

MARINHA DO BRASIL
CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA
ESCOLA DE FORMAÇÃO DE OFICIAIS DA MARINHA MERCANTE

BLENDA DE LIMA GUERRA

DERRAMAMENTO DE PETRÓLEO NO MAR

RIO DE JANEIRO
2015

BLENDA DE LIMA GUERRA

DERRAMAMENTO DE PETRÓLEO NO MAR

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência para obtenção do título de Bacharel em Ciências Náuticas do Curso de Formação de Oficiais de Náutica/Máquinas da Marinha Mercante, ministrado pelo Centro de Instrução Almirante Graça Aranha.

Orientadora: Melissa Menegon.

BLENDA DE LIMA GUERRA

DERRAMAMENTO DE PETRÓLEO NO MAR

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência para obtenção do título de Bacharel em Ciências Náuticas do Curso de Formação de Oficiais de Náutica/Máquinas da Marinha Mercante, ministrado pelo Centro de Instrução Almirante Graça Aranha.

Data da Aprovação: ___/___/___

Orientadora: Melissa Menegon

Assinatura da Orientadora

NOTA FINAL: _____

RIO DE JANEIRO
2015

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me mantido com saúde e força para superar não apenas as dificuldades que tive.

À Escola de Formação de Oficiais da Marinha Mercante, minha tão amada escola, que me proporciona experiências únicas e conhecimentos, que são os únicos bens que nada, nem ninguém pode tirar de um ser humano.

À minha dedicada orientadora, Melissa Menegon, sempre disposta a me ajudar e me fornecer meios de pesquisa, além de ter se mostrado uma importante fonte de apoio psicológico e emocional, conseguindo ser ao mesmo tempo firme e amiga.

Aos meus pais, por serem desde sempre o meu alicerce, me incentivando e me apoiando incondicionalmente.

À minha irmã, que sempre esteve ao meu lado nos bons e maus momentos, me ajudando a cada etapa.

Aos meus colegas e amigos da Turma 2013, especialmente às alunas do meu camarote, pois sempre me deram força quando eu mais precisei e a quem eu nunca poderei medir esforços, sempre que puder ajudar.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigada.

RESUMO

Este Trabalho de Conclusão de Curso visa identificar os danos ambientais decorrentes de incidentes de poluição marítima por derramamento de petróleo e derivados, apresentando o cenário que propicia tais ocorrências e a sensibilidade ambiental a essas substâncias, prevista no Índice de Sensibilidade Ambiental (ISA) da *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA), por ser este adotado no Brasil e em outros países. Será proposto, como chave para a abordagem do tema, um método de classificação para a determinação da categoria dos danos existentes, a partir do qual será feita a análise de dois incidentes de derramamento de petróleo, ocorridos no Brasil, e, apresentando assim, suas respectivas conclusões. Cabe ainda ressaltar que: a evolução metodológica de propostas ao mapeamento de derramamentos de tais substâncias, como a que será apresentada no decorrer deste trabalho, está ainda em desenvolvimento, uma vez que, ambientalmente, o mundo encontra-se desprovido de um sistema que seja mundialmente aceito.

Palavras-chave: identificação de danos ambientais, derramamento de petróleo, sensibilidade ambiental.

ABSTRACT

This Course Completion Assignment aims to identify the environmental damages caused by incidents involving marine oil spills and its derivatives, presenting the scenery that provides such events to occur and the environmental sensitivity to these substances, foreseen in the Environmental Sensitivity Index (ESI) by the National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), for it has been adopted in Brazil and other countries. A purpose will be released, as a key to the approach of the subject, a method of classification to the determination of the category of environmental damages, from which an analysis of two incidents involving oil spill, both occurred in Brazil, and then presenting their respective conclusions. It is worth to emphasize that: the methodological evolution of purposes that would lead to the mapping of marine spills of such substances, as this one that is being presented in this assignment, is still in development, once, environmentally speaking, the world is devoid of a system that is globally accepted.

Keywords: identification of environmental damages, oil spill, environmental sensitivity.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Aterro industrial de Tremembé, no Estado de São Paulo.	14
Figura 2: Ave marinha contaminada por petróleo no acidente com a Plataforma <i>Deep Horizon</i> no Golfo do México, em 2010.....	19
Figura 3: Ave contaminada pelo petróleo derramado no mar de Magdalena, na Argentina, em 1999.....	23
Figura 4: Gráfico de estimativa do Nível de Risco, considerando os parâmetros das classificações das Probabilidades de Ocorrência (PO) e das Amplitudes das Consequências (AC).....	27
Figura 5: Mancha de óleo que chegou a cobrir totalmente um dos braços do rio Barigui.....	28
Figura 6: Procedimento de contenção da mancha de óleo nos braços do rio Barigui.....	30
Figura 7: Tarefas de limpeza das praias.....	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Quadro de classificação dos grupos de óleos e suas respectivas descrições	17
Tabela 2: Quadro das medidas de contenção e remoção em caso de derramamento de óleo .	21
Tabela 3: Classificação das Probabilidades de Ocorrência	24
Tabela 4: Classificação da Amplitude das Consequências.....	25
Tabela 5: Graus de Aceitabilidade do Risco	27

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AC: Amplitude da Consequência;

API: American Petroleum Institute (Instituto Petrolífero Americano);

FEMA: Fundo Estadual do Meio Ambiente;

IAP: Instituto Ambiental do Paraná;

NR: Nível de Risco;

PETROBRAS: Petróleo Brasileiro S/A;

PO: Probabilidade de Ocorrência;

REPAR: Refinaria Presidente Getúlio Vargas;

SMA: Secretaria do Meio Ambiente;

TEBAR: Terminal Marítimo Almirante Barroso;

UFPR: Universidade Federal do Paraná;

UFRJ: Universidade Federal do Rio de Janeiro;

