

## RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS EM ZONAS DE PRODUÇÃO E EXPLORAÇÃO DE PETRÓLEO

Fernando Mariano de Jesus dos Santos, Aislane Santos Conceição, Yann Tiago Anunciação,  
Evany Gonçalves Xavier Neta, <sup>1</sup>Ana Carla Monteiro Salinas<sup>2</sup>

### Resumo

O presente artigo denota a importância de se conhecer os possíveis impactos ocasionados pela produção e exploração do petróleo, já se tendo um pré entendimento das técnicas de remediação existentes para uma imediata ação de controle e preservação. A indústria petrolífera é de suma importância para o crescimento de inúmeras sociedades, um recurso básico, pois é fornecedor de grande parte da energia mundial e de matéria prima para diversos produtos. O problema maior das áreas que sofreram contaminação e foram degradadas é o grande impacto causado ao meio ambiente, seja pela contaminação do solo ou diluição nos mares, afetando assim toda a fauna e flora existente, além da população local, necessitando assim de técnicas de remediação apropriadas nos locais que foram atingidos. Cada ecossistema demanda uma técnica distinta, as quais podem ser utilizadas para remediação deste tipo de impacto ambiental, podendo ser eles naturais, mecânicos, químicos, indo desde a utilização de pás passando pelo jateamento mecânico até a biorremediação, tudo vai depender de qual técnica será mais bem utilizada em cada local afetado. Em 2019, um desastre ocorrido por derramamento de óleo no litoral brasileiro, considerado o maior do gênero em extensão, logo chegou na costa trazido pela força das marés. Com o passar do tempo, o óleo foi se diluindo e misturando-se aos sedimentos. Houve demora de ação por parte do governo, levando pessoas das comunidades locais a tomarem providências para tentar conter a evolução dos danos. Tendo ciência de todos os fatos, o engenheiro de petróleo e gás poderá exercer sua função com uma consciência ambiental, recuperando as áreas afetadas para as gerações futuras.

**Palavras-chave:** Áreas degradadas. Petróleo. Indústria. Desmatamento. Derramamento de óleo. Remediação.

### Introdução

Segundo Afonso (2008) a indústria do petróleo e gás natural possui uma grande importância no cenário econômico mundial, sendo essencial para o desenvolvimento socioeconômico do nosso país. O petróleo é ainda considerado o principal combustível e é insumo para a produção de diversos produtos industriais, tais como borracha, solventes,

<sup>1</sup> Graduados em Engenharia de Petróleo e Gás, Centro Universitário Jorge Amado

<sup>2</sup> Graduada em Geologia e Mestre em Petrologia pela Universidade Federal da Bahia

fertilizantes etc. O gás natural, por sua vez, é uma fonte de energia limpa que está ganhando cada vez mais espaço como combustível, principalmente industrial.

Desde sua descoberta em território nacional, o petróleo transformou profundamente a economia, a sociedade e o espaço do Brasil, principalmente nas últimas quatro décadas, fornecendo divisas, energia e matérias-primas para o processo de industrialização, gerando além de crescimento econômico, muitos problemas ambientais (MONIÉ, 2003).

De acordo com Pena (2015), ocorreu um aumento acentuado na produção do petróleo brasileiro nos últimos anos. O país, detém a autossuficiência do produto.

No Brasil, ao longo dos últimos anos, as leis relativas ao meio ambiente foram se tornando cada vez mais rigorosas e o crescente avanço no processo de licenciamento ambiental específico para o setor de óleo e gás é um dos exemplos das tentativas de controlar os impactos causados por essa indústria. A Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº 6.939/81, art. 9, IV) e a Lei do Petróleo (Lei nº 9.479/97), com auxílio de órgãos reguladores e executores, tais como o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), a Agência Nacional do Petróleo (ANP) e o Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), são alguns dos mecanismos utilizados para regular a indústria do petróleo ambientalmente (SCHAFFEL, 2002).

De acordo com a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), a fase de produção se refere aquela em que as acumulações de petróleo e/ou gás natural descobertas e que tiveram sua viabilidade comercial comprovada dão origem a um campo produtor, sendo desenvolvidas e postas em produção para abastecer o mercado. Segundo a Ramalho (2019), o Brasil se consolida como 10º maior produtor de petróleo.

De acordo com a instrução normativa nº 04 de 04 de abril de 2011, define-se como área degradada aquelas áreas impossibilitadas de retornar para a trajetória natural a um ecossistema que se assemelhe a um estado conhecido antes, ou para outro estado que poderia ser esperado.

Toda atividade que resulte no lançamento de algum tipo de resíduo para o ambiente e que este não possa processar, sejam resíduos sólidos, líquidos ou emissões atmosféricas, são consideradas atividades poluidoras ou potencialmente poluidoras. (CARDOSO, 2005).

A política ambiental brasileira tem como foco principal os impactos ambientais por derramamento de hidrocarbonetos em áreas marinhas; contudo a partir da resolução nº 27 de 18 de outubro de 2006 da Agência Nacional do Petróleo (ANP), tem como principal objetivo a desativação de instalações e devoluções de áreas de concessão na fase de produção de

hidrocarbonetos. Nos anexos da resolução 27/2006, 5.6 e 5.6.1 vêm trabalhando a recuperação dos solos por derramamento de petróleo e derivados.

