

DILIGÊNCIA E TECNOLOGIAS DE MITIGAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELO SETOR PETROLÍFERO

Edja Lillian Pacheco da Luz¹
Patrícia Nazaré Ferreira dos Santos²
Débora de Souza Pereira Silva³

RESUMO

A contaminação ambiental decorrente da geração de resíduos compostos por hidrocarbonetos resultantes de atividades relacionadas ao setor petrolífero é um dos grandes problemas da atualidade e com o crescimento da produção, distribuição e consumo, nos últimos anos os acidentes envolvendo o petróleo ou seus derivados tem sido cada vez mais constantes. Essa problemática se agrava pelo fato desses resíduos conterem compostos com elevado nível de toxicidade, mobilidade e persistência no ambiente, gerando um grande impacto ecológico. A presença desses poluentes dificulta o tratamento das áreas contaminadas. Logo, o objetivo desse estudo foi apresentar os principais aspectos legais envolvidos na diligência do setor petrolífero no Brasil, expor os efeitos de seus poluentes e indicar tecnologias que auxiliam na recuperação das áreas degradadas. Dentre as quais, merece evidência a biorremediação, pois possibilita a remoção completa dos hidrocarbonetos do petróleo causando poucas mudanças nas características físicas, químicas e biológicas do ambiente a um menor custo, quando comparada aos métodos tradicionais de incineração e disposição em aterros.

Palavras-chave: Hidrocarbonetos, Poluentes, Biorremediação.

INTRODUÇÃO

Em todo mundo, cada vez mais áreas estão sob constante risco de degradação ambiental, devido às atividades industriais e portuárias. Ao longo da história da civilização humana a criação de novas maneiras de exploração ambiental, meios de produção e tecnologias, que facilitam o desenvolvimento econômico, industrial, assim como a qualidade de vida das pessoas foi revelando alguns pontos negativos para o ambiente segundo Monte et al. (2015).

Dentre essas atividades, destacam-se aquelas diretamente ligadas ao setor petrolífero, uma vez que a produção de petróleo envolve numerosos e graves riscos ao meio ambiente,

¹Mestra pelo curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal Rural de Pernambuco-UFRPE, lillian2800@hotmail.com;

²Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal Rural de Pernambuco- UFRPE, san_patty@hotmail.com;

³Professora orientadora: Doutora em Biotecnologia, Universidade Federal de Pernambuco-UFPE, cyberdebora@yahoo.com.br

desde o processo de extração até o consumo, com a geração de resíduos e de gases que poluem a atmosfera (ADAME; GAMBINI, 2007 p.177). Em meio aos impactos ambientais mais danosos, os problemas ocasionados pela indústria petroquímica, com ênfase nas refinarias, ganham destaque devido aos riscos de contaminação e seu alto potencial poluidor.

De acordo com Luz et al. (2016) nos últimos anos a indústria do petróleo vem crescendo progressivamente e conseqüentemente foram sendo liberados cada vez mais petróleo, seus derivados e resíduos oleosos ao ambiente. E o impacto causado pelo setor petrolífero é um fator de grande preocupação não só para as indústrias petroquímicas que lidam com esse problema diariamente como também para a sociedade. Por outro lado, muitos dos resíduos perigosos produzidos por essas indústrias são beneficiados, dando origem a produtos de maior valor agregado que tem o objetivo de aumentar as margens de lucro das empresas (ALVES; REIS NETO; CARDOSO, 2016 p. 1005).

Logo, cabe ao setor conciliar o lado econômico da atividade, levando em consideração o fato de ser o maior produtor de petróleo da América Latina, com a minimização e mitigação dos riscos implicados (PORTAL BRASIL, 2017).

Depois que os recursos naturais passaram a ser vistos como fontes finitas de materiais, a sociedade começou a desenvolver um perfil de interesse para com as atividades de controle da poluição. Assim, a gestão ambiental surgiu como uma alternativa para direcionar, facilitar e organizar os processos de modo a controlar os prováveis impactos. Esta necessidade tem sido uma constante, principalmente em cenários de grandes impactos negativos ao meio ambiente, como os causados pela indústria do petróleo de acordo com Vieria et al. (2018).