VI: Valores de Intervenção.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. OBJETIVOS	11
2.1. OBJETIVO GERAL	11
2.2. OBJETIVO ESPECÍFICO	11
3. JUSTIFICATIVA	12
4. REVISÃO DA LITERATURA	13
4.1. PETRÓLEO: A SUBSTÂNCIA.....	13
4.2. PETRÓLEO E O MEIO AMBIENTE	15
4.3. DERRAMAMENTO DE PETRÓLEO NO MAR.....	16
4.4. POSSÍVEIS MEDIDAS DE CONTENÇÃO DOS DERRAMES	20
4.5. A DETERMINAÇÃO DOS DANOS AMBIENTAIS	21
4.6. ANÁLISE DE RISCO	23
5. ANÁLISE DE CASO.....	28
5.1. EVENTO “A”	28
5.2. EVENTO “B”	31
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	33
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35

1. INTRODUÇÃO

A poluição do ambiente marinho por petróleo a tempos deixou de ser preocupação apenas de ambientalistas e demais profissionais envolvidos no transporte marítimo. Esta questão vem sendo pauta de inúmeros debates, no âmbito global. Derramamentos de petróleo no mar provocam verdadeiras catástrofes ambientais, com danos incalculáveis e muitas vezes irreversíveis ao meio ambiente, sendo as regiões costeiras as mais sujeitas aos impactos.

No caso peculiar da indústria petroleira, sua ascensão ao topo do *ranking* dos mais visados pelas autoridades ambientais no globo se deve ao fato de que representa um potencial e alarmante risco para o meio ambiente. Atualmente, existem mais de três mil e quinhentos petroleiros em operação no mundo. Dentre eles, estão os maiores navios do mundo, que podem carregar mais de meio milhão de toneladas de óleo cru. Assim, pode-se imaginar o que o derrame de petróleo em apenas uma dessas embarcações ocasionaria: tragédia. Infelizmente, pode-se também citar os famosos e lamentáveis casos de derrames já ocorridos: Argo Merchant (dezessete mil metros cúbicos) e Amoco Cadiz (sessentos e vinte e dois mil metros cúbicos), acontecidos no Mar do Norte; Exxon Valdez (quarenta mil metros cúbicos), no Alasca; e o derrame acontecido na Baía de Guanabara em 2000 (mil metros cúbicos).

Sendo o último caso o de menor magnitude em relação aos demais mencionados, pode-se pensar que foi o de menos impacto ao ambiente. Porém, pelo evento ter ocorrido dentro de uma baía, seus efeitos são muito nocivos para o ecossistema local. Além disso, os impactos que tal evento poderá causar são variáveis que abrangem desde pequenos danos econômicos, como problemas causados na indústria pesqueira local, até inutilização de regiões turísticas. Portanto, cada derrame deve ser estudado isoladamente pois cada um deve implicar em tipos de danos diferentes, dependendo das condições ambientais, do tipo de óleo, do volume e do ecossistema atingido.

Para tais fins de estudo, este trabalho propõe uma metodologia de avaliação para identificação dos danos ambientais decorrente de incidentes de derramamento de petróleo e derivados em ambientes marinhos, visando à classificação e à determinação da categoria de tais danos.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste Trabalho de Conclusão de Curso é mensurar a potência com a qual incidentes envolvendo derramamentos de petróleo poderão afetar o meio ambiente marinho, estudando, neste contexto, quais fatores deverão ser inseridos e mensurados.

2.2. OBJETIVO ESPECÍFICO

O objetivo específico deste Trabalho de Conclusão de Curso é propor uma metodologia de avaliação para identificação do dano ambiental decorrente de incidentes de poluição marítima por derramamento de petróleo e derivados, visando à classificação e a determinação da categoria dos danos existentes.

3. JUSTIFICATIVA

A importância da escolha deste tema para o Trabalho de Conclusão de Curso se evidencia não apenas por ser este um dos temas mais discutidos na atualidade, no âmbito ambiental, mas pelo entendimento de que, especialmente para a profissão de Oficial de Náutica da Marinha Mercante, este estudo será constante, uma vez que a evolução da ciência humana continua a se desenvolver, buscando, dentre outras urgências às suas necessidades, a preservação e recuperação do meio ambiente.

4. REVISÃO DA LITERATURA

4.1. PETRÓLEO: A SUBSTÂNCIA

O petróleo é uma fonte de energia não renovável, de origem fóssil e é matéria prima das indústrias petrolífera e petroquímica. O petróleo bruto possui em sua composição uma cadeia de hidrocarbonetos, cujas frações leves formam gases e as frações pesadas o óleo cru. A forma com que esses percentuais de hidrocarbonetos são distribuídos define os diversos tipos de petróleo existentes no mundo.

O primeiro impacto da exploração do petróleo ocorre ainda nas etapas de seu estudo sísmico. Estudo esse que permite a identificação das estruturas do subsolo, tendo como base a velocidade de propagação do som e suas reflexões nas diversas camadas do subsolo. Esses dados sísmicos são coletados por meio de uma rede de microfones no solo, que receberão o retorno em forma de ondas sonoras provocadas por explosões efetuadas na superfície. No caso do mar, essas explosões são efetuadas em navios canhões de ar comprimido, com o arraste de microfones na superfície da água.

Junto com toda a produção de petróleo, existe uma produção de água, cuja quantidade depende de mecanismos naturais ou artificiais de produção e das características de composição das rochas reservatórios. Essa água produzida da rocha reservatório é identificada pela sua salinidade e composição de sais. Cuidados especiais devem ser tomados com o descarte destas águas produzidas.

Por ocasião das operações de perfuração de poços de petróleo, requer-se um fluido de perfuração, cuja composição química induz a comportamentos físico-químicos desejados, para permitir um equilíbrio entre as pressões das formações e a pressão dentro dos poços. Equilíbrio esse fundamental pois impede que o fluido de perfuração invada a formação de petróleo danificando a capacidade produtiva do poço, bem como impede que o reservatório de petróleo possa produzir de forma descontrolada para dentro do poço, provocando o chamado “kick” de óleo ou gás. Portanto, é fundamental que esses fluidos e produtos sejam devidamente armazenados e manipulados, evitando um impacto ecológico localizado.