O derramamento de óleo diesel no território brasileiro pode ocorrer a partir do transporte que ocorre em sua maioria por meio de rodovias, contudo há o vazamento de derivados de petróleo próximos as áreas produtoras, nos quais são transportados por caminhões ou dutos de transporte (Machado et al, 2013).

Diversos métodos de limpeza estão sendo utilizados internacionalmente com o intuito de minimizar os danos ambientais causados pelos derramamentos de óleo e sua redução, ocorrendo a escolha do método a ser adotado ao tipo do ecossistema que foi impactado, devendo também levar em conta as características e sensibilidade do mesmo. Além de o tipo de óleo derramado e de fatores técnicos, tais como acesso e tipo de equipamento que são passíveis de utilização, sem esquecer do custo da operação pois de haver uma má escolha do método de limpeza pode gerar uma maximização dos danos ambientais (CANTAGALLO et al, 2007).

As opções utilizadas frequentemente para limpeza dos solos degradados por hidrocarbonetos e seus derivados como o óleo diesel, são em sua maioria tratamentos físicos, no qual, é feita a separação dos contaminantes do solo sem danificá-lo ou destruí-lo quimicamente, contudo o custo para tal técnica é muito alta, além de retirar o solo e colocá-lo em outro lugar para lavagem, e depois reposição do mesmo em sua área. Outra técnica para recuperação e manejo de áreas degradadas por derramamento de óleo diesel é a de biorremediação, na qual é utilizada microrganismos que tem como o objetivo, promover a quebra dos componentes químicos transformando-os em produtos neutros que não degradam o meio ambiente (ALMEIDA, 2013).

Além da biorremediação natural, existem outras técnicas que combinadas aceleram a degradação dos componentes químicos, como o bioestímulo, no qual utiliza nutrientes para que leve a população de microrganismos e acelere a recuperação do solo (ALMEIDA, 2013).

Outras técnicas de biorremediação são utilizadas, como o biosurfactantes, bioventilação, bioaumento ou bioadição e fitorremediação, contudo as mais utilizadas são a biorremediação natural e o bioestímulo.

## 2 . Fundamentação Teórica

### 2.1. Petróleo

Segundo Thomas (2001) a palavra petróleo vem do latim *petra* (pedra) e *oleum* (óleo), constituído basicamente por uma mistura de compostos químicos e orgânicos (hidrocarbonetos). Em seu estado líquido é uma substância oleosa, inflamável, menos denso que a água, com cheiro característico e cor variando entre o negro e o castanho claro.

A Indústria de Petróleo é imprescindível para qualquer país. Não é possível pensar a vida humana nos atuais moldes sem o petróleo, sem os seus derivados. Ele é responsável por uma enorme gama de produtos que vão desde óleos combustíveis (diesel, querosene e gasolina), passando por insumos à indústria petroquímica (parafina e nafta) e chegando até os medicamentos que têm na sua composição derivados do petróleo. É impossível pensar os atuais moldes da vida humana sem asfalto, plásticos e aspirinas (BARATA, 2002).

Em 2006, o petróleo foi responsável por 36% da demanda final de energia no mundo. Aqui no Brasil, o petróleo e os seus derivados foram responsáveis por 37,8% do total da matriz energética brasileira. Mesmo que aqui no Brasil esse percentual de 37,8% configure uma redução em relação ao de 2005 (38,7%), tanto o Brasil quanto o mundo estão longe de um futuro independente do petróleo (BRASIL, 2007).

### 2.2. Indústria do Petróleo

Hodiernamente, o setor petrolífero movimenta trilhões de dólares ao redor do mundo, com isso constitui-se o petróleo como maior e principal fonte de energia e de matéria-prima para a indústria, de maneira geral (SOUZA, 2006). Essas fontes estão associadas a um sistema de processo produtivo, ou seja, a uma cadeia produtiva. Existem vários termos relacionados à cadeia produtiva, portanto, julgou-se apropriado explorar alguns desses conceitos no intuito de compreender melhor o sistema voltado à cadeia produtiva do petróleo.

De acordo com informações retiradas da revista eletrônica, educação e tecnologia digital, em se tratando da indústria petrolífera pode-se dizer que define-se como principais impactos ambientais causados pela degradação e poluição dos solos, a retirada da vegetação e preparo do solo, ocasionados na instalação e exploração nos poços em terra e pelo derramamento de óleo e poluição do ar. Ocorrem durante o processo de refino escapes naturais de óleo, emissões de poluentes, além do despejo de rejeitos de todo processamento industrial (MATOS, 2010 apud OLIVEIRA; JERÔNIMO)



A exploração, enquanto estudo, busca entender o relevo de uma região ou território, suas dimensões e sua área sedimentar, com vista ao seu aproveitamento para produção de alguma riqueza. A Geologia busca entender a história da Terra e sua origem, através de estudos que obedecem às leis fundamentais da natureza (CORRÊA, 2003).