O impacto que o meio ambiente sofre quando acontece um acidente de grande porte, como os que envolvem petróleo e seus derivados, é muito intenso e pode ser agravado ainda mais pelos tipos de ecossistemas atingidos e pelo produto que entra em contato com eles. A Companhia de tecnologia de saneamento ambiental do estado de São Paulo- CETESB (2019) explica que devem ser levados em consideração os efeitos provocados pelo óleo, pois este é muito nocivo.

Esses efeitos podem ser minimizados, ou maximizados, dependendo do tipo de produto envolvido e a permanência deste no ambiente como afirmam Adame e Gambini (2007), os mesmos autores destacam que os piores danos acontecem durante o transporte, com vazamentos em grande escala dos oleodutos e dos navios petroleiros. Como o dano que ocorre atualmente em mais de 170 pontos da costa do nordeste brasileiro, Dantas et al. (2019) previnem para a tendência de aumento desses números, pois a cada dia aparecem novas

manchas que são dispersadas pelas correntes marinhas e chegam a mais praias. Várias tartarugas, aves e peixes foram encontrados cobertos pelo óleo, alguns deles mortos. A contaminação já afeta a saúde de voluntários, que ajudam na limpeza das praias.

Nesse sentido, o presente estudo teve por objetivo apresentar os principais aspectos legais envolvidos na diligência do setor petrolífero no Brasil, enfatizando a prevenção do dano ambiental, expondo os efeitos de seus poluentes para o meio ambiente além de indicar estratégias de remediação de ambientes impactados por petróleo e/ou seus derivados.

METODOLOGIA

A presente pesquisa foi elaborada por meio de um amplo estudo bibliográfico realizado a partir de pesquisas em artigos científicos, livros, sites de notícias e de órgãos governamentais, além da legislação brasileira a fim de tecer uma análise reflexiva do tema abordado. Foram utilizadas literaturas de conteúdo das áreas de direito, gestão ambiental, biotecnologia bem como, sustentabilidade e gestão integrada de resíduos sólidos. Afinal, segundo Alves e Paulista (2015) a revisão bibliográfica é uma maneira que o pesquisador tem de proporcionar uma visão crítica e significativa para o trabalho que está sendo desenvolvido, além de reunir aspectos importantes de outros trabalhos e mostrar relações entre os diferentes pontos de vista.

Durante o estudo foi aplicada a ferramenta da qualidade “brainstorming” por ser uma técnica que favorece a concepção e compreensão de ideias e informações de forma clara, rápida e objetiva podendo ser utilizada em variadas situações como ressaltado por Galo et al. (2013). O brainstorming é uma ferramenta bastante usada na gestão da qualidade por auxiliar no processo de busca de dados relativos a determinado problema e permite detectar pontos críticos para melhor desempenho em processos e, por fim, a solução de problemas (COLETTI, BONDUELLE, IWAKIRI, 2010 p.135; REIS et al., 2016 p.6).

DESENVOLVIMENTO

Da década de trinta até os dias atuais, a indústria do petróleo cresceu progressivamente. Foram descobertos novos campos petrolíferos, aperfeiçoadas as explorações submarinas, construídos grandes petroleiros transoceânicos, inaugurados terminais de carga e descarga de petróleo e derivados, refinarias e oleodutos interestaduais e internacionais. Consequentemente foram liberados cada vez mais petróleo, seus derivados e resíduos oleosos para o meio ambiente, provenientes dos motores e das lavagens de tanques

de navios cargueiros, petroleiros e pesqueiros, da descarga de água de lastro, e os vazamentos decorrentes das operações de transporte terrestre/aquático como relatado pela CETESB (2019).

Com base no Art. 3^a, incisos II e III da Lei 6.938/81, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, foram delimitadas as noções de degradação da qualidade ambiental como

a alteração adversa das características do meio, atividades que direta ou indiretamente: a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população; b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas; c) afetem desfavoravelmente a biota; d) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos.

Os impactos causados por grandes empreendimentos, como é o caso do setor petrolífero, são mais perceptíveis e os efeitos que geram, via de regra, são mais significativos. Nesse contexto, a legislação brasileira, prevê na Resolução do Conama 237/1997 que a localização, construção, instalação, ampliação, modificação e operação de empreendimento e atividades utilizadoras de recursos ambientais consideradas efetivas ou potencialmente poluidoras, bem como os empreendimentos capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental dependerão de prévio licenciamento do órgão ambiental competente.