Para análise das formações atravessadas pelo poço perfurado são utilizadas ferramentas de perfilagem radioativas e todo o cuidado tanto com os fluídos utilizados para amortecimento dos poços com a manipulação, transporte e armazenagem dessas ferramentas, deve ser tomado.

A partir deste ponto, todas as etapas envolvem operações que requerem tratamentos residuais que propiciem tratamento físico-químico e biológico de todas as substâncias envolvidas no processo adequado, inclusive as que serão descartadas. Fato que por sua vez, requer inovações tecnológicas que vem permitindo a reutilização de resíduos que antes, eram descartados. Ressalta-se também que as refinarias tem desenvolvido sistemas de tratamento que propiciam tais tratamentos, pois além de minimizar a geração de resíduos que seriam descartados, as refinarias realizam coleta seletiva, que permite a reciclagem para utilização própria ou venda a terceiros. Os resíduos descartados são então tratados em unidades de recuperação de óleo e de biodegradação natural, onde microrganismos dos solos degradam os resíduos oleosos. Os demais resíduos sólidos são enclausurados em aterros industriais constantemente controlados e monitorados, como o da figura abaixo:

Figura 1: Aterro industrial de Tremembé, no Estado de São Paulo.



Fonte: Google Imagens (2015).

Além disso, vem sendo exigido às refinarias para processar petróleos brasileiros com baixo teor de enxofre, que dão origem a combustíveis menos poluentes.

4.2. PETRÓLEO E O MEIO AMBIENTE

O petróleo é considerado um produto perigoso e seu transporte e manuseio oferecem riscos ao meio ambiente e à segurança humana, ou seja, caso este produto seja liberado, há um potencial risco de danos materiais e humanos, desde enfermidade até a morte, resultante da exposição de pessoas, animais ou vegetais a agentes ou condições ambientais potencialmente perigosas.

O comércio internacional de petróleo baseia-se essencialmente no transporte marítimo, que vem expandindo bastante pelo aumento tanto da frota de petroleiros como do tamanho de tais navios. Isto faz com que a probabilidade de ocorrências de acidentes aumente exponencialmente, bem como as consequências de tais acidentes sejam ainda mais graves, se tornando muitas vezes irreversíveis.

Mares e oceanos são fontes abundantes de recursos biológicos e naturais. Sua importância é incomensurável ao clima da Terra, superando até mesmo o papel das florestas tropicais. Dele, o homem faz também sua fonte de alimentos, emprego, comunicação, transporte e comércio. Portanto, é vital que, no âmbito ambiental, sua preservação seja efetuada, mantida e inovada, sempre que possível.

É sabido que a maior parte do óleo que chega aos oceanos é proveniente de eventos menos agudos, como descargas rotineiras de navios, poluição atmosférica e óleo lubrificante descartado em águas pluviais. Entretanto, são os derramamentos provenientes de dutos e navios que recebem maior apelo para seu combate, dada a grande visibilidade e pelas consequências trágicas que a poluição aguda pode provocar sobre os ecossistemas atingidos.

É sabido também que no Brasil, a maior parte do petróleo e derivados é transportada por navios petroleiros, que como já supracitado, representa uma das principais causas da poluição acidental por óleo.

No que se refere ao ambiente marinho, a poluição por óleo apresenta consequências drásticas como a morte instantânea do plâncton ou ainda, a bioacumulação, que é o fenômeno através do qual os organismos vivos acabam retendo dentro de si algumas substâncias tóxicas que vão se acumulando também nos demais seres da cadeia alimentar até chegar ao homem, sendo um processo lento de intoxicação e muitas vezes letal.

Ressalta-se ainda que o petróleo sofre alterações em sua composição quando derramado no mar, devido ao processo de intemperismo do óleo. Conforme será estudado no próximo subitem.

4.3. DERRAMAMENTO DE PETRÓLEO NO MAR

O óleo, por si só, é uma mistura complexa que contém uma grande quantidade de substâncias químicas, possuindo em sua constituição diferentes características físicas, químicas e toxicológicas, as quais se alteram ao longo do tempo, quando despejado em ambientes marinhos. Essas alterações fazem parte de um processo denominado intemperismo do óleo.

As primeiras transformações sofridas pelo petróleo e seus refinados, por ocasião de seu derramamento, são as de suas características físicas, tais como a sua densidade, viscosidade, ponto de escoamento e solubilidade, sem que haja alterações na natureza química dos seus componentes. Ocorrendo ainda, o espalhamento do produto derramado e a evaporação dos componentes leves, seguidos da dissolução das frações solúveis, emulsificação decorrente da hidrodinâmica e a sedimentação por aderência de partículas suspensas na coluna d'água.

Ocorrem ainda processos mais lentos, que altera a natureza química dos componentes, como a oxidação química ou foto química microbiana, que podem se estender de meses a anos atuando sobre o produto já envelhecido.

Podemos classificar o óleo, em geral, em dois grandes grupos: óleos não persistentes, ou seja, que tendem a desaparecer rapidamente da superfície do mar, como a gasolina, nafta, querosene e demais óleos leves; e óleos persistentes, que são os que dissipam mais vagarosamente e são os chamados óleos crus. Essa característica chamada persistência, depende da sua gravidade específica, que é a sua densidade em relação à água pura. Pode ser estudada de acordo com sua densidade específica e seu grau API (*American Petroleum Institute*). Deste estudo temos a nossa primeira tabela:

Tabela 1: Quadro de classificação dos grupos de óleos e suas respectivas descrições.

Grupo	Descrição
Grupo I	Óleos leves, que pouco se misturam com a água do mar, apresentando alta taxa de evaporação e maior concentração de compostos aromáticos, sendo mais tóxicos aos organismos aquáticos.
Grupo II	Óleos leves nos quais a emulsão água-óleo é maior do que no grupo anterior, degradando-se naturalmente entre três e quatro dias.
Grupo III	Óleos pesados, que se misturam com a água do mar, a qual começa a se degradar nos dois primeiros dias, mas persiste ainda em pequenas quantidades até seis ou sete dias.
Grupo IV	Óleos pesados, onde ocorre pouca mistura do óleo com a água e o tempo de permanência no meio ambiente é o maior de todos, com tendência de formar placas densas, principalmente no sedimento. Estes tendem a permanecer mais tempo no meio ambiente, dissipando-se lentamente e atuando nos organismos principalmente por efeitos físicos.

