise de risco ambiental tem conexão direta com a análise de consequências, especialmente com a definição do “valor” de consequência como resultado das informações adquiridas de modelagem, sensibilidade, impacto ambiental, etc. Salienta-se que esse “valor” poderá ser determinado através de uma análise qualitativa ou quantitativa, a depender do foco do estudo, do estágio em que o projeto se encontra, da disponibilidade de informações, etc.

Essa etapa é exclusividade do dimensionamento da capacidade de resposta apresentado pela indústria. Nela, o risco de dano ambiental é determinado através da combinação entre valor de probabilidade de ocorrência do impacto (frequência de ocorrência do vazamento x probabilidade de toque na costa) e consequência potencial de cada cenário de derrame. A Figura 3 apresenta um exemplo de matriz de risco que facilita a visualização dessa combinação no caso do que pode ser considerado um projeto offshore em fases iniciais, nas quais as informações ainda podem estar limitadas (IPIECA; IOGP, 2013). Ressalta-se que poderão ser utilizados métodos e matrizes mais complexas que poderão fornecer informações adicionais sobre o risco.

Figura 3 – Matriz de risco combinando probabilidade de ocorrência do impacto com consequência do vazamento de

	Consequência				
Probabilidade de ocorrência (por ano)	Impacto Insignificante	Impacto Pequeno	Impacto Médio	Impacto Alto	Impacto Muito Alto
$\geq 10^{-1}$					Altíssimo Risco
$\geq 10^{-2}$					
$\geq 10^{-3}$					
$\geq 10^{-4}$					
$\geq 10^{-5}$	Baixíssimo Risco				

óleo

Fonte: Adaptado de IPIECA e IOGP (2013)

Como observa-se, essa matriz é um exemplo de utilização de um “valor” de consequência definido por uma análise qualitativa, ou seja, que utiliza termos ou intervalos descritivos, diferente da quantitativa, que utilizaria dados numéricos para produzir uma pontuação numérica de consequência.

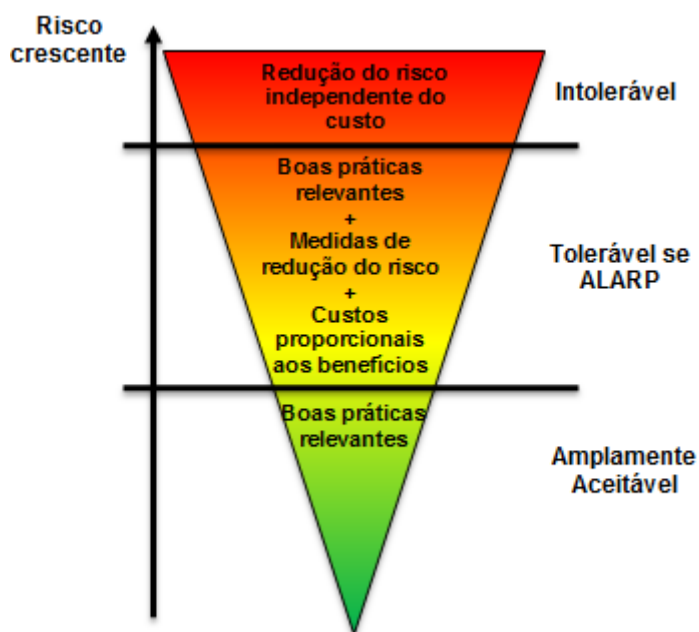
Uma vez que o risco foi estabelecido, os principais objetivos são avaliar e comunicar o risco de uma atividade ou cenário para as partes interessadas e tomadores de decisão, de forma lógica e compreensível, de modo que: (a) o nível de risco possa ser avaliado em relação aos critérios de tolerância ao risco (RTC – *Risk Tolerance Criteria*); e (b) decisões adequadamente embasadas (por exemplo, usando o princípio ALARP) possam ser tomadas com relação à implementação de medidas de redução de risco para alcançar um nível de risco tolerável. O risco apresentado para cada cenário de derramamento de óleo deve ser comparado aos RTC ou a outros critérios ambientais de decisão, devendo ser avaliado antes e depois da adoção de barreiras de segurança. Tais barreira podem reduzir a probabilidade de ocorrência dos acidentes com base em medidas de segurança de processo e/ou reduzir o volume vazado com base em medidas de controle da fonte, ou ainda minimizar as consequências do vazamento com base em medidas de mitigação (técnicas de resposta) (IPIECA; IOGP, 2013).