De fato, o Conama na sua Resolução 273/2000, define que toda instalação e sistemas de armazenamento de derivados de petróleo configuram-se como empreendimentos potencialmente ou parcialmente poluidores e geradores de acidentes ambientais, considerando que os vazamentos de derivados de petróleo e outros combustíveis podem causar contaminação de corpos d'água subterrâneos e superficiais, do solo e do ar.

Para ser obtida, a Licença Ambiental, dependerá de Estudo prévio de Impacto Ambiental (EIA) e respectivo Relatório de Impacto sobre o Meio Ambiente (RIMA). O processo de Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) segundo Dias (2011) é considerado um instrumento de política ambiental preventivo, pois pretende identificar, quantificar e minimizar as consequências negativas sobre o meio ambiente, antes que o empreendimento inicie suas atividades. Desta forma, este instrumento de avaliação permite a aplicação de medidas que evitem ou diminuam os impactos ambientais inaceitáveis ou fora dos limites previamente estabelecidos, levando em consideração os limites de assimilação, dispersão e regeneração dos ecossistemas e como afetarão a sociedade (DIAS, 2011 p.76).

Ainda assim, como destaca Pedroti (2007), a contaminação por petróleo e derivados tem causado bastante preocupação, seja pela frequência dos eventos ou pelo elevado potencial dos mesmos. A contaminação de ecossistemas aquáticos e terrestres por hidrocarbonetos pode

ser atribuída às atividades das refinarias de petróleo e seus derivados ou vazamentos de tanques de combustíveis subterrâneos.

Contudo, no que se refere às questões legais, desde o princípio da atividade petrolífera de exploração e produção o direito tentou não somente reparar todo o tipo de dano ao meio ambiente que pudesse vir a acontecer como normatizou meios de prevenção. É o que estabelece o art. 44, inciso I da Lei nº 9.478/1997, impondo que nos contratos para concessão dos blocos licitados seja previsto que o concessionário deve adotar as medidas necessárias para a conservação dos reservatórios e de outros recursos naturais, para a segurança das pessoas e dos equipamentos e para a proteção do meio ambiente como explicam Martins e Oliveira (2011).

As medidas necessárias que o artigo prevê são ferramentas do Sistema de Gestão Ambiental, Dias (2011) resume como um conjunto de responsabilidades organizacionais, procedimentos, processos e meios que se adotam para a implantação de uma política ambiental em uma determinada empresa ou unidade produtiva. Dentre essas ferramentas estão as já citadas, Avaliação de Impacto Ambiental e o Licenciamento Ambiental, a terceira corresponde a Auditoria Ambiental, um método empregado para levar uma organização a atingir e manter-se em funcionamento de acordo com as normas estabelecidas, bem como para alcançar os objetivos definidos em sua política ambiental. Esses três processos foram anteriormente estabelecidos como instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente na Lei nº 6.938/81 no Art. 9º, incisos III e IV.

Ou seja, conforme descrito acima, a legislação brasileira exige métodos de prevenção e mitigação do dano ambiental, uma vez ocorrido o dano, as áreas contaminadas devem ser remediadas, para minimizar a interferência ambiental e restaurar os ecossistemas. Para isto, são necessários o diagnóstico, a análise e o monitoramento do impacto e que sejam adotadas medidas de reparação.

Tragédias como a que ocorre atualmente na costa brasileira com a expansão do contaminante ao longo de inúmeras praias de todos os estados nordestinos, como relata Freitas (2019) ocasionam danos ambientais de enorme gravidade, além dos impactos sociais porque pescadores terão reduzida sua capacidade de exercerem sua profissão e econômicos, estes traduzidos no cancelamento de viagens turísticas à região, cujas praias, pela beleza que possuem, atraem turistas de todo o Brasil e de fora do país.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A atividade de extração de petróleo no Brasil é altamente degradante, Farias e Pereira (2016) destacam as regiões portuárias, pois é nelas onde ocorre manipulação de um volume expressivo de hidrocarbonetos e seus derivados, seja para o abastecimento das embarcações, como para operações portuárias. Martins e Oliveira citam exemplos de desastres ambientais como o ocorrido na Bahia de Guanabara em 2000, diversos vazamentos dos oleodutos da Petrobrás, e o acidente ocorrido na Bacia de Campos no ano de 2011, esses acidentes geram grande impactos ao mesmo tempo em que despertam a conscientização generalizada, que se estende desde a sociedade, legislação, até o interior das organizações através dos gestores, de preservar os bens naturais do planeta, para uma convivência sadia e também para a preservação para as futuras gerações.