## 2.3. Áreas degradadas

As áreas degradadas pelas indústrias petrolíferas, oriundas de atividades de exploração e produção, possuem um processo de regeneração mais lento comparadas as áreas que sofreram desmatamentos. Quando ocorre a remoção do solo, camadas subsuperficiais ficam expostas, sendo induzidas a passarem por mudanças físicas, químicas e biológicas, causando assim um distúrbio no ecossistema (SANTOS JR., 2006).

Figura 1 – Depósito de detritos do petróleo presentes no solo de uma área contaminada.



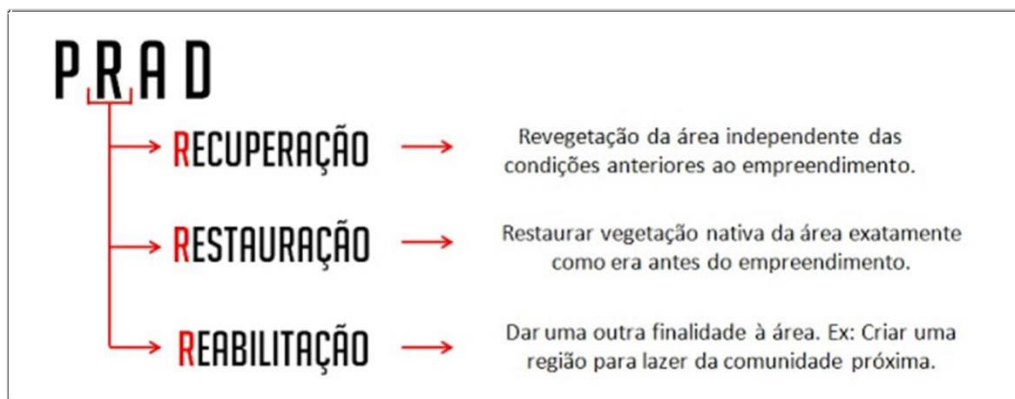
Fonte: FAPERJ/Uerj, (2008).

De acordo com o art. 2º do decreto-lei nº 97.632 de 1989:

“Para efeito deste Decreto são consideradas como degradação os processos resultantes dos danos ao meio ambiente, pelos quais se perdem ou se reduzem alguns de suas propriedades, tais como, a qualidade ou capacidade produtiva dos recursos ambientais”.

Segundo Matias (2015), o Plano de recuperação de áreas degradadas (PRAD) é o procedimento de elaboração de estudo, que deverá coletar informações, diagnósticos e levantamentos, normatizado pela IN nº4/2001 do IBAMA, com o intuito de nortear a elaboração de projetos de recuperação das áreas degradadas, possibilitando assim avaliar a degradação dolocal, ou alguma alteração da área que está sendo estudada.

Figura 2 – Plano de Recuperação de áreas degradadas.



Fonte: Isabela Rosário, (2019).

Com a pretensão de uma diminuição plausível nos desmatamentos ilegais, os quais representam grandes percentuais no país das aéreas degradadas, que acarretam na perda da biodiversidade e uma possível redução do ciclo da água se fazendo necessário a presença de órgãos ambientais. Outros efeitos ocasionados por estas alterações no meio ambiente é o aumento das queimadas, liberando gases que podem acelerar o efeito estufa, além de causar deslizamento das terras, processos erosivos e complicações tanto para a saúde humana quanto para a saúde dos animais (ARRAES; MARIANO; SIMONASSI, 2012).

Lelis (2019), relata que o derramamento de óleo que ocorreu no Nordeste e atingindoas praias de todos seus nove estados foi considerado o maior do gênero em extensão, além dessedesastre afetar 107 animais contaminados pelo óleo, levando 11 ao óbito.

Complicações que acabam surgindo após a ingestão por humanos de peixes ou até mesmo frutos do mar, acabam resultando em náuseas, vômitos e gastroenterite (inflamação que ocorre no estômago e no intestino), são outros impactos pelas consequências da contaminação,mas de curto prazo. (BOMFIM,2019)

Embora seja de fundamental importância para a economia mundial, o petróleo e seus derivados são compostos complexos e altamente recalcitrantes causando impactos de proporção consideráveis aos ecossistemas. A fim de minimizar estes efeitos negativos da exploração do petróleo, o homem, vem estudando medidas de amenizar esses impactos, sendo que na atualidade segundo cita Mayer apud Douglas (2000), damos destaque para as tecnologias ambientais como a remediação, pelo uso de dispersantes químicos ou de biossurfactantes e a biorremediação.

### 2.3.1. Desmatamento

Segundo Campos (2020), o desmatamento está atrelado a atuação do homem nas atividades produtivas, ações antrópicas que trazem como consequência um desequilíbrio ambiental provocando um conjunto de impactos ambientais como a perda da biodiversidade, expulsando inúmeros animais do seu habitat natural. Com a remoção da vegetação nativa, há uma elevação da temperatura e ocorrência de eventos climáticos e um aumento da erosão, desertificação e esgotamento das fontes de água.