Nota-se que existe a necessidade de definição dos critérios de aceitação de risco a serem utilizados, que poderão ser diferentes a depender da atividade

prevista, podendo ser utilizados critérios relacionados a recursos ecológicos, variáveis econômicas, etc.

Para o dimensionamento das barreiras de segurança é utilizado o princípio ALARP ("tão baixo quanto razoavelmente praticável"), recomendado para todos os riscos incluídos na análise de risco de derramamento de óleo. O princípio é que os riscos que não atendem aos critérios de tolerabilidade devem ser sujeitos à redução de risco, independentemente do custo, e que o risco residual é tolerável desde que seja tão baixo quanto razoavelmente praticável (IPIECA; IOGP, 2013), conforme esquematizado na Figura 4.

Figura 4 – Princípio ALARP



Fonte: Adaptado (IPIECA; IOGP, 2013).

Determinação e posicionamento dos recursos

Na resolução CONAMA nº 398/2008, em sequência à etapa de análise de risco e do cálculo do volume de pior caso, tem-se a fase de cálculo da capacidade efetiva diária de recolhimento de óleo, conforme a metodologia de dimensionamento da capacidade mínima de resposta estabelecida no anexo III da mesma. Este também abrange outras estratégias de resposta além da contenção e recolhimento, como dispersão química, dispersão mecânica e absorventes, porém o foco principal está na remoção mecânica do óleo da água.

O cálculo do CEDRO deverá ser realizado para as chamadas descargas pequenas (até 8 m³), médias (até 200 m³) e de pior caso. Em concordância com os critérios dessas descargas, o PEI pode assumir estruturas e estratégias específicas, conforme os cenários acidentais estabelecidos e seus requerimentos (BRASIL, 2008). Esse cálculo é específico do dimensionamento da capacidade de resposta da Resolução CONAMA.

A terceira etapa relacionada à CONAMA nº398/2008 envolve a definição da quantidade e especificação das embarcações recolhedoras de óleo. Para isso, primeiramente utiliza-se o CEDRO para estabelecer a capacidade nominal dos recolhedores das embarcações ao longo do tempo até alcançar as 60 horas, conforme o Anexo III. A fórmula é apresentada na equação 1 (BRASIL, 2008):

$$\text{CEDRO} = 24.Cn.fe \tag{1}$$

Onde: Cn é igual à capacidade nominal do recolhedor, em m³/h; e Fe é o fator de eficácia, cujo valor máximo é 0,20.