Fonte: a Autora (2015).

Cabe também ressaltar que os óleos de um determinado grupo podem se comportar como se fosse de outro, dependendo das condições oceanográficas e climáticas por ocasião do derramamento.

De maneira geral, os derrames de óleos causam sérios impactos tanto nas atividades litorâneas quanto às atividades marítimas, propriamente ditas. E esses consequentes danos podem ser temporários, como na maioria dos casos, quando são causados apenas pelas características físicas dos óleos. Entretanto, em algumas situações, consideradas ainda mais graves, muitos anos podem ser necessários para que haja recuperação e, em raras ocasiões, os danos serão irreparáveis.

Antes ainda de considerar os danos, deve-se compreender que o óleo derramado pode estar em mar aberto e oceanos ou em águas costeiras e interiores e posteriormente atingir a costa. Considera-se também que o já citado tempo de permanência do óleo em ambientes de alta energia de ondas e marés, que tende a ser menor do que em ambientes abrigados, pois esta energia geradora de ondas e marés causam uma aceleração na limpeza natural e a reconfiguração da linha costeira intermarés, e as correntes marítimas criadas junto à costa, pela refração/reflexão das ondas, podendo também, afastar o óleo da costa e minimizar os efeitos.

As consequências mais sérias e de longo prazo de um derramamento de petróleo são encontradas nas situações em que o óleo se acumula nos sedimentos de zonas costeiras rasas com pouca renovação de água, especialmente nos ecossistemas de mangues costeiros, pântanos salgados e recifes de corais. E nesses casos específicos, tanto o impacto agudo, o qual considera-se letal, afetando tanto à fauna quanto à flora locais.

O impacto provocado pelo óleo em ambientes marinhos é determinado pela toxicidade e efeitos de mancha resultantes de sua composição química, bem como pela diversidade e variabilidade dos sistemas biológicos e sua sensibilidade a esse tipo de poluição. Esses impactos podem ser divididos em dois grandes grupos: os de impactos diretos e indiretos.

Os impactos diretos são impactos resultantes de situações de sufocamento, ou seja, quando animais ou vegetais acabam cobertos pelo óleo, o que impede que façam trocas com o meio ambiente para suas necessidades vitais como a respiração, fotossíntese, transpiração, etc. Além disso, dentro desse grupo é observada também a exposição tóxica, com efeitos tóxicos diretos que podem afetar os animais através da ingestão, absorção, inalação, etc. Já mortalidade das plantas, nesse processo, pode ocorrer pelo contato ou exposição direta com o óleo ou pela absorção do óleo presente nos sedimentos contaminados, através das raízes. Essa toxicidade pode ser aguda (em curto período de tempo, mas em elevadas concentrações) ou crônica (em longo período de tempo, mas em baixas concentrações).

Já os impactos indiretos podem ser observados por exemplo pela perda do habitat ou fonte de alimentação. A mortalidade das plantas e animais de níveis inferiores da cadeia alimentar afetará indiretamente animais e plantas que dependem deles. Podem ser utilizados como exemplos de impactos indiretos também as implicações socioeconômicas do derramamento de óleo.

Figura 2: Ave marinha contaminada por petróleo, no acidente com a Plataforma *Deep Horizon*, no Golfo do México, em 2010.



Fonte: Lucy Nicholson, da *Reuters* (2010).

4.4. POSSÍVEIS MEDIDAS DE CONTENÇÃO DOS DERRAMES

Para que tais medidas que visam à minimização dos danos ambientais provocados por derramamentos de petróleo sejam adequadamente escolhidas e aplicadas, são necessárias ações iniciais no sentido de se conhecer o cenário envolvido no acidente, para que se defina as estratégias de combate e dimensionamento dos recursos necessários para uma resposta efetiva. As ações propriamente ditas, incluem a contenção e remoção do produto do mar e a limpeza dos ambientes costeiros atingidos por meio de técnicas apropriadas.

Durante o incidente, a avaliação preliminar do vazamento do óleo deverá ser adotada como primeira medida, orientando o desenvolvimento das ações iniciais de combate. Tais ações serão periodicamente reavaliadas em função de mudanças no deslocamento da mancha e das alterações no comportamento do óleo em ambientes marinhos, provocadas pelo já citado intemperismo do óleo.

A eficiência dessas medidas está associada à seleção do equipamento e seu uso adequado e baseada no grau de contaminação por óleo, tipo de óleo, os tipos de substrato, além da sensibilidade das comunidades biológicas encontradas na área afetada e as condições das correntes, ondas e ventos. Os estragos provocados na costa e as ameaças a outras áreas podem ser reduzidos pelo uso de equipamentos adequados à contenção e recuperação.

Em caso de acidente de vazamento de óleo é de suma importância a análise detalhada das ações de contingências adotadas durante o derrame, afim de que se possa mensurar os impactos causados ao meio ambiente em função das referidas ações.

As ações emergenciais não se encerram com o final das atividades de contenção e recolhimento de óleo. Essas ações envolvem inclusive o gerenciamento dos resíduos oleosos constituídos por substâncias sólidas, sejam elas areia ou terra, como também por misturas oleosas recolhidas nas operações de mar.

A Secretaria do Meio Ambiente (SMA), através de órgãos estaduais, controla, fiscaliza, monitora e licencia atividades geradoras de poluição. Através dela, temos a seguinte tabela, com alguns pontos que devem ser observados, por ocasião da avaliação inicial de uma ocorrência de derramamento de óleo, bem como suas respectivas descrições:

Tabela 2: Quadro das medidas de contenção e remoção em caso de derramamento de óleo.