Os problemas provindos dos impactos ambientais causados pela ação de perfuração de petróleo, são frutos da ação do homem perante o meio ambiente, gerando tais problemas para a fauna, flora e a sociedade, devido ao alto poder de poluição que possui (SANTOS, 2012). Segundo Butler (2008), o grande responsável pelos desmatamentos ocorridos para a construção de estradas que darão acesso aos sítios de petróleo remotos, degradação do solo e a destruição de terras que vem ocorrendo no mundo é a ação resultante da extração de petróleo.

Figura 3- Fazenda Bulcão e a comparação entre antes e depois de ser revegetada.



Fonte: Instituto Terra, (2019).



De acordo com a definição legal brasileira, impacto é:

[...] qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria e energia resultante das atividades humanas que direta e indiretamente afetam: a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota, as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente, a qualidade dos recursos naturais (RESOLUÇÃO CONAMA nº 01/86, art. 1º).

*Butler* (2008), relata que em função da imensa variedade existente de sistemas pluviais à pântanos florestais, lagos, um grande derramamento de petróleo poderá causar um devastador impacto no ecossistema.

### 2.3.2. Derramamento de óleo

*Butler* (2008) menciona que embora a extração dos combustíveis fósseis possa ser feita de uma forma mais ecológica, os governos e empresas optam mais pela conveniência do que os interesses da população local e o meio ambiente, os quais serão mais afetados.

Segundo Santos (2012), o transporte de petróleo e seus derivados através de navios possui um risco inerente que é a possibilidade de ocasionar um derrame de óleo ao mar.

É frequente que o petróleo contamine também as praias e costas. Neste caso o petróleo atinge a areia, onde se reproduzem rapidamente as bactérias e fungos que o decompõe. Se estiver bem misturado com a areia, a degradação ocorre, durante a estação quente do ano. Mas os grandes grumos, sobretudo o petróleo já resinificado, persiste durante anos sem alterar-se. O mesmo ocorre com o material vegetal e animal impregnado deste líquido, podendo citar como exemplo aves cobertas de petróleo, encontradas após um ano depois da contaminação, encontradas mumificadas (CAMPOS, 2003).



Figura 4 – Mancha de óleo em praia do Nordeste.



Fonte: Cristiane Bomfim/Agência Einstein. (2019)

Levando em consideração o relato de Uchôa (20019), o petróleo ao chegar nas zonas das praias, mas especificadamente nas areias ou áreas de mangue, suas características físicas permitem que haja dificuldade em sua retirada manual em razão do favorecimento de que suas substâncias tóxicas consigam se impregnar mais facilmente. Um método que ele considera eficiente para a execução da limpeza e a qual foi entregue uma minuta ao governo explanando sobre o assunto é a técnica do fito remediação, utilizando plantas do próprio ambiente atingido.

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. Contudo, por ter grande visibilidade, a poluição provocada por dutos e petroleiros e as consequências trágicas que a poluição aguda pode provocar sobre os ecossistemas atingidos resulta em uma maior comoção pública e na concepção de novas legislações (CERQUEIRA, 2010).

Segundo Uchôa (2019), em casos que o petróleo encontrasse já dissolvido na água, setem como indicação para tratamento a utilização de microalgas as quais costumam se alimentando carbono que está contido nas substâncias tóxicas, eliminando-as. Sua atuação pode-se comparar ao funcionamento de uma máquina de diálise onde a água contaminada adentra numtanque (reator), o qual se encontram as microalgas, liberando em seguida a água já limpa para o meio ambiente.

Na costa do estado do Espírito Santo ocorreu o seu vazamento considerado de maior impacto, pois foram lançados na costa 260 mil litros de óleo durante uma operação de transporte realizada entre a plataforma e o navio cargueiro (IBAMA,2010).

De acordo com Raquel (2019), o governo brasileiro praticamente foi negacionista em relação ao problema que foi esse desastre na costa brasileira, ocasionando num vazamento de óleo foi considerado um dos maiores desastres ambientais tendo cinco mil toneladas do óleo liberadas já que o Plano Nacional de Contingência regulamentado pela lei brasileira só foi acionado 40 dias depois que o desastre se iniciou.

Em entrevista realizada pela Redação do Brasil de Fato Ceará a Raquel Souza, foi explanado que os trabalhadores das Organizações não Governamentais (ONGs) e das próprias comunidades foram peças fundamentais no desenvolvimento de soluções para conter as manchas de óleo tendo iniciativa nas ações de contenção com boias de contenção, barreiras derede, sem ao menos terem equipamentos de proteção individual (EPIs) suficientes, enviados pelo governo.

Segundo Betim (2019), relata que através do contato mais imediato com o óleo da área afetada acarreta a morte de algumas espécies como os corais, mariscos e peixes que com esse contato se sufocam. Também explana que as autoridades estão demorando muito na tomada dedecisões pois diversos trabalhadores que atuam na limpeza das praias vêm efetuando este trabalho quase impossível com suas próprias mãos, e muitas das vezes nem se quer estão utilizando qualquer tipo de proteção, fato este que teve aumento na procura por hospitais e clínicas no estado de Pernambuco, tendo sintomas de intoxicação como náuseas dores de cabeça e dificuldade respiratória.

Figura 5 – Ave impregnada de petróleo.