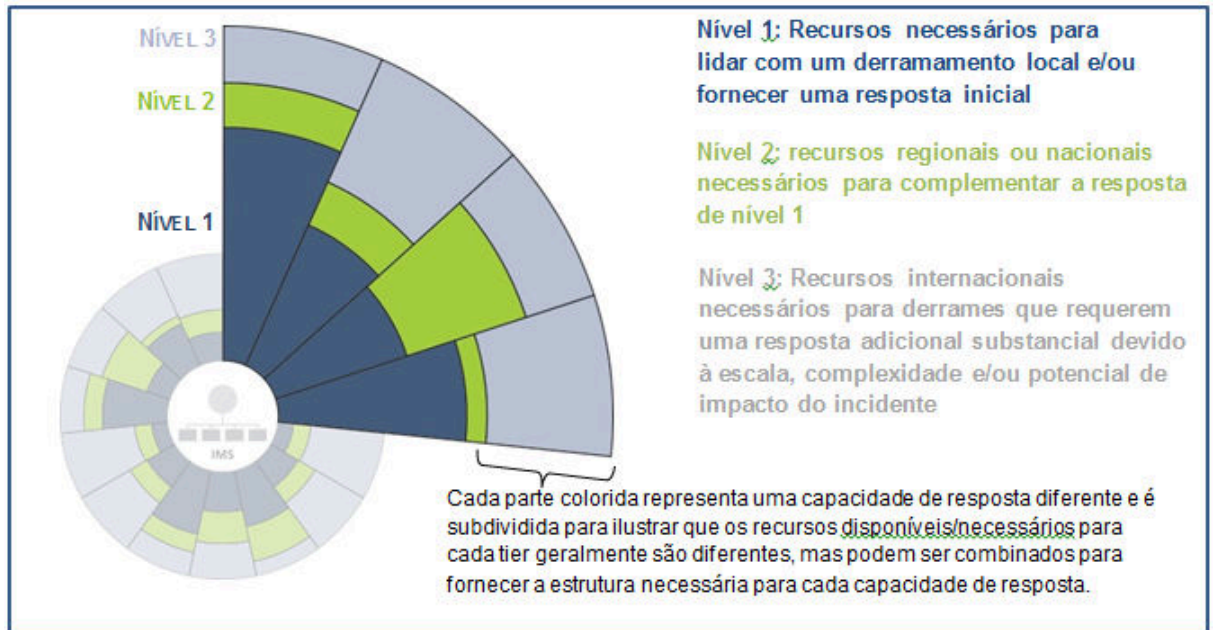
Em função dos tempos de resposta de 2, 6, 12, 36 e 60 horas e da capacidade nominal do recolhedor para cada um deles, é possível especificar os equipamentos das embarcações e, com isso, quantificá-las. Ressalta-se que a mudança no dimensionamento acarretada pela Nota Técnica Nº 03/2013 é importante principalmente para as instalações que possuem como volume de pior caso a perda de controle do poço (*blowout*). Esta alteração, juntamente com a obrigatoriedade de redundância de formação de contenção de óleo para a primeira resposta, acarretou a revisão de diversos planos de emergência da PETROBRAS e o aumento do número de embarcações de recolhimento de óleo dimensionadas.

O documento estabelecido pela indústria e utilizado neste artigo para comparação com a Resolução CONAMA é dividido em duas sessões principais. A primeira descreve o processo de elaboração da análise de risco para vazamentos de óleo em atividades *offshore* e a segunda aborda o uso dos resultados da análise de risco no planejamento da capacidade de resposta para mitigar os possíveis impactos a eles associados. O planejamento da resposta detalhado nesta segunda parte é a principal contribuição do documento no dimensionamento de recursos de resposta a vazamentos de óleo, considerando, em detalhes táticos e logísticos, as estratégias preferenciais e viáveis propostas para abordar os cenários de derrames de óleo identificados na análise de risco.

Para melhorar o entendimento do dimensionamento da capacidade de resposta, levando em consideração a as diretrizes da indústria, é relevante o entendimento de duas ferramentas, a NEBA e o modelo de preparo e resposta em níveis. Desse modo, em alinhamento com a apresentação da IPIECA e IOGP (2015a), a análise de benefício ambiental líquido é um instrumento usado pelos respondedores para fazer as melhores escolhas pensando em minimizar os impactos dos derrames de petróleo nas pessoas e no meio ambiente. Ela pode ser usada pelo planejador para avaliar a estratégia de resposta mais apropriada como parte do desenvolvimento geral do preparo para a resposta e também pode ser utilizada durante a resposta para ajudar a justificar decisões (FOLEY, 2014).

Com relação ao modelo de preparo e resposta em níveis, ele proporciona um método estruturado para se estabelecer a preparação e um mecanismo para se construir o esforço de resposta condizente com as particularidades da emergência (IPIECA; IOGP, 2015b). Os *tiers* representam os vários níveis de capacidade de recursos necessários para atender a uma instalação ou região específica e não representam medições quantitativas de capacidade, podendo ser definidos conforme apresentado na Figura 5 abaixo (IPIECA; IOGP, 2015c).

