

Eixo Temático ET-01-026 - Gestão Ambiental

## **O uso de ferramentas de Geoprocessamento na identificação e monitoramento de um desastre ambiental em caso de derramamento offshore.**

Quele dos Santos Silva, Sandro Luis Medeiros.  
Universidade Tiradentes/Aracaju, SE.

### RESUMO

Desastres envolvendo a indústria petrolífera *offshore*, ocasionam danos irreparáveis ao meio ambiente e todo seu ecossistema. Com o intuito de prevenir, detectar e responder, de forma célere, a eventuais desastres ambientais decorrentes da produção *offshore* utilizando um agrupamento de programas e ferramentas que mediantes à técnicas, integra dados, pessoas e instituições, possibilitando a coleta, o armazenamento, o processamento, a análise e a disponibilização de dados, a partir de dados georreferenciados, de informações produzidas por meio das aplicações disponíveis, visando maior facilidade, segurança e agilidade nas atividades humanas referentes ao monitoramento, planejamento e tomada de decisão.

Palavras chave: Acidentes; Ferramentas; Geoprocessamento.

### ABSTRACT

Disaster involving the offshore oil industry, cause irreparable damage to the environment and all Your Half Ecosystem.

In order to prevent, detect and respond swiftly to any environmental disasters arising from offshore production using a grouping of programs and tools that mediates the techniques, integrating data, people and institutions , enabling the collection, storage , processing , analysis and availability of data from georeferenced data , information produced by the applications available , seeking greater ease , safety and agility in human activities related to monitoring, planning and decision making .

Keywords: Accidents; Tools; Geoprocessing.

### INTRODUÇÃO

Uma das fontes de energia mais utilizadas no mundo é o petróleo, que segundo Thomas (2004), o mesmo é constituído por uma mistura de compostos químicos orgânicos chamados de hidrocarbonetos. Com o passar dos anos tanto a exploração quanto à produção (E&P) aumentaram significativamente, sendo que uma gama das bacias sedimentares que apresentam exequibilidade de encontro de óleo em todo o mundo são *offshore*.

O avanço tecnológico e os investimentos em pesquisa e desenvolvimento têm contribuído significativamente para o incremento das atividades E&P de petróleo *offshore*, que hoje ocorrem em condições complexas e em regiões de difícil acesso, necessitando por isso de uma grande infraestrutura composta por redes de transferência de petróleo entre os sistemas de produção no mar e os pontos de recepção em terra. (FILHO, 2012)

Toda a atividade de E&P de petróleo *offshore*, provoca impactos e efeitos adversos ao meio ambiente marinho, do mesmo modo que o risco de acidentes está presente em todas as fases dessa cadeia.

Segundo o Jornal Pelicano (2014), o perigo advém não apenas da extração e separação de óleo, água e gás, bem como seu armazenamento, mas também da própria flutuação da estrutura. O professor de Engenharia Oceânica da UFRJ, Segen Estefen, afirma:

“A possibilidade de você ter explosões é inerente à atividade de exploração do petróleo. Você pode ter vazamento de gás. Você pode ter falta de controle no armazenamento do óleo. Então, toda aquela atividade do petróleo, intrinsecamente, é algo perigoso”.

Em acidentes com petroleiros, quase sempre, são derramadas enormes quantidades de petróleo, que flutuam e se alastram muito depressa, formando extensas manchas negras. Com efeitos altamente destrutivos, essas manchas provocam enormes agressões na fauna e flora marinhas, as quais são normalmente irreversíveis. Quando ocorrem derrames, os raios solares não conseguem ultrapassar a camada de petróleo, fazendo com que os seres autotróficos fotossintetizantes, como as algas, não consigam fazer a fotossíntese, que é o processo metabólico do qual depende todo o ecossistema marinho. O resultado é a proliferação generalizada de organismos anaeróbios, com a conseqüente mortandade dos peixes e outros representantes da fauna e flora marinhas. A poluição dos mares e das zonas costeiras originada por acidentes com o transporte marítimo de mercadorias, em particular o petróleo bruto, contribui, anualmente, em 10% para a poluição global dos oceanos. (SILVA, 2010)