Fonte: grupo escolar, (2010).

Num balanço feito na época pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), revelou que 1.009 localidades de 11 estados foram afetadas, sendo recolhidos 5,3 mil toneladas de resíduos. À medida que o tempo foi passando, ficava mais difícil se saber a origem do óleo e muito menos apontar uma possível causa deste desastre que havia uma possibilidade de ficar sem respostas. No final de novembro de 2019, houve mudanças nas condições climáticas, facilitando a dispersão do óleo fazendo chegar na costa (CARDIM; TEÓFILO,2020).

## 2.4. Técnicas de remediação

Segundo Lopes et al (2007) pode-se considerar como técnica de remediação eficiente diante a visão do órgão ambiental, a que então permita que haja uma recuperação da área afetada em um menor tempo possível e que com isso gere um mínimo impacto possível.

A implementação da técnica, seja remoção do material que foi contaminado, eliminação do poder tóxico do material contaminante, ou de algo que impeça de o material contaminado avançar através do solo estará enquadrada como técnicas de remediação. (SCHMIDT,2010)

As barreiras e *skimmers* é uma técnica utilizada onde ocorre o acúmulo de óleo, para que seja efetuada a remoção contida em meio aquoso (óleo em água) através de mecanismos de sucção. (CRAIG et al., 2012).

A remoção mecânica é uma técnica onde sua utilização, nas faixas de praia e zonas entre marés, pode gerar sérios danos ao ecossistema, pois há uso de máquinas pesadas que favorecem na compactação do substrato, ocorrendo alteração no seu equilíbrio dinâmico e processo erosivo em razão da retirada de grandes quantidades de areia, que em sua maioria há retirada desnecessária de sedimentos limpos, podendo ser realizada com auxílio de veículos e máquinas, de roda ou esteira, incluindo-se tratores, retroescavadeiras, caminhões-caçamba e caminhões vácuo, mas que geram uma enorme quantidade de resíduos além do dano biológico. (LOPES et al., 2007).

Na técnica de limpeza manual normalmente é utilizada devido ao menor impacto que ela causa durante toda a operação e as vezes por falta de aquisição de recursos mais apropriados. Com o auxílio de utensílios como pás, latas carrinhos de mão os sedimentos que foram



contaminados são retirados manualmente do local afetado, sendo as vezes locais de difícil acesso e restritos.

De acordo com Lopes (2007), a técnica de jateamento com água em razão de sua eficiência, está entre os métodos de limpeza mais utilizados em costões rochosos e estruturas artificiais. Ela consiste no lançamento de jatos de água salgada ou doce em altas ou baixas pressões, podendo ser operado no mar ou em terra para a retirada do óleo, se fazendo uso de substâncias químicas como, por exemplo, os dispersantes. Associado ao uso desta técnica, o impacto mecânico sobre a fauna e a flora de regiões entre marés, mesmo em baixas pressões podem causar danos irreversíveis no local utilizado (LOPES et al., 2007).

*Maceket* (2000) refere-se a fito remediação como sendo a técnica que possui potencial elevado em sua utilização, pois tem vantagem a frente de outras técnicas de remediação, mesmo apresentando algumas limitações em relação a compostos orgânicos.

Neste método a fim de evitar o carregamento de contaminantes para água e solo, as plantas, tem um papel fundamental, ajudando no controle do processo erosivo além de serem mais fáceis de serem controladas do que os microrganismos. Mas em contrapartida este método possui como desvantagem a dificuldade na seleção das plantas já que são seletivas ao metal quando removido, em razão da sua toxicidade do mesmo, a vegetação pode não mais desenvolver (ANSELMO; JONES, 2005).

Em razão de descontaminação de um ambiente, se tem vários métodos existentes, mas poucos possuem a eficiência da bioremediação, a qual possui um baixo custo, mas adaptável para a manutenção do equilíbrio do ambiente e menos agressivo (ROSATO,1997 apud COSTAFILHO,2011).

A biorremediação ocorre através de processos químicos, físicos e biológicos, no qual utiliza microrganismos como fungos ou bactérias capazes de realizar a quebra dos compostos tóxicos e transformando-os em compostos simples, este processo é tido como natural, contudo, ele é bem utilizado em ambientes que possuiu um derramamento leve de óleo, pois o processo de recuperação dessas áreas são mais rápido. Além da biorremediação natural, existem outrastécnicas que combinadas aceleram a degradação dos componentes químicos, como o bioestímulo, no qual utiliza nutrientes para que eleve a população de microrganismos e acelere a recuperação do solo (ALMEIDA, 2013).

A biorremediação pode ser definida como um conjunto de tecnologias nas quais se utilizam microrganismos, ou seus produtos e processos, aplicadas a recuperação ou remediação, de áreas contaminadas, tratamento de compostos orgânicos voláteis tóxicos ou efluentes que

contenham resíduos que devem ser eliminados antes de entrar em contato com o ambiente. Em geral utilizam-se microrganismos, plantas ou produtos biológicos, como enzimas e componentes celulares, com a finalidade de realizar a mineralização, a qual, possivelmente, resulta em gás carbônico e água como produtos finais (DIAS 2000).