Figura 5 – Modelo de preparo e resposta em tiers



Fonte: Adaptado IPIECA e IOGP (2015c)

A distinção geográfica é parte central do modelo de preparo e resposta escalonados e permite que a capacidade seja construída em torno da gravidade potencial do incidente e do tempo em que os recursos serão necessários no cenário. Pode-se dizer que o modelo permite principalmente (IPIECA; IOGP, 2015b):

- A integração das capacidades da indústria local, regional e global no planejamento da resposta aos derrames de óleo; e
- Que a indústria possua capacidade de responder de forma eficiente a um derrame de petróleo de qualquer magnitude sem manter todos os de recursos de resposta em cada instalação operacional ou dentro de cada país.

No final do processo de dimensionamento de recursos, o resultado do planejamento para os cenários escolhidos de vazamentos de óleo é um conjunto de requisitos estratégicos, táticos e logísticos que os recursos de resposta organizados em tiers precisarão cumprir. A determinação desses recursos deve abranger o tipo, a quantidade, a localização e os tempos de mobilização de equipamentos e a estrutura organizacional para o gerenciamento efetivo de incidentes (IPIECA; IOGP, 2013).

Desse modo, comenta-se que o dimensionamento da capacidade de resposta seguindo as diretrizes da indústria apresenta orientações gerais de planejamento para combate a derrames de óleo baseando-se nos níveis de risco, não chegando a se aprofundar nos critérios de dimensionamento de cada estratégia prevista, como faz a resolução CONAMA nº 398/2008 com relação à estratégia de contenção e

recolhimento de óleo no mar. Conceitualmente, as diretrizes da indústria sugerem o uso de ferramentas como planos táticos de resposta, NEBA, escalonamento da capacidade de resposta, etc., para o desenvolvimento detalhado das estratégias, procedimentos e recursos necessários, com base nos resultados identificados na etapa de análise de risco ambiental. Dessa maneira, em empreendimentos de maior risco ambiental, são necessários recursos mais robustos e com maior detalhamento da utilização dos mesmos durante o planejamento da resposta enquanto que empreendimentos de menor risco ambiental podem ter seu dimensionamento de recursos com menor nível de detalhe. Desta forma, o dimensionamento de recursos passa a ser proporcional ao risco ambiental.

A síntese da comparação entre as duas abordagens de dimensionamento pode ser resumida conforme o Quadro 1.

Quadro 1. Síntese da comparação das abordagens de dimensionamento

Etapa	CONAMA Nº398/2008	Diretrizes da Indústria	Comentários
Análise de Risco	Identifica volumes de pior caso	Identifica frequência, volume e duração do vazamento	A segunda permite buscar um melhor aproveitamento das informações obtidas na análise de risco
Análise de Consequências	Não realizada para se dimensionar recursos	Utiliza modelagem de óleo e informações de sensibilidade e impacto nos receptores	A maneira que a indústria orienta propicia a identificação da sensibilidade e impactos dos receptores na área com probabilidade de toque de óleo do projeto
Análise de Risco Ambiental	Não realizada	Identifica e categoriza o Risco de dano ambiental	Direciona os esforços no dimensionamento de recursos para os receptores mais vulneráveis.
Determinação e posicionamento dos recursos	Determina o valor do CEDRO e quantifica embarcações	Emprega ferramentas como NEBA, preparo e resposta em tiers e Plano Tático	A segunda desenvolve o planejamento da resposta baseado na análise do risco ambiental do projeto.

Conclusões

O foco do artigo foi demonstrar as principais diferenças e similaridades entre duas possíveis abordagens de dimensionamento da capacidade de resposta a vazamentos de óleo, buscando um melhor entendimento de modelos que vêm sendo discutidos atualmente no Brasil. Observa-se que o preparo, resposta e elaboração de planos de contingência para vazamentos de óleo, levando em consideração o nível de risco das atividades, podem ser considerados um avanço no desenvolvimento e na estruturação do combate a derramamentos, sendo que permite uma priorização da resposta mais adequada para cada cenário específico de vazamento e o esforço na proteção de áreas mais sensíveis e com maior chance de serem expostas ao óleo. Com isso, pode-se dizer que o ponto central das avaliações de risco de derrames de óleo é fornecer indicações amplas de estratégias adequadas, níveis de capacidade de resposta escalonados e priorização de receptores sensíveis.