Ação de resposta	Descrição
Comunicação da ocorrência	Identificação da fonte geradora, data, horário e descrição do acidente.
Recursos necessários	Utilização de cartas topográficas, náuticas e tábuas de marés para orientar as vistorias.
Aspectos de segurança	Preparo e capacitação das pessoas envolvidas na situação de risco.
Monitoramento	Vistorias aéreas, marítimas e terrestres.
Contenção	Deve ser rápida e com utilização de barreiras de contenção.
Remoção	Deve recolher o óleo derramado e evitar danos maiores ao meio ambiente.
Tratamento e destinação	Gerenciamento dos resíduos oleosos como areia contaminada e óleo retirado do mar.

Fonte: a Autora (2015).

4.5. A DETERMINAÇÃO DOS DANOS AMBIENTAIS

Estimar os danos ambientais provenientes de atividades humanas é uma tarefa complexa por envolver diversos aspectos. A relação dose-efeito das substâncias tóxicas nem sempre é conhecida, devido às inúmeras espécies de substâncias. Não se conhecem também todos os efeitos de perda ou diminuição de uma população qualquer sobre os ecossistemas. Logo, estamos longe de quantificar sequer aproximadamente todos os danos da poluição, por assim dizer.

Poluir significa sujar, macular, manchar. O ato ou efeito de poluir é designado de poluição. Entretanto, há uma grande dificuldade para se estabelecer uma classificação ambiental baseada em grau de sujidade, devido à impossibilidade de se fixar uma unidade padrão deste fator que pode ser originado em diferentes circunstâncias.

A poluição é considerada, juridicamente, como a inclusão de qualquer fator ao ambiente que provoque alteração de suas qualidades naturais, impondo ao vizinho condições modificadas de *habitat*.

A Política Nacional do Meio Ambiente, na Lei Federal nº 6.938/81, em seu Artigo 3º, define poluição como “a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente prejudiquem à saúde, à segurança e ao bem-estar da população; criem condições adversas às atividades sociais e econômicas; afetem desfavoravelmente a biota; afetem às condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente; lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos. ”

Sob o ponto de vista biológico, a indicação de que houve poluição se dá quando compostos ou microrganismos indesejáveis penetram em um ambiente, alterando às suas propriedades químico-físicas, colocando em perigo o equilíbrio da composição e distribuição das populações.

A chamada Área Contaminada sob Investigação é uma área onde houver constatação da presença de contaminantes no solo ou na água subterrânea em concentrações acima dos chamados Valores de Intervenção (VI), indicando a necessidade de ações para resguardar os receptores de risco, devendo assim, adotar-se os procedimentos de gerenciamento de áreas contaminadas, segundo a SMA.

O valor VI, já citado, é a concentração de determinada substância no solo ou na água subterrânea acima da qual existem riscos potenciais, diretos ou indiretos, à saúde humana, considerado um cenário de exposição genérico.

De maneira geral, as concentrações de poluentes e o impacto sobre a fauna e flora no local do derramamento de petróleo, deverão ser obtidos através de ensaios ecotoxicológicos, análises químicas em amostras de água e sedimentos, ou ainda nas investigações hidrogeológicas da região afetada.

Figura 3: Ave contaminada pelo petróleo derramado no mar de Magdalena, na Argentina, em 1999.



Fonte: Portal *BBC – Mundo* (1999).

4.6. ANÁLISE DE RISCO

Acidentes são eventos que não estão programados para ocorrer dentro do processo normal de produção, e que se caracterizam por uma sequência de eventos inicialmente descontrolados, provocados por uma falha qualquer, de equipamentos, humana ou externa, e que podem ocasionar danos tanto financeiros, como a perda de produção, destruição de equipamentos, dentre outros, bem como danos ambientais.

A avaliação dos impactos ambientais que um empreendimento pode causar, como consequência de eventos inesperados, não-planejados ou indesejados, ou seja, os acidentes, existem diversas técnicas, entre elas e uma das mais utilizadas é a Análise de Risco.

A Análise de Risco consiste em um conjunto de técnicas ou métodos aplicados a uma atividade proposta ou existente com o objetivo de se identificar e avaliar o risco à própria

empresa, à população vizinha ou ao meio ambiente, gerado pela atividade em questão, em termos de frequência e consequências, e propor medidas de redução da vulnerabilidade com critérios de aceitação previamente estabelecidos.

Sabe-se que o risco é constituído por dois fatores: a probabilidade de ocorrência e a amplitude da consequência, que devem ser estimados para que se avalie o chamado Nível de Risco.

A Probabilidade de Ocorrência por ano (PO) é o critério adotado que tem como base a experiência prática dos profissionais envolvidos, para tanto, deverá ser utilizada a tabela a seguir para a determinação da PO:

Tabela 3: Classificação das Probabilidades de Ocorrência.

Classe	Denominação	Descrição
A	Extremamente remota	Teoricamente possível, mas de ocorrência improvável ao longo da vida útil da instalação.
B	Remota	Ocorrência não esperada ao longo da vida útil da instalação.
C	Improvável	Baixa probabilidade de ocorrência ao longo da vida útil da instalação.
D	Provável	Ocorrência provável de ocorrer uma ou outra vez ao longo da vida útil da instalação.
E	Frequente	Ocorrência esperada de ocorrer uma ou outra vez, num período de dez anos.
F	Muito frequente	Ocorrência esperada de ocorrer uma ou outra vez, num período de um ano.
G	Rotineira	Ocorrência esperada de ocorrer uma ou outra vez, num período de um mês.

Fonte: a Autora (2015).

Em seguida, deve-se estimar a Amplitude da Consequência (AC), que é o segundo parâmetro para a determinação do Nível de Risco. Tal parâmetro baseia-se em fatores como experiência, localização do empreendimento, registros históricos, quantidades envolvidas, grau de periculosidade do processo envolvido e etc, tal qual mostra a tabela a seguir:

Tabela 4: Classificação da Amplitude das Consequências. (Continua).