Ao decorrer da história foram registrados diversos casos de derramamento de óleo no mar, citando caso análogo, o acidente no poço Ixtoc I na Baía de Campeche no Golfo do México em junho de 1979, disseminando quatrocentos e cinquenta e quatro mil toneladas de óleo no mar. A enorme maré negra afetou, por mais de um ano, as costas de uma área de mais de 1.600 km<sup>2</sup>. Em julho de 1979, no mar do Caribe, o navio Atlantic Empress durante uma tempestade tropical, colidiu com outro superpetroleiro gigantesco, próximo à ilha caribenha de Tobago. O acidente matou 26 membros da tripulação e despejou duzentos e oitenta e sete mil toneladas de petróleo bruto no mar. Um dos piores acidentes petrolíferos do mundo aconteceu quando o supertanque Amoco Cadiz rompeu-se ao meio perto da costa noroeste da França em março de 1978. O vazamento matou milhares de moluscos e ouriços do mar. Esta foi a primeira vez que imagens de aves marinhas cobertas de petróleo foram vistas pelo mundo, o acidente provocou o escoamento de duzentos e vinte e três mil toneladas de óleo no mar. (EXAME, 2016)



Figura 2: Aves marinhas cobertas de petróleo devido o acidente em Amoco Cadiz.

Referência: Ambiente de luz, 2010.

Outro superpetroleiro M T Haven, o navio gêmeo do Amoco Cadiz explodiu e naufragou próximo da costa de Gênova, Itália em abril de 1991, matando seis tripulantes e liberando cento e quarenta e quatro mil toneladas de óleo, a poluição na costa mediterrânea da Itália e da França se estendeu pelos 12 anos seguintes. No Canadá no ano de 1988, o poço

petrolífero localizado na província canadense de Newfoundland explodiu durante uma operação de perfuração da plataforma americana Odyssey. Uma pessoa morreu e outras 66 foram resgatadas sem ferimentos, o acidente derramou cento e trinta e duas mil toneladas de óleo no oceano. (EXAME, 2016)

Pelo próprio conceito de acidente, ou seja, imprevisto, inopinado e que acontece ao acaso, acidentes não seriam evitáveis. Entretanto, o estudo dos acidentes indica a presença de fatores comuns como falhas humanas e de equipamentos passíveis de serem controlados e gerenciados. Pelo conhecimento prévio das possíveis consequências para um maior controle com aplicação de técnicas de análise tática para tentar reparar e/ou minimizar danos maiores.

O derramamento de óleo em oceanos causam danos irreparáveis ao meio ambiente, devido à composição do petróleo, seus compostos afetam todo o ecossistema. Tendo conhecimento do grande impacto causado ao meio ambiente no caso de acidentes *offshore*, o objetivo desse trabalho é expor medidas a serem tomadas para evitar danos maiores e conter os mesmos através do uso de ferramentas de Geoprocessamento e Georreferenciamento das informações espaciais que são de suma importância, visto que auxiliam na identificação do local do acidente, desempenhando o papel de obter todo o levantamento, identificando o sentido de deslocamento da mancha de óleo, através de estudos de vento, corrente, e se a mesma chegará à costa e qual será a área afetada, para que outras medidas sejam tomadas.

## OBJETIVO

O presente estudo tem como escopo apresentar técnicas e ferramentas de dados de Geoprocessamento e Georreferenciamento que detectem e previnam acidentes em campos de petróleo *offshore*. Uma vez que, os mesmos são utilizados para analisar e planejar as possíveis medidas reparadoras caso um acidente ocorra.

## DESENVOLVIMENTO

### **Identificação da plataforma**

O geoprocessamento é um conjunto de tecnologias de coleta, tratamento, manipulação e apresentação de informações espaciais através de técnicas de álgebra de mapas (RODRIGUES, 1993).

A medição das posições geográficas para fins práticos apenas se tornou essencial devido ao aumento das viagens marítimas a partir do século XVI. A atração pelo Novo Mundo estimulou ambiciosos projetos de exploração, colonização e de comércio, de modo que as navegações em alto mar se tornaram uma preocupação crescente para as maiores nações navegantes da Europa (SEEMANN, 2013).