De acordo com Adame e Gambini (2007) a água utilizada durante o processo de refino não é reaproveitada, pois contém quantidade muito grande de óleo, matéria orgânica e metais. Estes devido às suas características perigosas quando não tratados corretamente pode desencadear uma sequência de problemas ambientais como a contaminação dos corpos hídricos acarretando sérios impactos à saúde humana e demais organismos.

Para mitigação de tais efeitos hoje, as técnicas largamente empregadas para eliminação de resíduos de processos industriais compreendem a remoção de material contaminado das áreas afetadas, seguida de tratamento químico ou físico dos resíduos, e retorno ao meio ambiente. Os resíduos, que não podem sofrer esse tratamento, são incinerados ou depositados em aterros. Porém, tais procedimentos segundo Oliveira et al. (2008) geram outros resíduos e agravam o problema, ao passo que a incineração leva à geração de gases tóxicos e transferência de poluentes para a atmosfera. Acabando por acentuar outras questões ambientais, tais como contaminação da água e do subsolo.

Hoje uma das alternativas para a destinação das mais de 200 toneladas de contaminante que já foram recolhidas só no estado de Pernambuco é o uso desse material como combustível em indústrias, como informa Fonseca (2019), o material é levado em caminhões para o Ecoparque Pernambuco onde funciona a Central de Tratamento de Resíduos (CRT), em Igarassu, no Grande Recife. Quando chega ao centro, o óleo é peneirado, separado de outros materiais e triturado. Também é transformado em partículas de cinco centímetros. Depois de processado é encaminhado para fábricas de cimento.

Outras soluções podem ser empregadas, opções que além de englobarem: eficiência, simplicidade, tempo demandado na operação e custo, tragam mais segurança e menos ações impactantes ao meio ambiente (MELO et al., 2012 p.251). Nesse contexto, Tonini, Rezende e Grativol, (2010) evidenciam o emprego da biorremediação, que utiliza micro-organismos vivos para recuperação de áreas degradadas, em comparação a outros processos convencionais.

Entre os contaminantes que podem ser tratados biologicamente com sucesso podemos citar o petróleo bruto, e derivados do petróleo como a gasolina, óleo Diesel, combustível de aeronaves, solventes diversos e outros compostos xenobióticos. Desse modo, a biorremediação vem se destacando na remoção de hidrocarbonetos do petróleo, além da simplicidade da manutenção, aplicabilidade em grandes áreas e baixo custo, esse tratamento tem a possibilidade de ocasionar a destruição completa do contaminante (SILVA et al., 2012 p.83).

De acordo com o histórico passado de vazamentos de óleo associados à cadeia produtiva do petróleo que atingiram diferentes áreas do globo é possível verificar que nos últimos anos a biorremediação está presente na grande maioria dos tratamentos aplicados nas áreas contaminadas (Quadro 1).

Quadro 1: Histórico resumido de vazamentos de óleo entre 1966 e 2003

Acidente	Ano	Tipo de óleo	Áreas contaminadas	Estratégias de resposta
Torrey Canyon (NOAA, 2016a)	1967	Petróleo cru	Costas inglesa e francesa	Queima in situ Dispersantes químicos
Argo Merchant (NOAA, 2019b)	1976	Óleo combustível venezuelano	Estados Unidos mas sem toque na linha de costa	Queima in situ
Amoco Cadiz (CEDRE, 2016a)	1978	Petróleo cru e Bunker C	320 km de praias na França	Dispersantes químicos Biorremediação
Exxon Valdez (CEDRE, 2016b)	1989	Petróleo cru	800 km de áreas costeiras e ilhas do Alaska	Dispersantes químicos Queima in situ Contenção e recolhimento Biorremediação
Erika (CEDRE, 2016c)	1999	Óleo combustível pesado	Costa francesa	Contenção e recolhimento
Prestige (NOAA, 2016c)	2002	Óleo combustível pesado	1900 km de áreas costeiras de 6 países	Contenção e recolhimento Limpeza de Praia Biorremediação
Baía de Guanabara (CALIXTO, 2011)	2000	Óleo combustível marítimo (MF-380)	Áreas ao redor da Baía de Guanabara	Contenção e recolhimento Limpeza de Praia Biorremediação

