

Análise de riscos ambientais no derramamento de petróleo

Segundo dados da OPEP ^[174] a demanda mundial por petróleo é de 84,2 milhões de barris por dia, apesar de ter ocorrido uma queda no ano de 2009, estima-se que haverá um crescimento dessa demanda para os próximos anos. O aumento desse consumo incentivou o desenvolvimento de novas tecnologias tanto para a exploração, extração, transporte e refino de petróleo.

Desde 1930, a indústria do petróleo no Brasil vem crescendo progressivamente, com a descoberta de novos campos, construção de petroleiros, inauguração e ampliação de terminais de carga e refinarias ^[175].

Segundo dados da ANP, em 2008 foram produzidos 2,2 milhões de barris por dia, e com o avanço de tecnologias e descobertas de novas reservas, além do fato da matriz energética mundial estar associada ao petróleo, essa produção tende a aumentar.

O processo de industrialização é indissociável do processo de produção de riscos, uma vez que uma das principais consequências do desenvolvimento científico industrial é a exposição da humanidade a riscos e inúmeras modalidades de contaminação, nunca observadas anteriormente, constituindo-se em ameaças para os habitantes e para o meio ambiente. O problema é ainda maior porque os riscos gerados hoje não se limitam à população atual, uma vez que as gerações futuras também serão afetadas de forma até mais grave ^[176].

Conforme visto anteriormente, o risco está associado com a possibilidade, probabilidade ou frequência de ocorrência de um determinado evento.

Sob a ótica ambiental é costumeiro observar os efeitos das substâncias químicas consideradas poluentes sobre o homem ou mais amplamente, sobre o meio ambiente. Os efeitos podem decorrer das emissões contínuas ou intermitentes provenientes das indústrias, das diversas formas de transporte ou, genericamente, da atividade antrópica. Uma das abordagens de risco bastante disseminada na

área ambiental está associada com a manipulação de substâncias químicas consideradas altamente perigosas, presentes na atividade industrial, de armazenagem e nas diversas formas de transporte, com predominância para o transporte por dutos. É possível estimar e avaliar o risco dessas atividades, bem como propor formas de gerenciamento desse risco ^[175].

O uso da Avaliação de Risco serve como ferramenta para tomadas de decisões mais racionais e efetivas onde exista possibilidade de danos. Várias são as definições de risco, mas, de maneira geral, pode ser entendido como a combinação de dois conceitos: probabilidade e consequência. Assim, se decide sobre o quanto algo é arriscado respondendo a duas questões ^[177]:

- Qual a probabilidade do evento acontecer? (probabilidade)
- Quão ruim seria se o evento acontecesse? (consequência)

As atividades decorrentes da indústria do petróleo envolvem as etapas de exploração, perfuração, produção, transporte, refino e distribuição, com potenciais de causar uma série de impactos ao meio ambiente ^[178], principalmente nas regiões costeiras onde essas atividades ocorrem com maior frequência.

Segundo dados da Agenda 21 (1993), mais da metade da população mundial vive numa faixa de sessenta quilômetros do litoral com tendência de aumento. A crescente industrialização tem causado um aumento na poluição, principalmente nos ambientes aquáticos, que recebem diretamente substâncias químicas de despejos industriais e domésticos, sendo as regiões costeiras as mais sujeitas aos impactos das atividades antropogênicas ^[179,180].

A análise de risco é reconhecida, internacionalmente, como um método científico ^[181] e é empregada muitas vezes para identificar as possíveis falhas associadas às operações envolvendo substâncias nocivas e perigosas. Possibilita também subsidiar a implantação de medidas e procedimentos, técnicos e administrativos, que visam prevenir, controlar e reduzir estes riscos ^[182]. Uma das técnicas tradicionalmente empregadas na elaboração destes estudos é a análise histórica dos acidentes, a qual permite identificar e classificar as causas, os modos de falha e as consequências mais comuns que podem ser associadas a um conjunto de operações ocorridas no transporte marítimo, nos terminais petroquímicos, dutos e demais fontes ^[183].

Apesar de o petróleo trazer grandes riscos desde sua extração até chegar ao consumidor final, entretanto alguns dos piores danos são registrados durante acidentes no transporte, principalmente no transporte marítimo realizado por navios petroleiros tanto em alto mar, como em regiões costeiras durante a operação em terminais portuários e também no transporte por dutos tanto submarinos como dutos terrestres. Outros grandes danos ambientais são registrados também em refinarias, principalmente em tanques de armazenamento.