As projeções cartográficas são, então, uma necessidade absolutamente imperiosa para viabilizar o mapeamento da Terra devido à impossibilidade de transformar diretamente uma superfície esferoidal em um plano (caso do mapa) sem provocar rupturas, estiramentos, dobras e outras deformações imprevisíveis, incontroláveis e indesejáveis, onde a transformação matemática é realizada sobre os pontos de interesse da superfície elipsóidica tendo sob completo controle as deformações aparentes. As superfícies utilizadas para projeção do modelo podem ser planos, cilindros ou cones, onde essas superfícies planificáveis podem ser secantes ou tangentes à superfície elipsóidica do modelo, ou seja, dependerá das propriedades que se deseja conservar ou realçar na transformação dos elementos da Terra para o sistema cartográfico do mapa (ELMIRO, 2010).

O sistema de coordenadas cartesianas é muito prático para o trabalho de manipulação dos elementos e medidas de feições cartográficas projetadas no plano do mapa. Baseia-se em

dois eixos coordenados fixados em meridianos e paralelos perpendicularmente cuja interseção é denominada origem, servindo como base de localização para qualquer ponto do plano (D'ALGE, 2001).

As coordenadas são medidas em metros, onde o eixo das abscissas X e o eixo das ordenadas Y são denominados Este (E) e Norte (N) respectivamente. As principais características desse sistema é a simplificação nos cálculos de comprimentos, direções, declividades, áreas, volumes, usando-se operações de trigonometria e geometria planas (ELMIRO, 2010).

A aplicação do SIG na indústria de P&G surgiu da necessidade de uma ferramenta com maior capacidade para desenvolvimento de banco de dados georeferenciado, bem como uma capacidade analítica das relações espaciais nas localizações dos dutos de óleo e gás (ESRI, 2011). Segundo Shignorelli (2013), a tecnologia SIG que abrange várias áreas do conhecimento, como geografia, cartografia, sensoriamento remoto, entre outros, permitiu que as empresas desse segmento, englobassem todas as etapas de funcionamento, resultando em inúmeras vantagens logísticas para a companhia, como maior agilidade nos processos de tomada de decisão para a localização de dutos e plataformas.

Desta forma, Laudon (2010) descreve o SIG como sendo um sistema de informação que pode ser definido, tecnicamente, como um conjunto de componentes inter-relacionados que coleta, processa, armazena e distribui informações para apoiar na tomada decisão. Consequentemente o uso dessa ferramenta é imprescindível na identificação de uma plataforma ou do local de vazamento, caso haja um acidente *offshore*, assim como na identificação através do GPS das embarcações mais próximas ao acidente. Consequentemente, proporcionando uma resposta mais eficiente no combate e acionamento das equipes de apoio.

### **Mancha de óleo**

Os acidentes com derrames de óleo são consequências indesejáveis das operações de E&P. Esses acidentes causam grandes proporções de óleo derramado e consequentemente grandes áreas são degradadas. Devido às condições oceanográficas a mancha de óleo se desloca, em função disso faz-se necessário determinar a direção da mesma. Por intermédio de um sistema de bóias de fundeio e de deriva, com o intuito de coletar dados oceanográficos e meteorológicos em tempo real, via satélite.

As bóias de deriva faz parte de um sistema de coleta de dados lagrangeano, que consiste em uma rede de derivadores rastreados por satélites, que coleta parâmetros tais como: temperatura da superfície do mar, corrente superficial e pressão atmosférica. O sistema de coleta de dados eulereano, consiste nas boias de fundeio, através dele é possível identificar: temperatura de superfície do mar, corrente superficial, pressão atmosférica, direção e intensidade do vento de superfície, temperatura do ar, umidade relativa do ar, radiação solar, perfil vertical de temperatura do mar, condutividade salina e direção, altura e período de ondas.



Figura 3: Bóias de fundeio  
Fonte: Marinha do Brasil, 2016.

### Uso da imagem de satélites

Por intermédio das imagens de satélite é possível acompanhar a mancha e prever a área afetada pelo acidente. A Estação de Sensoriamento Remoto Marinho recebe imagens, para a detecção de poluentes na superfície do mar e outras aplicações, como o estudo de ecossistemas e recursos naturais marinhos. Com os dados meteoceanográficos e a medição da intensidade de correntes e campo de ventos, altura de ondas, entre outros parâmetros, é realizado o monitoramento da mancha.

As imagens são utilizadas para avaliar a quantidade de óleo vazado no mar, classificação do tipo de óleo, além de identificar a localização e o espalhamento da mancha de forma exata e assim acionar a equipe tática de apoio em terra, para que outras medidas de contenção e/ou reparação, lançamento de barreiras, sejam tomadas.