Houve casos em que a técnica da biorremediação foi aplicada e então percorrido um ano, conseguiu obter uma eficácia de 90% na redução da contaminação existente, enquanto outras regiões tiveram apenas 15% nessa redução (PRINCE, 1993 apud COSTA FILHO, 2011).

### 3. Considerações finais

A importância do petróleo para com a sociedade é fundamental, substância essencial que está intrinsecamente ligada ao desenvolvimento de uma sociedade, pois além de ser uma das principais fontes energéticas, se tem em seus derivados como matéria-prima para vários bens de consumo iniciando assim um novo ciclo econômico que acelerou o crescimento das cidades, sendo sem dúvida a maior riqueza do país, após sua população.

O crescimento econômico realizado de maneira desenfreada fez com que se desse mais importância para a lucratividade do que para as questões ambientais que vieram se intensificando gerando inúmeros impactos.

É indubitável que a exploração contínua dos recursos naturais resulta em várias consequências ambientais e sociais, tanto diretamente quanto indiretamente, fatos os quais comprometem todo o ecossistema, como é o caso da contaminação do solo, do ar e dos mares que quando afetados pode haver dificuldade em sua regeneração natural.

Ao decorrer de todo o processo, a indústria petrolífera tem sua participação em grande potencial na degradação do meio ambiente. Mesmo com todo o avanço tecnológico, os equipamentos e as técnicas que estão sendo utilizadas veem poluindo o meio ambiente em diversos níveis e prejudicando pescadores e comunidades costeiras, o turismo local, a economia, praias, manguezais, florestas, que muitas das vezes não conseguem mais se regenerar e animais marinhos.

A contaminação atmosférica, afeta a saúde das pessoas que podem sentir os sintomas em curto ou longo prazo e de diversos níveis de gravidade, além de causar inúmeras alterações climáticas modificando todo um ecossistema.

Mesmo havendo uma crescente conscientização da população sobre o quanto é necessário preservar e cuidar dos recursos naturais, alguns donos de indústria ainda se mantêm em colocar primeiramente o ganho financeiro, pouco se importando com os impactos gerados.

Muitas das áreas afetadas tanto pela exploração quanto pela produção de petróleo sofrem sérios danos em todo seu ecossistema acarretando na morte de inúmeras espécies e gerando problemas de saúde na população local.

|O derrame de petróleo causa enormes danos a biodiversidade aquática, espalhando manchas enormes de petróleo sendo dispersado pelas correntes marítimas e muito difícil de ser contido. Esse desastre ambiental prejudica a população litorânea das áreas atingidas, os animais marinhos como os peixes que podem morrer por asfixia, pois o óleo impregna nas brânquias e barbatanas impedindo a migração e alimentação e as aves migratórias destruindo a impermeabilidade natural e o isolamento térmico, fazendo com que fiquem expostos a hipotermia ou superaquecimento. Caso o óleo seja ingerido por algum animal marinho, pode resultar no envenenamento de toda uma cadeia alimentar.

Os desmatamentos realizados, seja para abrir caminho para uma das zonas de petróleo ou para a exploração causam uma devastação da fauna e flora, podendo extinguir a vegetação local desabrigando inúmeras espécies, além de favorecer para o aumento das queimadas.

O futuro de toda uma sociedade, de suas futuras gerações e do planeta dependerá de uma consciência coletiva que priorize a sustentabilidade, um respeito ao meio ambiente, elaborando projetos viáveis que protejam o ecossistema havendo uma maior fiscalização do cumprimento das normas como se relata a Política Nacional do Meio Ambiente, estabelecendo um equilíbrio ecológico e aumento da qualidade de vida, inclusive das futuras gerações e uma concretização da dignidade humana.

Com isso, o engenheiro de petróleo, além de todo conhecimento técnico-teórico sobretudo o processo incutido na indústria petrolífera deve ter a consciência ambiental já que depende de um ecossistema favorável para a prática de seu exercício. Havendo todo um planejamento da área afetada pode-se recuperá-la e as gerações futuras poderão deste mesmo meio se utilizar, pois, sua degradação além de afetar o meio local também traz problemas para a saúde humana e toda a biota.



## 6. REFERÊNCIAS

AFONSO, R. C. A indústria de petróleo e gás e a propriedade industrial. 2008, disponível em: <<https://migalhas.uol.com.br/depeso/68160/a-industria-de-petroleo-e-gas-e-a-propriedade-industrial>>. Acesso em: Out 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS (ANP).

Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/exploracao-e-producao-de-oleo-e-gas/gestao-de-contratos-de-e-p/fase-de-producao>>. Acesso em: 02 out. 2020.

ALMEIDA, L. V.; SILVA, J. J. M. C.; Principais técnicas de biorremediação in situ utilizadas na recuperação de áreas contaminadas por derivados de petróleo. Disponível em:

<<http://www.cpgls.ucg.br/ArquivosUpload/1/File/V%20MOSTRA%20ODE%20PRODUO%20OCIENTIFICA/SAUDE/66.pdf>>. Acesso em: 02 out. 2020.