Fonte: Adaptação de NORONHA; FERREIRA; PINTO (2018 p. 601).

Para Bisognin (2012) a biorremediação contempla diferentes tecnologias que utilizam processos biológicos aplicados à recuperação ou remediação de áreas contaminadas, ou ao tratamento de compostos orgânicos que devam ser eliminados antes da disposição no ambiente. Para isto, em geral, utilizam-se micro-organismos, plantas ou produtos biológicos, como enzimas e componentes celulares com a finalidade de realizar a mineralização dos compostos. Reginatto, Colla e Thomé (2011) ressaltam que devido aos inúmeros acidentes e vazamentos envolvendo produtos oleosos, principalmente os que contêm derivados de petróleo, e sendo o solo um dos grandes receptores dessa contaminação, e considerando os riscos envolvidos para o meio ambiente, é grande a variedade de processos que foram desenvolvidos nos últimos anos e que podem ser utilizados para a remediação dessas áreas.

Ainda assim, os processos biológicos merecem destaque entre os tratamentos mais utilizados, principalmente em relação ao custo e a eficiência quando comparados a processos físico químicos (Figura 1).

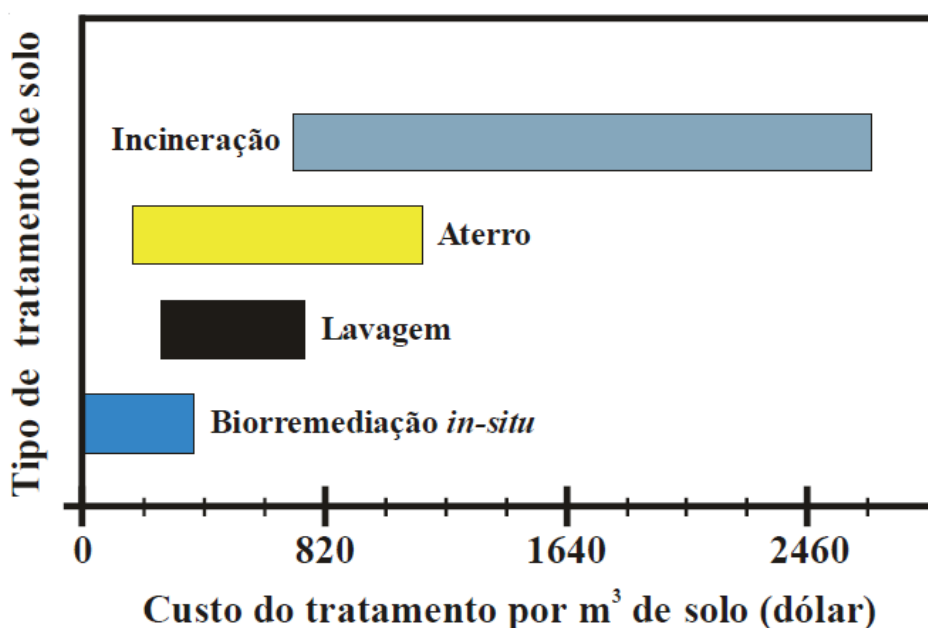


Figura 1. Comparação entre os custos do tratamento de solos empregando diferentes técnicas de remediação.
Fonte: ANDRADE; AUGUSTO; JARDIM (2010 p.20).

A biorremediação contempla diferentes tecnologias que utilizam processos biológicos aplicados à recuperação ou remediação de áreas contaminadas, ou ao tratamento de compostos orgânicos que devam ser eliminados antes da disposição no ambiente. Porém, vale lembrar que antes de sua implementação é necessário uma avaliação em laboratório e através dos dados obtidos a técnica mais adequada é escolhida e posteriormente devem ser realizados testes em campo para verificar a eficiência do processo.