Por intermédio de uma análise preliminar realizada através das imagens de satélite e uma análise detalhada com imagens aéreas, helicópteros, essa integração dos métodos evidencia a presença da mancha com rapidez e segurança.

A Figura 4 referente ao acidente do Golfo do México, capturada em 25 de abril de 2010, pelo Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) no satélite do Aqua da NASA e o Land Imager Avançado na Observing-1 (EO-1) por satélite Terra da NASA, mostra a localização, dimensionamento e deslocamento da mancha.

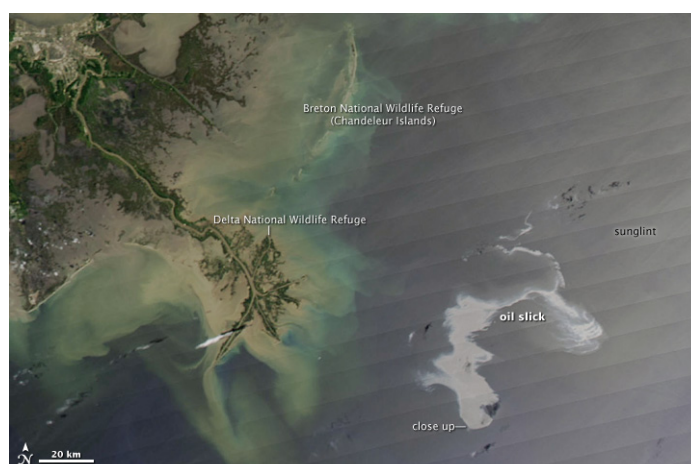


Figura 4: Imagem captada pelo satélite de sensoriamento remoto Aqua, da Nasa, da extensão da mancha localizada à direita do Delta do Rio Mississippi

Fonte: Nasa, 2010

## Uso do GPS

O GPS é um sistema de posicionamento de abrangência global em tempo real, que pela sua praticidade, tornou-se indispensável para a sociedade atual. A tecnologia aplicada para que o receptor seja cada vez mais preciso e o tempo de captação de sinais para a determinação de pontos localizados no globo terrestre seja cada vez menor, tem sido de grande utilidade para a cartografia, navegação, geodinâmica, entre outros.

A parceria bem sucedida entre a teoria da relatividade e da física quântica é o alicerce para o funcionamento do GPS, ou seja, é através de ondas eletromagnéticas, entre satélites artificiais e aparelhos receptores localizados em terra que se fundamenta a transferência de dados, necessitando de precisão temporal da ordem de bilionésimos de segundo proporcionada por relógios atômicos (ZANOTTA, et. al., 2011).

Em caso de acidente *offshore* medidas de recursos operacionais são acionadas. A utilização da ferramenta de GPS é de uso imprescindível. Através dele é possível identificar o recurso tático mais próximo possível do local do incidente e direcioná-lo como medida de resposta ao incidente, podendo assim direcionar embarcação Oil Recovery da Área Geográfica, embarcações de apoio, helicóptero aeromédico e de sobrevoo, recursos das bases do CDA (centro de apoio), base avançada da unidade e bases do CRE (centro de resposta à emergência) da transpetro.

Igualmente, o GPS também auxilia na identificação do deslocamento da mancha de óleo em resposta conjunta com os dados fornecidos pelas bóias e as imagens de satélite. Desse modo, é possível prever se a mancha desloca-se para a costa e qual a localidade que será afetada, da mesma maneira definir o intervalo de tempo, para que outras medidas preventivas e mitigadoras sejam tomadas.

## Medidas mitigadoras

Na resposta ao incidente *offshore* existem situações críticas cujas características de risco exigem uma intervenção imediata.

Em situações similares críticas de emergência o cenário pode mudar rapidamente, em função da interação complexa de múltiplos fatores como clima, temperatura, vento, correntes marinhas, comportamento das pessoas envolvidas, desempenho e disponibilidade de equipamentos. Também, a dificuldade para obter informações completas e precisas faz com que a percepção da situação crítica se modifique com muita frequência.