Classe	Denominação	Descrição
I	Desprezível	<ul style="list-style-type: none"> • Não provoca impactos ambientais; • Não provoca lesões, nem danos à saúde de funcionários e terceiros; • Não provoca danos a materiais, equipamentos e instalações; • Não provoca parada de produção ou atrasos significantes; • Não provoca nenhuma alteração na qualidade do produto; • Pode provocar insignificante repercussão entre os funcionários e terceiros, dentro da propriedade e nenhuma na comunidade.
II	Marginal	<ul style="list-style-type: none"> • Provoca impactos leves e reversíveis ao meio ambiente, internamente à propriedade; • Provoca lesões ou perturbações leves à saúde de funcionários e terceiros, quando dentro da propriedade. Nenhum dano à comunidade é notado. • Provoca danos de pequena natureza aos materiais, equipamentos e instalações; • Provoca parada de produção de curta duração; • Provoca pequena alteração na qualidade do produto detectável ainda no processo ou pelo cliente, porém, sem danos maiores. • Pode provocar uma repercussão significativa entre funcionários e terceiros, dentro da propriedade e ainda, repercussão pouco significativa, dentro da comunidade.
III	Crítica	<ul style="list-style-type: none"> • Provoca danos severos e, às vezes, irreversíveis ao meio ambiente, internamente à propriedade. E danos de gravidade leve fora da propriedade, às vezes, irreversíveis; • Provoca lesões e perturbações com certa gravidade à saúde de funcionários ou terceiros, quando dentro da propriedade, e lesões e perturbações de gravidade leve à saúde de membros da comunidade; • Provoca danos de grande natureza aos materiais, equipamentos e instalações da propriedade, e danos razoáveis na comunidade. Exige ações corretivas imediatas para evitar seu desdobramento catastrófico; • Provoca parada de produção de longa duração; • Provoca grande alteração na qualidade do produto, passível de não ser detectada quando em processo. • Pode provocar grande repercussão entre funcionários e terceiros, dentro da propriedade e ainda, repercussão significativa, dentro da comunidade.

Tabela 4: Classificação da Amplitude das Consequências. (Continuação).

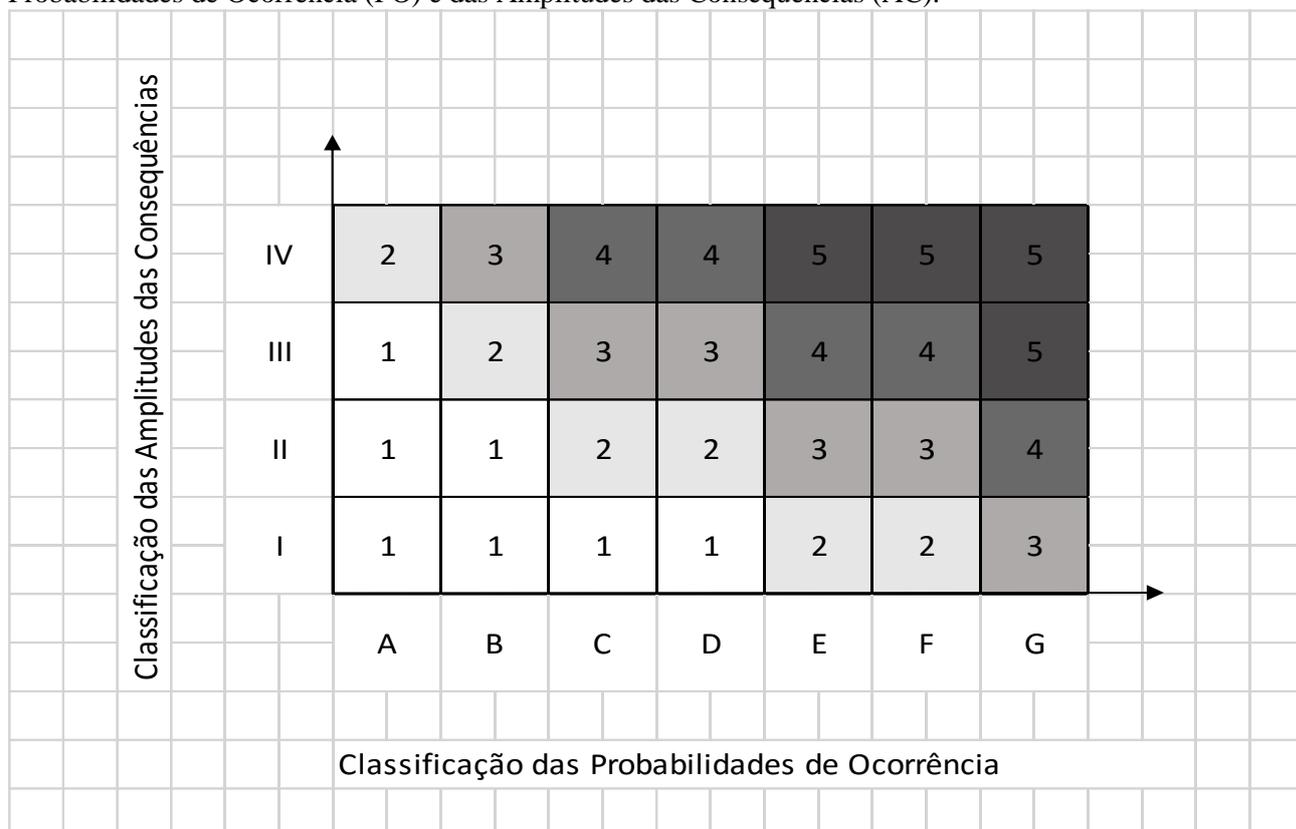
IV	Catastrófica	<ul style="list-style-type: none"> • Provoca danos severos e irreversíveis ao meio ambiente, internamente e externamente à propriedade; • Podem provocar mortes, lesões graves, danos irreversíveis à saúde dos funcionários e terceiros. • Podem provocar destruição total de materiais, equipamentos e instalações, internamente e externamente à propriedade; • Pode provocar parada permanente de produção com destruição da planta ou parte significativa dela; • Provoca graves alterações na qualidade do produto, com grande repercussão na opinião pública. Ações indenizatórias coletivas podem ocorrer; <p>Pode provocar grande repercussão entre funcionários e terceiros, dentro da propriedade e ainda, grande repercussão com razoável duração, dentro da comunidade.</p>
----	--------------	---

Fonte: a Autora (2015).