Quanto às consequências para o meio ambiente, no ambiente terrestre em transporte por dutos as consequências de um acidente vão desde os riscos de segurança e saúde da população, por se tratar de um líquido inflamável, como também risco de percolação no subsolo ocasionando contaminação e comprometimento do sistema hídrico subterrâneo.

Referente os riscos no ambiente aquático, por ter um caráter hidrófobo, o petróleo se espalha sobre a superfície da água. Forma uma película que impede a troca de gases entre a água e o ar, causando diversos efeitos visuais, como quando o óleo atinge as praias, e na biota como a morte direta por recobrimentos e asfíxia, morte por intoxicação, redução na taxa de fertilização, perturbação nos recursos alimentares dos grupos tróficos superiores, incorporação e bioacumulação, incorporação de substâncias carcinogênicas e efeitos indiretos subletais ^[175].

Além disso, o petróleo tem um caráter lipofílico, onde seus componentes tendem a associar-se com o material em suspensão e sedimentar, podendo ser bioacumulados pelos organismos e potencialmente causarem efeitos crônicos, muito tempo após o derrame ^[184].

10.1 Legislação e convenções

Dentre as convenções internacionais relacionadas ao derramamento de óleo no mar destacam-se ^[175]:

- **CLC 69** – Civil Liability Convention (CLC) ou Convenção sobre a Responsabilidade Civil em Danos Causados por Poluição por Óleo. Tem como objetivo principal estabelecer o limite de responsabilidade civil por danos a terceiros causados por derramamentos de óleo no mar.
- **FUNDO 1971 (IOPC Fund)** – ou Convenção de Bruxelas 1971. Estabeleceu nesta Convenção a criação do Fundo Internacional de Compensação por Danos pela Poluição por Óleo (IOPC Fund).
- **MARPOL 73/78** – Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição Causada por Navios.
- **OPRC 90** – (Oil Pollution Preparedness, Response and Co-Operation) ou Convenção Internacional sobre Preparo, Responsabilidade e Cooperação em Casos de Poluição por Óleo.

Dentre a legislação nacional relacionadas a derramamentos de petróleo destacam-se ^[175]:

- **Decreto Federal nº 3.334 de 05/07/1899**. Art. 176 que: “Proíbe o lançamento ao mar ou rio, de bordo de navios ou de quaisquer embarcações, lixo, cinza, varreduras do porão...”

- **Decreto Federal nº 79.437 de 28/03/71.** Promulga a Convenção Internacional sobre a Responsabilidade Civil de Danos Causados por Poluição por Óleo (CLC 69).
- **Decreto Federal nº 83.540 de 04/06/79.** Regulamenta a aplicação da Convenção Internacional sobre a Responsabilidade Civil de Danos Causados por Poluição por Óleo (CLC 69) e dá outras providências.
- **Decreto Legislativo nº 43 de 01/06/98.** Ratifica a Convenção Internacional sobre Preparo, Responsabilidade e Cooperação em Casos de Poluição por Óleo (OPRC 90).
- **Lei Federal nº 9.966 de 28/04/2000.** “Lei do óleo e de substâncias nocivas”. Estabelece os princípios básicos a serem obedecidos na movimentação de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em portos organizados, instalações portuárias, plataformas e navios em águas sob jurisdição nacional.
- **Resolução CONAMA nº 293 de 12/12/2001.** Plano de Emergência Individual. Com base na Lei Federal 9.966/00, apresenta orientações sobre o conteúdo mínimo que um Plano de Emergência Individual para incidentes de poluição por óleo.
- **Decreto Federal nº 4.871 de 06/11/2003.** Planos de Áreas para combate à poluição por óleo. Dispõe sobre a instituição dos Planos de Áreas (PA) para o combate à poluição por óleo em águas sob jurisdição nacional.

10.2 Modelagem hidrodinâmica em derramamentos de petróleo

Conforme visto anteriormente as consequências adversas que surgem com acidentes associados ao derramamento de óleo, principalmente em zonas costeiras, motivam desde logo uma preocupação no que diz respeito não só ao monitoramento e acompanhamento da situação, mas também na capacidade de prever eficazmente o comportamento do óleo derramado nas horas seguintes. É neste contexto que se torna relevante o desenvolvimento de modelos de simulação de derrames de hidrocarbonetos capazes de fornecer resultados fiáveis para diversas condições ambientais e vários tipos de hidrocarbonetos^[185]. Neste sentido atuando como ferramentas na elaboração de planos de contingência, assim contribuindo para a minimização dos impactos causados.