Assim, pode-se concluir que as diretrizes da indústria para o dimensionamento da capacidade de resposta a vazamentos de óleo se apresentam como mais apropriadas na percepção e identificação dos riscos de atividades *offshore*, aparecendo como uma ferramenta de destaque para a prevenção de danos às populações de áreas litorâneas, por integrarem respostas em múltiplas escalas, que perpassam do nível local para o regional e o nacional, podendo alcançar o global. Se adotados no Brasil, tais procedimentos potencializariam a mitigação de impactos sinérgicos negativos associados aos derrames e vazamentos de óleo, que, ao afetar a produtividade primária dos ecossistemas costeiros, conseqüentemente, afetam de forma indesejável a qualidade de vida das populações dependentes desses recursos naturais.

Referências Bibliográficas

ACSELRAD, Henry; MELLO, Cecília Campello do A.. Conflito social e risco ambiental: o caso de um vazamento de óleo na Baía de Guanabara. In: ALIMONDA, Héctor (Comp.). *Ecología política: Naturaleza, sociedad y utopía*. Buenos Aires: Clacso, 2002. p. 364.

API (Estados Unidos). *Remote Sensing in Support of Oil Spill response*. Washington, 2013.

AVEN, Terje; VINNEM, Jan Erik. On the use of risk acceptance criteria in the offshore oil and gas industry. *Reliability Engineering & System Safety*, [s.l.], v. 90, n. 1, p.15-24, out. 2005. Elsevier BV <http://dx.doi.org/10.1016/j.ress.2004.10.009>.

BRASIL. Lei nº 9.966, de 28 de abril de 2000. Dispõe sobre a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional e dá outras providências.

BRASIL. Resolução Conama nº 293, de 12 de Dezembro de 2001. 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.

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.

BRASIL. Resolução Conama nº 472, de 27 de Novembro de 2015. Dispõe sobre o uso de dispersantes químicos em incidentes de poluição por óleo no mar.

BECK, Ulrich. *La invención de lo político. Para una teoría de la modernización reflexiva*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica, 1999, p. 32.

CALIXTO, Eduardo. *Contribuições para o plano de contingência para derramamento de petróleo e derivado no Brasil*. 2011. 301 p. Tese (Doutorado) – UFRJ/COPPE/Programa de Planejamento Energético. Rio de Janeiro, 2011.

CARVALHO, José Augusto de. Avaliação do desempenho de embarcações recolhedoras de óleo, em áreas de exploração e produção de petróleo. 2013. 87 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

CUNHA, Juliana Falci Sousa Rocha; ROCHA, Virgínia Afonso de Oliveira Morais da. A Sociedade de Risco e o Direito Penal. *Revista da Faculdade de Direito Milton Campos*, Belo Horizonte, v. 26, p.343-360, 2013.

DUARTE JUNIOR, N. de S. F. A Gestão de Riscos do Ponto de Vista da Complexidade. *Banas Qualidade*, n. 233, Ano XXI, out. 2011. Mensal.

FOLEY, Paul. *The risk based alternative to the prescriptive EDRC approach to oil spill preparedness and response. International Oil Spill Conference Proceedings*, [s.l.], v. 2014, n. 1, p.1784-1794, maio 2014. International Oil Spill Conference. <http://dx.doi.org/10.7901/2169-3358-2014.1.1784>.

FONSECA, Sabrina Aparecida Ramos da. *Análise de estratégias de contingência ao derramamento de óleo: estudo de caso do campo de golfinho, espírito santo – Brasil*. 2009. 99 f. TCC (Graduação em Oceanografia) - Departamento de Oceanografia e Ecologia, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2009.