A avaliação do Nível de Risco (NR) à qual são submetidas as partes interessadas, é uma conjugação dos resultados da Amplitude das Consequências, com a Probabilidade de Ocorrência.

Assim, mensurar a que Nível de Risco o meio ambiente está exposto, nos casos de derramamento de petróleo, foi desenvolvida uma matriz de risco dada pelo gráfico da figura a seguir:

Figura 4: Gráfico de estimativa do Nível de Risco, considerando os parâmetros das classificações das Probabilidades de Ocorrência (PO) e das Amplitudes das Consequências (AC).



Fonte: a Autora (2015).

Assim, uma vez estimado o Nível de Risco, convencionou-se então uma terceira classificação para se estipular riscos aceitáveis e não-aceitáveis, ou seja, o grau de aceitação do risco. Tal classificação é evidenciada pela seguinte tabela:

Tabela 5: Graus de Aceitabilidade do Risco.

Número	Denominação	Descrição
1	Desprezível	Aceitável
2	Menor	Aceitável, sujeito à melhoria
3	Moderado	Aceitável, esporadicamente
4	Sério	Não aceitável
5	Crítico	Absolutamente, não aceitável

Fonte: a Autora (2015).

5. ANÁLISE DE CASO

Neste capítulo, serão realizadas duas análises de casos práticos, onde deverá ser aplicado o método descrito neste trabalho, utilizando todo o acervo teórico.

5.1. EVENTO “A”

Por volta de uma hora da tarde do dia dezesseis de julho do ano dois mil, deu-se início ao derramamento de óleo da Refinaria Presidente Getúlio Vargas (REPAR) da PETROBRAS, *Petróleo Brasileiro S/A*, no município de Araucária, no estado do Paraná, no Brasil.

Figura 5: A mancha de óleo chegou a cobrir totalmente um dos braços do rio Barigui.



Fonte: Portal G1, Globo (2000).

Foram despejados nos rios Barigui e Iguaçu, na região metropolitana de Curitiba, Araucária, quatro milhões de litros de óleo cru, por causa de uma ruptura da junta de expansão de uma tubulação da própria Refinaria Presidente Getúlio Vargas, a chamada REPAR, da empresa estatal PETROBRAS, enquanto o óleo era transferido do terminal marítimo de São Francisco do Sul, em Santa Catarina, para a REPAR.

O acidente levou cerca de duas horas para ser detectado, configurando um dos maiores desastres ambientais provocados pela PETROBRAS, em sua história. O insumo percorreu aproximadamente três quilômetros dentro da área da REPAR, chegando então, ao rio Barigui. Pouco tempo depois, o conteúdo acabou por atingir também o rio Iguaçu.

Um laudo realizado por uma comissão formada por três funcionários da PETROBRAS e dois professores da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e da Universidade Federal do Paraná (UFPR) apontou que o que desencadeou o derramamento do óleo foi uma falha humana. Foi divulgado na época, que um operador, com mais de dezesseis anos de serviço, não abriu uma válvula que permitiria a entrada do óleo bombeado do terminal de São Francisco do Sul para um dos dez tanques da REPAR. Conforme a pressão do óleo nas tubulações aumentava, um dos dutos não suportou e deu-se então, início ao vazamento desenfreado.

Apenas em dois mil e treze, treze anos após o trágico evento ocorrido, a empresa estatal, PETROBRAS, foi condenada a pagar uma multa de cerca de um virgula quatro bilhões de reais e, ainda, ser responsabilizada pela recuperação da área.

O valor da indenização, conforme aponta a decisão, deverá ser revertido em favor do Fundo Estadual do Meio Ambiente (FEMA), criado em setembro do ano dois mil, pelo próprio estado do Paraná. Tal fundo visa concentrar recursos destinados a financiar projetos para o controle, preservação, conservação ou recuperação do meio ambiente, e entre seus recursos estão as multas ambientais.

Em via de recuperação da área, a empresa deverá prover a recuperação total da flora local por meio de um planejamento de ações de recuperação que deve ser entregue ao Instituto Ambiental do Paraná, o IAP, que por sua vez, deverá aprovar a proposta. Além disso, a Justiça obriga ainda, a empresa a monitorar a chamada “sanidade dos peixes”, fazendo com que a água dos rios atingidos seja monitorada constantemente e proceder também com as manobras de descontaminação do solo.

Figura 6: Procedimento de contenção da mancha de óleo nos braços do rio Barigui.



Fonte: Portal G1, Globo (2001).

Considerando os fatos supracitados, pode-se classificar o evento da seguinte forma:

- Quanto à Classificação das Ocorrências: Classe C, de denominação Improvável;
- Quanto à Classificação da Amplitude das Consequências: Classe IV, de denominação Catastrófica.

Pode-se então concluir, que o Nível de Risco envolvido no Evento “A” é o 4, de denominação Séria.

5.2. EVENTO “B”

No dia três de junho do ano dois mil e três, por volta das onze horas, se deu um vazamento de petróleo no Canal de São Sebastião, localizado no litoral norte do Estado de São Paulo. Este vazamento foi estimado em vinte e cinco mil litros de óleo cru e se deu devido à desconexão dos braços de carregamento que ligam os navios petroleiros às refinarias da PETROBRAS, localizadas em Cubatão, Paulínea e São José dos Campos, neste caso, ao Terminal Marítimo Almirante Barroso (TEBAR).

O Porto Dersa é localizado na cidade de São Sebastião, no litoral norte do Estado de São Paulo. Ao norte do porto, ainda na cidade de São Sebastião, está localizado o Terminal Marítimo Almirante Barroso, o TEBAR, de propriedade da PETROBRAS e operado por ela.