ARRAES, R. DE A.; MARIANO, F. Z.; SIMONASSI, A. G. Causas do desmatamento no Brasil seu ordenamento no contexto mundial. Revista de Economia e Sociologia Rural, Piracicaba-SP, Janeiro, v.50, n1'. 2012. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.nhp?pid=S0103-20032012002100007.ISSN0103-2003.script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.nhp?pid=S0103-20032012002100007.ISSN0103-2003.script=sci_arttext)>. Acesso em: 18 nov. 2020

BAHIA. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Inovação. Diagnóstico da cadeia de suprimento dos segmentos de exploração, produção, refino e transporte de petróleo e gás natural na Bahia. Salvador: Étera Consultoria e Projetos Editorias, 2006.

BARATA, G. História do petróleo no Brasil, 2002. Com Ciência. Disponível em:

<<https://www.comciencia.br/dossies-1-72/reportagens/petroleo/pet06.shtml>>. Acesso em: 5 mai. 2009.

BETIM, F. EL PAIS: DESASTRE AMBIENTAL NAS PRAIAS DO NORDESTE –

Contaminação por óleo no Nordeste deixará sequelas no ecossistema marinho na saúde e economia local. Disponível em:

[https://brasil.elpais.com/brasil/2019/10/25/politica/157195990\\_104809.html](https://brasil.elpais.com/brasil/2019/10/25/politica/157195990_104809.html). Acesso em: 17 de nov. 2020.

BOMFIM, C. Vazamento de óleo no Nordeste pode prejudicar a saúde a curto e longo prazo.

Revista Galileu – Globo, 2019. Disponível em:

<<http://revistagalileu.globo.com/Ciencia/Saude/noticia/2019/10/vazamento-de-oleo-no-nordeste-pode-prejudicar-saude-curto-e-longo-prazo.html>>. Acesso em: 06 de nov. 2020

Butler, R. Riquezas em Perigo-Florestas Tropicais Ameaçadas. 2008 Disponível em: <

<http://global.mongabay.com/pt/rainforests/0806.htm>>. Acesso em: 28 out. 2020

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Balanço energético nacional – 2007: ano base: 2006. Rio de Janeiro, 2007.

CAMPOS, A. C.; LEONTSINIS, E. Petróleo & derivados Rio de Janeiro: JR Técnica, 1990.

CAMPOS, M. Desmatamento: causas, consequências, soluções, 2020. Mundo Educação. Disponível em: < <https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/desmatamento.htm>

CAMPOS, S. Os efeitos e a degradação do petróleo e no mar. Disponível em: <<http://drashirleydecampos.com.br/noticias/1191>>. Acesso em: 19 nov. 2020

CANTAGALLO, C.; MILANELLI, J. C. C.; DIAS-BRITO, DIMAS. ; Limpeza de ambientes costeiros brasileiros contaminados por petróleo: uma revisão. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences* ,2007.

CARDOSO, L. C. Petróleo: Do Poço ao Posto. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2005.

CARDIM, M.E.: TEÓFILO, S. CORREIO BRAZILENSE. Vazamento de óleo em praias do Nordesteé ainda mistério para autoridades.2020. Disponível em:<https://www.correio braziliense.com.br/asp/noticia/brasil/2020/02/20/interna-brasil:829204/vazamento-de-oleo-em-praias-do-nordeste-ainda-e-misterio-para-aotorida.shtml>. Acesso em: 17 nov. 2020.

CERQUEIRA, P. R. O., Proteção e limpeza de ambientes costeiros da ilha de Boipeba contaminados por petróleo: o uso alternativo da fibra de coco como barreiras e sorventes naturais. Universidade Católica do Salvador. 2010.

CONAMA (Brasil) (Org.). RESOLUÇÃO CONAMA Nº 001, DE 23 DE Janeiro de 1986.

Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acesso em: 07 de nov.2020.

CORRÊA, O. L. S. Petróleo: noções sobre exploração, perfuração, produção e microbiologia. Rio de Janeiro: Interciência, 2003.

COSTA FILHO, G. F. Biodegradação de Óleos Derivados do Petróleo e de Origem Vegetal Estimulada por Biossurfactantes em Meio Aquoso e Monitoramento de sua Toxicidade. 2011. 68 f. TCC (Graduação em Curso de Ecologia) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Rio Claro, 2011. Disponível em:

[http://repositório.uARDOSOnesp.br/bitstream/handle/11449/118752/costafilho\\_gf\\_tcc\\_rcla.pdf?sequence=1](http://repositório.uARDOSOnesp.br/bitstream/handle/11449/118752/costafilho_gf_tcc_rcla.pdf?sequence=1) Acesso em: 11 out. 2020.

DIAS, A.E.X.O. (2000) Biorremediação de áreas afetadas por resíduos sólidos tóxicos. In: SISINNO, C.L.S.; OLIVEIRA, R.M. (Org.) Resíduos Sólidos, Ambiente e Saúde: uma visão multidisciplinar. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz.