GANTOS, Marcelo Carlos (Coord.). *A caravana territórios do petróleo (livro eletrônico): ressignificando a educação ambiental na Bacia de Campos*. Campos dos Goytacazes, RJ: Eduenf, 2016. 234 p. (Educação e Ensino).

GUIVANT, Julia S.. A teoria da sociedade de risco de Ulrich Beck: entre o diagnóstico e a profecia. **Estudos Sociedade e Agricultura**, Rio de Janeiro, p.95-112, 16 abr. 2001.

IBAMA. Nota Técnica nº 03/2013 - CGPEG/DILIC/IBAMA, 20 de Setembro de 2013.

IMO. *Manual on Oil Spill Risk Evaluation and Assessment of Response Preparedness*. Londres, 2010. 47 p.

INAFUKU, Ligia Yoko; HELAL, Marina Pires. *Avaliação da capacidade de resposta a um acidente envolvendo vazamento de grande magnitude de óleo no mar durante a atividade de perfuração offshore no Brasil*. 2011. 97 f. Monografia (Especialização em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

IPIECA; IOGP. *Oil Spill Risk Assessment and Response Planning For Offshore Installations*. 2013. 152 p.

IPIECA; IOGP. *The use of NEBA in oil spill response*. 2015a. Color.

IPIECA; IOGP. *Tiered preparedness and response: Good practice guidelines for using the tiered preparedness and response framework*. 2015b. 44p.

IPIECA; IOGP. *Tiered preparedness and response*. 2015c. Color.

IPIECA; IOGP (2017). *About oil spill response project*. Disponível em: < <http://www.oilspillresponseproject.org/about-us/>>. Acesso em: 01 de Maio de 2017.

NISSEN-LIE, Torild Ronnaug et al. *Developing a guideline for oil spill risk assessment and response planning for offshore installations*. International Oil Spill

Conference Proceedings, [s.l.], v. 2014, n. 1, p.314-327, maio 2014. International Oil Spill Conference. <http://dx.doi.org/10.7901/2169-3358-2014.1.314>.

OLIVEIRA, Jose Antonio Puppim de. Understanding organizational and institutional changes for management of environmental affairs in the Brazilian petroleum sector. *Utilities Policy*, [s.l.], v. 11, n. 2, p.113-121, jun. 2003. Elsevier BV.

OLIVEIRA, Diego de Brito. *Sensoriamento remoto de derramamentos de óleo no mar*. 2010. 57 f. Monografia (Especialização em Engenharia de Petróleo) - Departamento de Engenharia Química e de Petróleo, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2010.

ROSA, Márcia Ferreira Mendes; MATTOS, Ubirajara Aluizio de Oliveira. A saúde e os riscos dos pescadores e catadores de caranguejo da Baía de Guanabara. *Ciência & Saúde Coletiva*, [s.l.], v. 15, n. 1, p.1543-1552, jun. 2010. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-81232010000700066>.

SALAU, M. A.; ESEZOBOR, D. E; OMOTOSO, M. F. *Risk based assessment for offshore jacket platform in niger delta, nigeria (corrosion and fatigue hazards)*. *Arpn Journal Of Engineering And Applied Sciences*, p. 33-42, dez. 2011.

STOKKE, Kari; RØDAL, Jon. *Risk-Based Oil Spill Emergency Preparedness on the Norwegian Continental Shelf*. International Oil Spill Conference Proceedings, Março 2001, Vol. 2001, No. 1, pp. 345-347. 2001.

SHUOHUI, Zhang *et al.*. *Risk analysis methods in oil spill contingency plans*. 7th Annual General Assembly and Conference AGA-7 2006, pp. 410-417.

VALINHAS, Marcelo Macedo. *Processo de licenciamento ambiental como acoplamento estrutural entre os sistemas de gestão ambiental pública e empresarial: acompanhamento dos impactos da operação da base do parque de tubos*, Macaé – RJ. 2009. 202 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Instituto Federal Fluminense, Macaé, 2009.