Durante o tratamento das áreas impactadas as técnicas utilizadas podem ser *in situ*, ocorrendo diretamente no local, a exemplo da atenuação natural e *ex situ*, onde o material é tratado fora do local de origem da contaminação. Neste último caso, podem ser utilizadas biopilhas, biorreatores e biofiltros. Vale frisar também a importância da aplicação das técnicas de bioaumento e bioestimulação, as quais segundo Pereira Júnior, Gomes e Soriano (2009) podem ser realizadas em ambas as situações, ou em conjunto com outras tecnologias para potencializar os resultados de degradação do poluente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O setor petrolífero está entre um dos mais importantes para a economia do país, contudo em todas as etapas desde a extração do petróleo, transporte do produto até o consumo de seus derivados, são geradas grandes quantidades de resíduos e poluentes, os quais envolvem inúmeros riscos ao meio ambiente. Como forma de prevenção a legislação brasileira exige que seja realizada uma avaliação de impacto ambiental, para identificar, quantificar e minimizar os impactos negativos sobre o meio ambiente.

Nos casos em que o dano tenha ocorrido é necessário que sejam adotadas medidas remediadoras, dentre elas, a tecnologia de biorremediação merece evidência. Em meio a outras vantagens a biorremediação possibilita a remoção completa dos hidrocarbonetos do petróleo causando poucas mudanças nas características físicas, químicas e biológicas do meio ambiente a um menor custo, quando comparada aos métodos tradicionais de incineração e disposição em aterros.

REFERÊNCIAS

ADAME, A.; GAMBINI, P. T. Medidas de controle e reparação de acidentes envolvendo petróleo e derivados previstas pela legislação nacional e internacional de proteção ao meio ambiente. In: GONÇALVES, A; RODRIGUES, G. M. A. **Direito do petróleo e gás: aspectos ambientais e internacionais**. Santos: Universitária Leopoldianum, 2007. p.177-189.

ALVES, R. A.; PAULISTA, P. H. Proposta de ensaios experimentais para aplicação das ferramentas da qualidade. **Revista Científica da FEPI**, v. 6, n. 1, 2015.

ALVES, S.G.; REIS NETO, A.F.; CARDOSO, J.J. Impactos ambientais produzidos pelo coque de petróleo no complexo industrial portuário de Suape-PE. In: El -Deir, S. G; Melo, A. M.; Souto, T. J. M. P. (Org.). **Resíduos sólidos: O desafio do Gestão Integrada de**

Resíduos Sólidos face aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. 1ª ed. Recife: EDUFRPE, 2016. p. 1003-1011.

ANDRADE, J. A.; AUGUSTO, F. JARDIM, I. C.S.F. Biorremediação de solos contaminados por petróleo e seus derivados. **Eclética Química**, São Paulo, v.35, n. 3, p. 17-43. 2010.

BISOGNIN, R. P. **Análise do potencial microbiano de uma biopilha na biorremediação de solos contaminados por hidrocarbonetos.** 2012. 140f. Dissertação (Mestrado em Gestão e Tecnologia Ambiental) - Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC, Santa Cruz do Sul, 2012.

BRASIL. **LEI 6.938 de 02 de setembro de 1981.** Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm/>. Acesso em: 18 mar. 2018.

BRASIL. **LEI Nº 9.478, de 06 de agosto de 1997.** Dispõe sobre a política energética nacional, as atividades relativas ao monopólio do petróleo, institui o Conselho Nacional de Política Energética e a Agência Nacional do Petróleo e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/CCivil_03/leis/L9478.htm/>. Acesso em: 18 mar. 2018.

CALIXTO, E. **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.

CEDRE (2016a) – **Centre de documentation, de recherche et d'expérimentations sur les pollutions accidentelles des eaux.** Disponível em <<http://wwz.cedre.fr/Nos-ressources/Accidents/Accidents/Amoco-Cadiz>> Acesso em: 07 de Maio de 2019.