O comando de incidente avalia a necessidade de inserir outras informações no Quadro de Situação, integrando todos os meios utilizados para a aquisição e gerenciamento de dados espaciais necessários para apoiar a nos processos de produção e gerenciamento de informação espacial.

A figura abaixo apresenta de forma didática um modelo de Organograma da Estrutura de Resposta Inicial utilizado pela Petrobrás. Ressalta-se que é uma estrutura flexível, podendo ser parcialmente acionada ou complementada, conforme as necessidades do incidente.

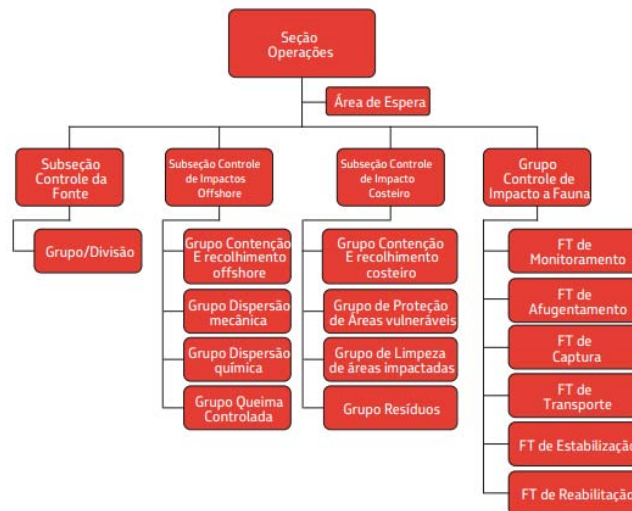


Figura 5: Esquema de atendimento a um incidente utilizado pela Petrobrás  
 Fonte: Petrobrás, 2015.

### Medidas preventivas

Segundo a ANP, Atualmente, dentro do escopo do licenciamento ambiental, utiliza-se esta ferramenta computacional como diretriz para avaliação dos possíveis impactos das atividades petrolíferas, em acordo com os dados apresentados no Diagnóstico Ambiental do Meio Físico, como orientação das estratégias de resposta do Plano de Emergência Individual. O Modelo de Termo de Referência abaixo relaciona as premissas básicas para a elaboração das simulações a serem incorporadas nos estudos para licenciamento. Cabe salientar que o mesmo será adaptado de acordo com a sensibilidade dos ambientes e as características das atividades que serão desenvolvidas:

“A empresa deverá apresentar a simulação da dispersão e trajetória de uma mancha de óleo proveniente de um derramamento acidental, com cenários que atendam os seguintes aspectos da modelagem”:

- i. Probabilística, considerando as condições sazonais,
  - ii. Determinística crítica, referindo-se aos piores cenários (que favoreçam a chegada do óleo na costa) dentre as condições sazonais, corroborada pela análise de frequência de fenômenos meteorológicos relevantes à área da atividade, como tempestades oceânicas.
- Deverão ser apresentados, como requisitos mínimos, as premissas, parâmetros e valores empregados na modelagem, conforme anexo (').
  - Nas áreas das atividades situadas fora da plataforma continental, a simulação realizada deverá englobar dados de vento e de corrente oceânica, sendo que tais dados deverão estar de acordo com o apresentado no diagnóstico do meio físico.
  - Para as atividades localizadas sobre a plataforma continental, em águas rasas (com profundidade menor que 60 m), a modelagem deverá abranger, além dos dados de vento e correntes costeiras, parâmetros de ondas (deriva de Stokes) e correntes de maré, sendo que tais dados deverão estar de acordo com o apresentado no diagnóstico do meio físico.
  - A empresa deverá justificar o tipo de óleo e o local de vazamento (superfície, fundo) considerado na modelagem.

- Com relação ao volume do derramamento a ser considerado na modelagem, deverá ser utilizado o critério de descarga de pior caso constante na Seção 2.2.1 do Anexo II da Resolução CONAMA 293.
- Os piores cenários deverão apresentar uma previsão de tempo e concentração de toque de óleo na costa;
- O momento de finalizar o experimento de simulação deverá considerar para áreas sensíveis a espessura de 0,0003 mm, que corresponde ao filme de óleo denominado por arco-íris, limite visual de aproximadamente 5 ppm;
- As áreas de impacto identificadas nos cenários deverão ser apresentadas de acordo com a seção 3 do Anexo II da Resolução CONAMA 293. Cabe salientar que os impactos do derramamento de óleo sobre estas áreas deverão ser discutidos no item Identificação e Avaliação dos Impactos Ambientais.”