Imagem FAPERJ – Depósito de detritos derivados do petróleo presentes no solo de uma área contaminada,2008. Disponível em: < <https://images.app.goo.gl/cRtz129GHmgNCC2TA> >. Acesso em 17 nov. 2020.em:

INSTRUÇÃO NORMATIVA IBAMA Nº 04 DE ABRIL DE 2011. Disponível em:

<<http://www.ctpconsultoria.com.br/pdf/Instrucao-Normativa-IBAMA-04-de-13-04-2011.pdf>>. Acesso em: 30 set. 2020.

Legislação Informativa – DECRETO nº 97.632, de 10 de Abril de 19898 – Publicação original. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1989/decreto-97632-10-abril-1989-448270-publicacaooriginal-1-pe.html> >. Acesso em: 27 set. 2020.

LEI Nº 9.605, DE 12 DE FEVEREIRO DE 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/9605.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/9605.htm) >. Acesso em: 30 set. 2020



LELLIS, L. 2019. Óleo em praias do Nordeste teve origem em navio grego diz PF. Disponível em: <https://veja.abril.com.br/brasil/óleo-em-praias-do-nordeste-teve-origem-em-navio-grego-diz-pf>. Acesso em: 15 de set. 2020.

MACHADO, C.J.S.; VILANI, R. M.; FRANCO, M. G.; LEMOS, S. D. C.; Legislação ambiental e degradação ambiental do solo por atividade petrolífera no Brasil. Disponível em: <http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs/index.php/made/article/viewFile/30168/21657>. Acesso em: 30 set. 2020.

MATIAS, A., 2015. Plano de recuperação de áreas degradadas (PRAD). Disponível em: <https://www.jusbrasil.com.br/topicos/83544988/plano-de-recuperacao-de-areas-degradadas-prad>. Acesso em: 19 de out. 2020.

MAYER, D. B. Análise química da degradação dos Hidrocarbonetos de óleo Diesel no Estuário da Lagoa dos Patos- Rio Grande/RS. (2005). Disponível em: Acesso em: Out 2020.

MIRANDA, J. GRUPO ESCOLAR: Consequências do vazamento de petróleo no Golfo do México. Disponível em: <https://www.grupoescolar.com/pesquisa/consequencias-do-vazamento-de-petroleo-no-golfo-do-mexico.html>. Acesso em 17 nov. 2020.

MONIÉ, F. (2003). "Petróleo, industrialização e organização do espaço regional". In: PIQUET, R. (org.). Petróleo, royalties e região. Rio de Janeiro, Garamond.

OLIVEIRA, A.A.S.: MATOS, 2010 apud JERÔNIMO, C.E.M. Mapeamento das áreas degradadas por poços de petróleo por meio da aerofotometria na região produtora de Mossoró-

V.18 n.1 Abr. 2014.e-ISSN 2236 1170. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5902/2236117013053>. Acesso em: 1 nov. 2020

PENA, R.F.A. Produção de Petróleo no Brasil. Em Geografia humana do Brasil. 2015. Disponível em: <http://www.mundoeducacao.com/geografia/producao-petroleo-no-brasil.htm>. Acesso em: 08 de nov. 2020

Ramalho, A. REVISTA VALOR ECONOMICO: Brasil se consolida como 10º maior produtor global de petróleo. Disponível em: <http://valor.globo.com/brasil/noticia/2020/06/30/brasil-se-consolida-como-10o-maior-produtor-global-de-petroleo-diz-anp.ghtml>. Acesso em: 02 out. 2020.

RAVENA, M. BRASIL DE FATO: Mais de um ano após vazamento de óleo em praias do Nordeste, danos ainda são sentidos. 2019. Disponível em: <https://www.brasildefato.com.br/2020/10/13/mais-de-um-ano-apos-vazamento-de-oleo-em-praias-do-nordeste-danos-ainda-sao-sentidos#:~:text=0%20vazamento%20de%20cinco%20mil,desastres%20ambientais%20do%20litoral%20brasileiro.&text=A%20costa%20brasileira%20tem%20um,%20encontradas%20m anchas%20de%20petr%C3%B3leo>. Acesso em: 17 nov. 2020.

ROSARIO, I. Geologia Ambiental- Recuperação de áreas degradadas,2005. Disponível em:  
<<https://www.sobregeologia.com.br/2019/03/geologia-ambiental-recuperacao-de-areas.html?m=1>>. Acesso em: 13 nov. 2020

SOUZA, F. R. Impacto do preço do petróleo na política energética mundial. 2006. 160 f. Dissertação (Mestrado em Ciências em Planejamento Energético) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

SANTOS JR., U.M.S.; GONÇALVES, J.F.C.; FELDPAUSCH, T..R. *Growth, leaf nutriente concentration and photosynthetic nutriente use efficiency in tropical tree species planted indegraded áreas in central Amazonia. Forest Ecology Management 226.* Amsterdã, 2006.

THOMAS, J.E. Fundamentos de engenharia de petróleo. Rio de Janeiro: Interciência: PETROBRAS,2001.

UCHÔA, V. Biorremediação: os métodos naturais que podem ajudar a recuperar áreas manchadas pelo petróleo. Revista BBC News Brasil,2012. Disponível em:

<<http://www.bbc.com/portuguese/brasil> >. Acesso em: 14 nov. 2020