CEDRE (2016b) – **Centre de documentation, de recherche et d'expérimentations sur les pollutions accidentelles des eaux.** Disponível em <<http://wwz.cedre.fr/en/Our-resources/Spills/Spills/Exxon-Valdez>> Acesso em: 07 de Maio de 2019.

CEDRE (2016c) – **Centre de documentation, de recherche et d'expérimentations sur les pollutions accidentelles des eaux.** Disponível em <<http://wwz.cedre.fr/en/Our-resources/Spills/Spills/Erika>> Acesso em: 07 de Maio de 2019.

CETESB: COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Informações sobre acidentes com petróleo,** 2019. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/>>. Acesso em: 02 fev. 2019.

COLETTI, J; BONDUELLE, G.M.; IWAKIRI, S. Avaliação de defeitos no processo de fabricação de lamelas para pisos de madeira engenheirados com uso de ferramentas de controle de qualidade. **Acta Amazonica.** v. 40, n.1, 2010,p. 135 – 140.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução nº nº 273, de 29 de novembro de 2000.** "Dispõe sobre prevenção e controle da poluição em postos de combustíveis e serviços".Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=271>>. Acesso em 18 mar. 2019.

DANTAS, C.; OLIVEIRA, E.; MANZANO, F.; FIGUEREDO, P. **Óleo no Nordeste: veja a evolução das manchas e quando ocorreu o pico do desastre que completa 2 meses.** G1. 2019. Disponível em: <<https://g1.globo.com/natureza/desastre-ambiental-petroleo-praias/noticia/2019/10/30/oleo-no-nordeste-veja-a-evolucao-das-manchas-e-quando-ocorreu-o-pico-do-desastre-que-completa-2-meses.ghtml>>. Acesso em 30 out. 2019.

DIAS, R. As empresas e o meio ambiente. In: DIAS, R. **Gestão ambiental: responsabilidade social e sustentabilidade.** 2ª ed. São Paulo: Atlas, 2011. p. 55-80.

FARIAS, M. F. L.; PEREIRA, S.V. Riscos ambientais na atividade de retirada de água oleosa de navios, num porto da região metropolitana do Recife/PE – Pernambuco. In: El -Deir, S. G; Melo, A. M.; Souto, T. J. M. P. (Org.). **Resíduos sólidos: O desafio do Gestão Integrada de Resíduos Sólidos face aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável.** 1ª ed. Recife: EDUFRPE, 2016. p. 1028-1038.

FREITAS, V.P. **Derrame de petróleo no Nordeste e o Tribunal Penal Internacional.** Revista Consultor Jurídico, 2019. Disponível em: <<https://www.conjur.com.br/2019-out-27/segunda-leitura-derrame-petroleo-nordeste-tribunal-penal-internacional>>. Acesso em 28 out. 2019.

GALO, N. R.; LEMOS, S.; LEAL, G. C. L. Análise de fatores causadores de problemas produtivos em uma indústria de fios têxteis. **Revista Tecnológica, Maringá, Ed. Especial SIMEPRO,** p. 57-63, 2013.

LUZ, E.L. P.; SILVA, D.S.; MEDEIROS, M.C.; BEZERRA, A.P.X.G.; LORENA, E.M.G.; SANTOS, I.G.S. Pollution mitigation for hydrocarbons of petroleum through the bioremediation. **Revista Geama,** v.2, n.4, p. 482-491, 2016.

MARTINS, K. C. M.; OLIVEIRA, M. C. S. **Dano ambiental por atividade petrolífera: visão jurídica da prevenção pela gestão ambiental.** 2011. 78 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Planejamento, Gestão e Auditoria Ambiental). Centro Universitário Filadélfia – UNIFIL, Londrina, 2011.

MELO, W. J.; MELO, G.M.P.; MELO, V.P.; LONGO, R.M.; RIBEIRO, A.I.; BERTIPAGLIA, L.M.A. Manejo de solos degradados por ação antrópica. In: ROSA, A. H.; FRACETO, L. F.; MOSCHINI-CARLOS, V. (Org.). **Meio Ambiente e sustentabilidade.** Porto Alegre: Bookman, 2012. p. 238-282.