O navio envolvido no vazamento foi o NT Nordic Marita, proveniente da Bacia de Campos, com capacidade de transporte de um volume de cento e dez mil metros cúbicos de petróleo. De onde o vazamento teria ocorrido ainda em seu convés e desde teria derivado para o mar.

O óleo percorrerá então, cerca de cento e vinte quilômetros da costa de Caraguatatuba e Ubatuba, atingindo as praias de Ponta Aguda, Mansa, da Lagoa e uma lagoa costeira, todas localizadas na Ponta Grossa, que é uma região preservada de difícil acesso.

Foram tomadas diversas medidas emergenciais de contenção e recolhimento do óleo, dentre as quais podemos citar: foram colocadas barreiras absorventes para proteção de áreas sensíveis, realizadas tarefas que visavam não apenas a contenção, mas também a remoção do óleo nas praias atingidas, bem como operações de limpeza das margens, corte controlado da vegetação contaminada e etc.

Sabe-se que dos vinte e cinco mil litros de óleo vazados, apenas quinze vírgula nove litros foram recolhidos, de acordo com a PETROBRAS.

Figura 7: Tarefas de limpeza das praias.



Fonte: Capitania dos Portos (2013).

Considerando os fatos supracitados, pode-se classificar o evento da seguinte forma:

- Quanto à Classificação das Ocorrências: Classe D, de denominação Provável;
- Quanto à Classificação da Amplitude das Consequências: Classe III, de denominação Crítica.

Pode-se então concluir, que o Nível de Risco envolvido no Evento “A” é o 3, de denominação Moderado.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Situações de derramamento de petróleo no mar devem ser estudadas isoladamente, em todos os seus diversos fatores, que incluem as características do óleo derramado, sejam elas físicas, químicas ou toxicológicas, a sensibilidade local, época do ano e etc. A variabilidade destes fatores impõem uma ampla gama de efeitos ao ambiente e às formas que poderão ser utilizadas para contê-lo e realizar a remoção deste mesmo óleo.

O que este trabalho de conclusão de curso procurou mostrar é que apesar dos desafios existentes, a classificação e determinação dos danos ao meio ambiente decorrentes de acidentes ambientais oriundos de derramamentos de petróleo devem ser embasados em critérios técnicos, considerando evidentemente, todos os fatores contextuais do acidente.

Como dito na introdução deste trabalho: a evolução metodológica de propostas ao mapeamento de derramamentos de tais substâncias está ainda em desenvolvimento, uma vez que, ambientalmente, o mundo encontra-se desprovido de um sistema que seja padronizado e aceito, devido ao tamanho desafio de adequar um sistema de emergência que supere as adversidades culturais.

O objetivo desta metodologia proposta é oferecer o auxílio necessário à tarefa de avaliação dos impactos causados por um vazamento de óleo. Situação que muitas vezes obriga o profissional incumbido desta tarefa a adotar medidas experimentais e fomentar uma prova circunstancial perante processos na Justiça sobre as empresas envolvidas, tais como nos eventos referidos no capítulo seis deste trabalho, onde a PETROBRAS foi responsabilizada.

No que se refere aos resultados das análises dos Eventos “A” e “B” retratados, temos para o Nível de Risco, respectivamente, aceitabilidade Séria e Moderada, ou seja, são eventos considerados, respectivamente, não aceitos e aceitável, periodicamente.

Apesar de em ambos os casos todas as etapas de recuperação local, tanto das águas, quanto da vegetação e solo, ter sido feita dentro dos procedimentos padrões, conforme a legislação exige, exames que avaliam o índice de concentração dos componentes tóxicos do óleo foram realizados de tempos em tempos até que se completasse dez anos desde os acidentes, e seus resultados não foram nulos.

Já relatórios das análises químicas e eco-toxicológicas mostraram que, apesar da presença dos resquícios de óleo encontrados nas análises tóxicas, nos dois casos, não foram encontradas alterações significativas do meio ambiente que não fosse a mancha de óleo em si,

não ocorrendo também a mortandade massiva e persistente das diversas espécies de animais e vegetais locais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Josimar Ribeiro, GOMES, Simone e PANNON, Márcia. **Perícia Ambiental**. Rio de Janeiro: Thex Ed., 2000.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Emergências químicas, tipos de acidente, vazamento de óleo**. Disponível em: <www.cetesb.sp.gov.br>. Acesso em 16 mai. 2015.

DOERFFER, J. W. **Oil Spill Response in the Marine Environment**. Pergamon Press. 1992.

GESAMP. Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution – Surveillance and assessment of marine environmental conditions. GESAMP STATEMENT OF 1998. 2001.

LOPES, Carlos Ferreira, MILANELLI, João Carlos, REGINA, Iris e POFFO, Fernandes. **Ambientes costeiros contaminados por óleo: procedimentos de limpeza – Manual de orientação**. São Paulo: Secretaria do Estado do Meio Ambiente, 2007.

PETROBRAS. **Perfil**. Disponível em: <www.petrobras.com.br/pt/quem-somos/perfil/>. Acesso em: 14 mai. 2015.

PETROBRAS. **Relatórios de sustentabilidade**. Disponível em: <www.petrobras.com.br/pt/sociedade-e-meio-ambiente/relatorio-de-sustentabilidade/>. Acesso: 14 mai. 2015.

PINTO, Renato Spindola de Miranda. **Exercícios de resposta a incidentes de poluição por óleo: uma proposta de modelo de avaliação**. Dissertação (Mestrado em Sistema de Gestão). Rio de Janeiro: Universidade Federal Fluminense, 2005. RODRIGUES, F.F., SANTOS, R. B., MELLO, M. C. B. Análise do *disclosure* ambiental da empresa PETROBRAS no período de 1997 a 2007. In: **CONGRESSO USP DE CONTROLADORIA E CONTABILIDADE**, São Paulo: USP, 2009. Disponível em: <www.congressusp.fipecafi.org/web/artigos92009/an_resumo.asp?con=1&cod_trabalho=364&titulo=An%20de+do+Disclosure+Ambiental+da+Empresa+Petrobras+no+per%20de+1997+a+2007>. Acesso em: 16 mai. 2015.