Para simular essa dispersão a trajetória do óleo derramado é calculada com base num modelo de traçadores, assumindo que o óleo pode ser considerado um largo conjunto de partículas que se desloca por advecção, difusão turbulenta e espalhamento específico do óleo. Assim, o sistema desenvolvido para a previsão e simulação de derrames de óleo baseia-se fundamental-

mente em três sub-modelos: um modelo responsável pela evolução de todas as propriedades e processos específicos do petróleo (densidade, velocidades de espalhamento, evaporação, etc.); um modelo hidrodinâmico que calcula o campo de velocidades das correntes induzidas pela maré ou vento nas zonas de interesse; e um modelo lagrangeano que calcula a evolução espacial das partículas de petróleo com base nas velocidades das correntes (calculadas pelo módulo hidrodinâmico), de deriva devida ao vento, do espalhamento do petróleo (determinada no módulo do petróleo), e ainda da velocidade aleatória representativa do transporte difusivo [185].

Na figura 10.1 um encontra-se um exemplo da aplicação da modelagem hidrodinâmica para derramamento de óleo do acidente do navio petroleiro Prestige ocorrido em 13 de Novembro de 2002, onde ocorreu o vazamento de 77 mil toneladas de óleo, e a comparação dos resultados da simulação com a imagem de satélite quatro dias após o acidente.

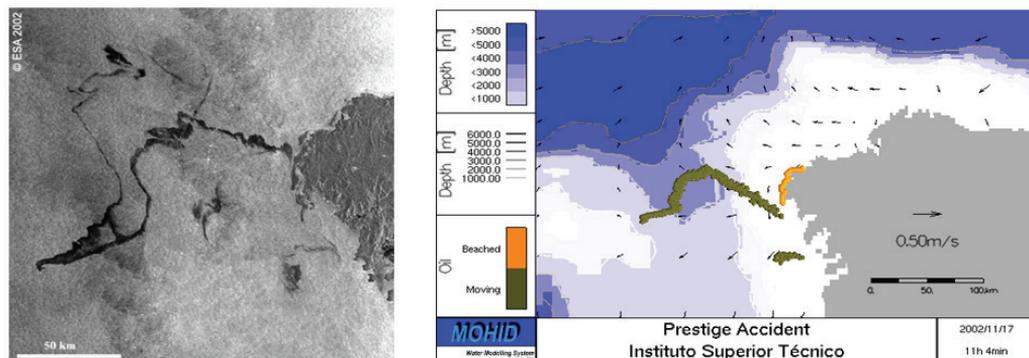


Figura 10.1 Comparação entre a imagem de satélite e simulação de dispersão de óleo, acidente com o navio Prestige. Fonte: Imagens Google.

10.3 Mapas de sensibilidade ambiental

Dentre outras ferramentas de apoio a tomada de decisão em eventos de derramamento de óleo existe a cartas de sensibilidade ambiental. A determinação da sensibilidade dos ambientes costeiros ao derramamento de óleo tem sido feita através do mapeamento do Índice de Sensibilidade Ambiental (ISA). O ISA foi desenvolvido em 1976 para Baía Lower Cook no Alasca, e estabelece uma escala de sensibilidade determinada, primariamente, pela longevidade do óleo em diferentes ambientes costeiros, suscetibilidade biológica e facilidade de limpeza manual. Esta metodologia foi criada por GUNDLACH e HAYES [186] e tem sido aprimorada pela NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*),

pela utilização de sistemas de informação geográfica para construção de Atlas ISA em banco de dados geográficos (BDG) para diversas partes dos Estados Unidos ^[187]. No Brasil esta ferramenta é denominada Carta SAO (Sensibilidade Ambiental ao derramamento de Óleo).

As Cartas SAO constituem um componente essencial e fonte de informação primária para o planejamento de contingência e avaliação de danos em casos de derramamento de óleo. Ademais, as Cartas SAO representam uma ferramenta fundamental para o balizamento das ações de resposta a vazamentos de óleo, na medida em que, ao identificar aqueles ambientes com prioridade de preservação, permitem o direcionamento dos recursos disponíveis e a mobilização mais eficiente das equipes de proteção e limpeza ^[188].