MONTE, E. F.; FAGUNDES, T. C.; XIMENES, A.F.; MOURA, F.S.; COSTA, A.R.S. Impacto ambiental causado pelo descarte de óleo; Estudo de caso da percepção dos moradores de Maranguape I, Paulista – PE. **Revista Geama (Online), Recife,** v. 2, n. 1, p. 41-55, 2015.

NOAA (2016a) – **National Oceanic and Atmospheric Administration.** Disponível em <<https://incidentnews.noaa.gov/incident/6201>> Acesso em: 04 de Março de 2019.

NOAA (2016b) – **National Oceanic and Atmospheric Administration.** Disponível em <<https://incidentnews.noaa.gov/incident/6231>> Acesso em: 04 de Março de 2019.

NOAA (2016c) – **National Oceanic and Atmospheric Administration.** Disponível em <<https://incidentnews.noaa.gov/incident/7804>> Acesso em: 04 de Março de 2019.

NORONHA, I. R.; FERREIRA, M. I. P.; PINTO, A. E. M. Riscos e danos ambientais associados às atividades da cadeia produtiva do petróleo: instrumentos de comando e controle para mitigação dos impactos de vazamentos de óleo. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 7, n. 1, p. 596-613, 2018.

OLIVEIRA, S. D. et al. Emprego de Fungos Filamentosos na Biorremediação de Solos Contaminados por Petróleo: Estado da Arte. **SÉRIE TECNOLOGIA AMBIENTAL**, Rio de Janeiro: CETEM/MCT, n. 45, p. 3-53, 2008.

PEDROTI, G. I. **Ensaio de biodegradabilidade aeróbia de hidrocarbonetos derivados do petróleo em solos**. 2007. 120f. Dissertação (Mestrado Engenharia Ambiental) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Tecnológico, Vitória. 2007.

PEREIRA JR., N.; GOMES, E. B.; SORIANO, A. U. Biodegradação de Hidrocarbonetos. **Séries em biotecnologia**. 1. ed. Rio de Janeiro: Escola de Química/UFRJ, 2009. 3 v.75 p. 7-74.

PORTAL BRASIL. **Brasil se torna maior produtor de petróleo da América Latina, 2017**. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2017/07/brasil-se-torna-maior-produtor-de-petroleo-da-america-latina/@@nitf_custom_galleria>. Acesso em: 08 abr 2018.

REGINATTO, C.; COLLA, L. M.; THOMÉ, A. Biorremediação de resíduos oleosos em solos. **REVISTA CIATEC – UPF**. Passo Fundo, v. 3, n.2, p.19-31, 2011.

REIS, L. V.; SILVA, A.L.E.; CORBELLINI, R.H.; RABUSKE, F.B.. O uso das ferramentas brainstorming e 5w2h no planejamento e combate a incêndio em indústrias de tabaco. **Anais... XXXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção-Enegep**, João Pessoa, PB, 2016.

SILVA, W. T. L.; MARTELLI, L.F.A.; ALMEIDA, T.L.; MILORI, D.M.B.P.; MARTIN NETO, L. Contaminação do solo: aspectos gerais e contextualização na química ambiental. In: ROSA, A. H.; FRACETO, L. F.; MOSCHINI-CARLOS, V. (Org.). **Meio Ambiente e sustentabilidade**. Porto Alegre: Bookman, 2012. p. 67-87.

TOMASSONI, F. et al. Técnica de biorremediação do solo. **Acta Iguazu**, Cascavel, v.3, n.3, p. 46-56. 2014.

TONINI, R. M. C. W.; REZENDE, C. E.; GRATIVOL, A. D. Degradação e biorremediação de compostos do petróleo por bactérias: revisão. **Oecologia Australis**, Rio de Janeiro, v.14, n.4, p. 1027-1035, dez. 2010.

VIEIRA, I. F. B.; MENDONÇA, Z. L. L.; SILVA FILHO, J. A.; SANTOS, J. P. O. Aplicação de uma ferramenta de gestão na análise da PNRS: método do diagrama de Ishikawa. In: Silva, R. C. P.; Santos, J. P. O.; Mello, D. P.; El-Deir, S. G. (Org.). **Resíduos sólidos: tecnologia e boas práticas de economia circular**. 1ª ed. Recife: EDUFRPE, 2018. p. 155-165.