Atualmente, a grande parte das simulações hidrodinâmicas apresentadas para o Licenciamento Ambiental utilizam-se de dados de revisões de modelos meteorológicos globais e/ou dados de sensoriamento remoto, como NCEP/NOAA (National Center for Environment Prediction), WOCE (World Ocean Circulation Experiment), WCRP (World Climate Research Program), ECMWF (European Center for Medium Weather Forecast) e TOPEX/Poseidon (The Ocean Topography Experiment), tanto para modelagens em águas profundas, como para águas rasas. O ELPNIIBAMA entende que não há como restringir o uso de dados globais em função de dois principais aspectos: - (a) falta de dados em blocos concedidos em algumas bacias sedimentares, e (b) os altos custos relacionados à perfuração exploratória. Todavia deve-se alertar para o uso de dados ainda não validados para a costa brasileira, referendando-se o Banco Nacional de Dados Oceanográficos da Diretoria de Hidrografia e Navegação (BNDODHN) como a fonte primária para correlação de dados. Dessa forma, é necessário que a empresa proponha um estudo de aquisição de dados (séries temporais de vento, corrente, nível, ondas, temperatura do ar e da água, sendo as exigências decorrentes da área de influência do empreendimento) durante o desenvolvimento da atividade de perfuração, que serão utilizados para alimentar, calibrar e validar os modelos, contribuindo, inclusive, para o melhor conhecimento da bacia sedimentar em questão. (ANP, 2002)

### **Mudanças nas leis**

Toda a atividade de E&P são de grandes riscos, e por si só afetam e modificam o ecossistema no qual este está empregado.

Grandes danos são gerados ao acontecer um acidente offshore. Em função disso, as leis tornaram-se cada vez mais rigorosas, tanto as leis para prevenção e precaução como as leis de responsabilização.

No Brasil, a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP, é o órgão responsável por fiscalizar e controlar as atividades de E&P, e estabelece normas para evitar para que se reduza o riscos de acidentes, do mesmo modo que estabelece normas como medidas reparadoras caso um acidente ocorra.

Os procedimentos adotados internacionalmente com relação a incidentes com derramamento de óleo têm como base primária os critérios adotados por países signatários do tratado para Prevenção da Poluição Marinha (MARPOL 73/78). O que recai na auto-gestão por parte dos órgãos governamentais. A partir deste tratado, cada país regulamenta seu programa de atividades petrolíferas de acordo com as atribuições dos órgãos de gestão ambiental.

A coleta dos dados meteorológicos e oceanográficos está contemplada em programas de monitoramento ambiental das atividades da empresa petrolífera. Estes dados por sua vez



fomentam o banco de dados multi-cliente, gerenciado pelo órgão ambiental, propiciando a calibração e validação dos modelos para derramamento de óleo em tempo real. Consequentemente, o órgão ambiental orienta os planos de contingência individuais do setor petrolífero, e juntamente com o empreendedor, detém modelos desenvolvidos e calibrados para cada região específica, de acordo com os atributos pertinentes para águas rasas e profundas. Como exemplo, o arranjo dos planos de contingência da Austrália apresentam-se desta forma (AMSA, 2002):

## CONCLUSÃO

Mediante a necessidade de conhecer, identificar e controlar um possível acidente ambiental envolvendo a indústria petrolífera *offshore*, as técnicas de Geoprocessamento e georreferenciamento aplicadas nesses casos de acidentes ambientais, visam auxiliar nas tomadas de decisão e acompanhar as medidas preventivas nas áreas afetadas e consequentemente as empresas de exploração podem analisar e planejar a atividade de exploração de forma mais eficiente na região.

Com o recurso das imagens de satélite, dos dados das boias meteoceanográficas e do GPS é possível avaliar o cenário e assim proporcionar uma rapidez nas ações preventivas. Outro benefício evidente na utilização das técnicas de Geoprocessamento é a qualidade e precisão das informações fazendo com isso, que as tomadas de decisões sejam realizadas com rapidez e segurança.