Estas cartas incluem as seguintes informações, segundo MMA ^[188]:

- Índice de sensibilidade do litoral (ISL), estabelecido com base no conhecimento das características geomorfológicas da costa (tipo de substrato, declividade do litoral e grau de exposição à energia de ondas e marés);
- Recursos biológicos sensíveis ao óleo, com informações ao nível de espécie;
- Atividades socioeconômicas que podem ser prejudicadas por derramamentos de óleo ou afetadas pelas ações de resposta;
- Informações relevantes às operações de resposta (estradas, aeroportos, rampas para barcos, atracadouros, padrões de circulação das correntes marinhas);
- Fontes potenciais de poluição.

Na figura 10.2 segue o exemplo de uma Carta SAO.

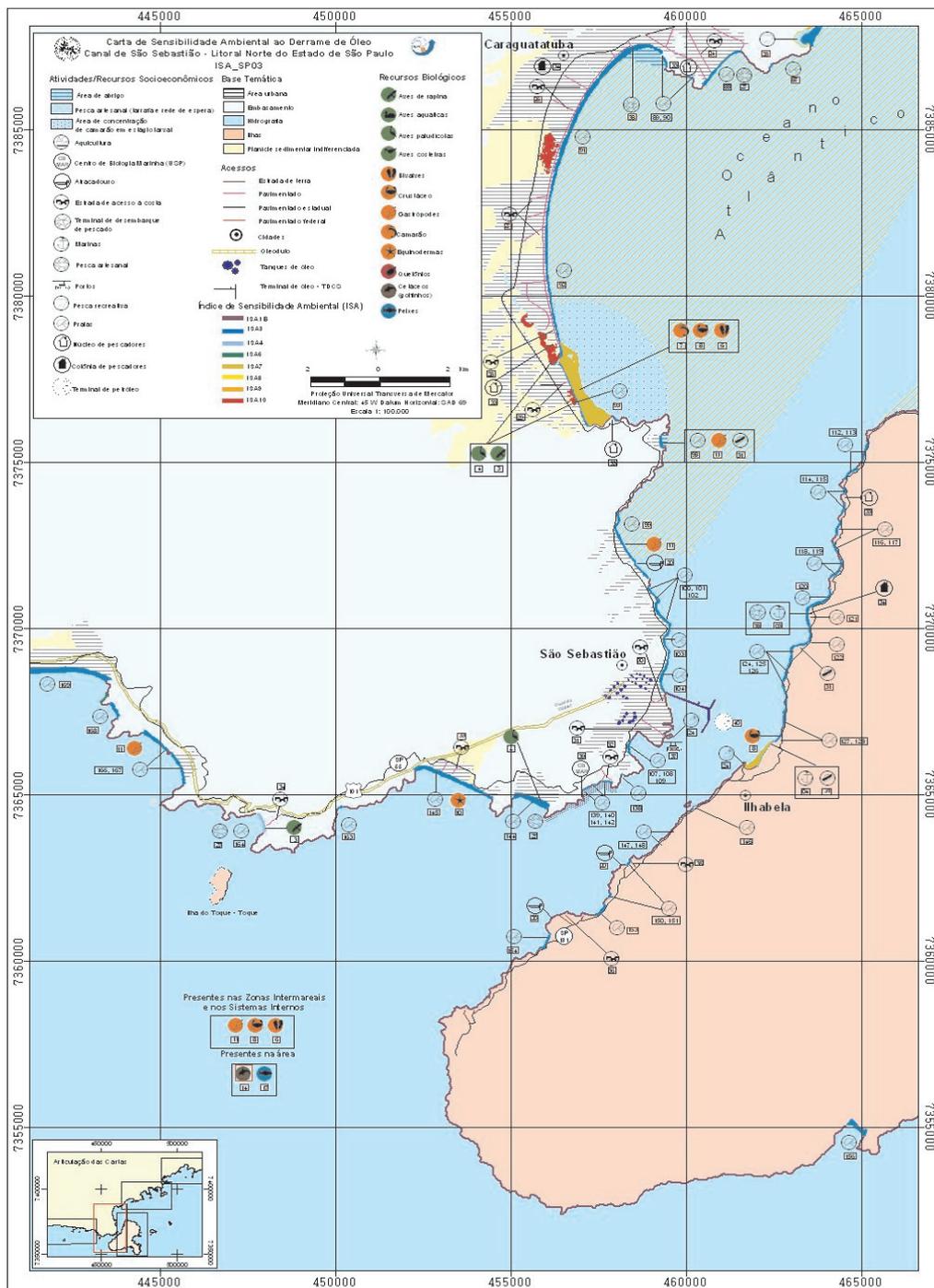


Figura 10.2 Exemplo de uma Carta SAO aplicada ao Canal de São Sebastião.

Fonte: Imagem Google.