Vazamentos de óleo são de enorme importância econômica, ambiental e social. O uso das ferramentas de geoprocessamento e das técnicas de georeferenciamento são aplicações fundamentais para um melhor planejamento. É sempre necessária uma composição de várias fontes para um melhor planejamento de contenção e remediação da área afetada com excelência.

## REFERÊNCIAS

AMBIENTE DE LUZ. Disponível em: <[http://ambientedeluz.blogspot.com.br/2010\\_05\\_01\\_archive.html](http://ambientedeluz.blogspot.com.br/2010_05_01_archive.html)>. Acessado em: 15 de outubro de 2016.

AMSA, 2002. National Marine Oil Spill Contingency Plan. Australia's "National Plan to Combat Pollution of the Sea By Oil and Other Noxious and Hazardous Substances". Australian Maritime Safety Authority, 72 p.

ANP. Modelagem de derramamento de óleo no mar. Rio de Janeiro, RJ, 2002.

APOLO. Disponível em: <[http://www.apolo11.com/meio\\_ambiente.php?posic=dat\\_20100430-074949.inc](http://www.apolo11.com/meio_ambiente.php?posic=dat_20100430-074949.inc)>. Acessado em: 21 de outubro de 2016.

ELMIRO, M. A. T.. Fundamentos de Cartografia. Rio de Janeiro, RJ, 2010.

ESRI FRANCE. Disponível em: <[http://sig2011.esrifrance.fr/Salle\\_de\\_Classe.aspx](http://sig2011.esrifrance.fr/Salle_de_Classe.aspx)>. Acessado em: 21 de outubro de 2016.

Exame. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/mundo/noticias/10-maiores-acidentes-petroliferos-historia-556774>>. Acessado em: 14 de setembro de 2016.

FILHO, F. O. O Projeto de Monitoramento Ambiental na Etapa de Perfuração de Poços Marítimos de Óleo e Gás no Brasil: Um Estudo de Caso na Bacia de Campos. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica e Escola de Química, Programa de Engenharia Ambiental, Rio de Janeiro, 2012.

IRAQUE-CONFLITOS. Disponível em: < <http://iraque-conflitos.blogspot.com.br/2010/11/consequencias-da-guerra-do-golfo.html>>. Acessado em: 15 de outubro de 2016.

Jornal Pelicano. Disponível em: < <http://www.jornalpelicano.com.br/2014/01/maiores-acidentes-com-plataformas-de-petroleo>>. Acessado em 14 de setembro de 2016.

PETROBRÁS. Manual do sistema de gestão para emergências do E&P, baseado no ICS. Petrobrás - Rio de Janeiro, 2015.

LAUDON, K. C.; LAUDON, P. J. Sistemas de informação georeferenciais. 9 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

MARPOL 73I78, 1991. International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, Consolidated Edition, International Maritime Organization, 440 p.

MARINHA DO BRASIL. Disponível em: < <https://www.mar.mil.br/secirm/portugues/goos.html>>. Acessado em: 30 de outubro de 2016.

NASA. Disponível em: < <http://www.earthobservatory.nasa.gov/NaturalHazards/view.php?id=43768>>. Acessado em: 21 de outubro de 2016.

RODRIGUES, M.. Anais da Quarta Conferência Latino- Americana sobre Sistemas de Informação Geográfica/segundo simpósio brasileiro de geoprocessamento. São Paulo, SP: Epusp, 1993.

SEEMANN, J. Linhas Imaginárias na Cartografia: A Invenção do Primeiro Meridiano. Departamento de Geociências da Universidade Regional do Cariri (URCA). Crato, CE, 2013.

SHIGNORELLI, B. G. Mapeamento dos conflitos ambientais da infraestrutura da indústria de petróleo e gás na bacia do Espírito Santo. Departamento de Oceanografia e Ecologia da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Vitória, ES, 2013.

SILVA, L.F.S., SOUZA, G. S., SILVA, T. T., SILVA, P. S. Petróleo: derramamento de óleo e seus impactos no meio ambiente. Simpósio internacional de ciências integradas da UNAERP campus Guarujá, 2010.

THOMAS, J. E. Fundamentos de engenharia de petróleo. 2 ed. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2004.

ZANOTTA, D. C., CAPPELLETTO, E., MATSUOKA, M. T.. O GPS: Unindo Ciência e Tecnologia em Aulas de Física. Revista Brasileira de Ensino de Física. São Paulo, SP, 2011.