

Utilização de combustíveis fósseis no Brasil e suas consequências ambientais

Use of fossil fuels in Brazil and their environmental consequences

Uso de combustibles fósiles en Brasil y sus consecuencias ambientales

Recebido: 12/08/2020 | Revisado: 13/08/2020 | Aceito: 20/08/2020 | Publicado: 26/08/2020

Rafael Cajano de Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6061-7139>

Universidade Federal do ABC, Brasil

E-mail: rcajano@gmail.com

Alex Paubel Junger

ORCID: <https://orcid.org/0000-000250721012>

Faculdade de Tecnologia Termomecanica, Brasil

E-mail: alexpaubel@hotmail.com

Resumo

Este trabalho tem o objetivo de analisar os impactos ambientais de atividades de exploração e produção de petróleo e de discutir também o risco da atividade para as populações e ecossistemas sensíveis na área de influência direta. Partindo do entendimento das atividades da indústria do petróleo em suas diversas etapas, este se fundamenta numa pesquisa bibliográfica. Aborda os principais pontos da história, a composição do petróleo, extração, produção, enfim, todas as fases de seus processos de obtenção de derivados. O presente artigo tem como perspectiva ampliar o conhecimento a respeito dos impactos que o refino de petróleo causa ao meio ambiente, pois, para se obter os produtos finais do petróleo são necessários diversos processos para que sejam retirados os seus derivados. Tais processos geram diversos danos aos recursos naturais em especial os hídricos; aumentando também os danos ao ecossistema.

Palavras-chave: Petróleo; Impactos ambientais; Sustentabilidade.

Abstract

This work aims to analyze the environmental impacts of exploration and production of oil; to also discuss the potential of impacting activity for sensitive populations and ecosystems in the area of direct influence. Based on the understanding of the activities of the petroleum industry and refining processes, this is based on a literature search. Covers the main points of the story,

the composition of the oil, extraction, production, geopolitics and development of oil activity. This article is to broaden the knowledge perspective on the impacts that the oil refining concerned for the environment, since several processes to obtain the final products of oil are needed for the derivatives are taken, these processes generate many damage natural resources especially water resources; also increasing the damage to the ecosystem.

Keywords: Petroleum; Environmental impacts; Sustainability.

Resumen

Este trabajo tiene como objetivo analizar los impactos ambientales de las actividades de exploración y producción de petróleo y también discutir el riesgo de la actividad para las poblaciones sensibles y los ecosistemas en el área de influencia directa. A partir del conocimiento de las actividades de la industria petrolera en sus distintas etapas, se fundamenta en una investigación bibliográfica. Aborda los principales puntos de la historia, la composición del petróleo, extracción, producción, en definitiva, todas las fases de sus procesos de obtención de derivados. Este artículo tiene como objetivo ampliar el conocimiento sobre los impactos que tiene el refino de petróleo en el medio ambiente, ya que para obtener los productos petrolíferos finales son necesarios varios procesos para remover sus derivados. Estos procesos generan varios daños a los recursos naturales, especialmente los recursos hídricos; también aumenta el daño al ecosistema.

Palabras clave: Petróleo; Impactos ambientales; Sustentabilidade.

1. Introdução

A necessidade de utilização de energia, em suas mais variadas formas, é uma realidade das sociedades desde que essas começaram a se formar. Tal necessidade se intensificou com o advento da Revolução Industrial, devido ao uso intensivo de combustíveis fósseis, tais como o carvão mineral e o petróleo. Nos séculos subsequentes nos quais a Revolução Industrial tem seu ápice, iniciou-se o uso desenfreado do petróleo e seus derivados, utilizados em processos industriais bem como combustível para veículos, aumentando a importância da energia fóssil, principalmente após a Segunda Guerra mundial, quando a partir de então a energia fóssil ganha espaço como recurso mais utilizado para gerar energia no mundo atualmente.

O expressivo volume de utilização de petróleo e seus derivados no Brasil se explicam pelo fato de seu rendimento calorífico-energético por unidade de volume ser superior ao do

carvão mineral e do gás natural, outros combustíveis fósseis largamente utilizados, representando juntos cerca de 90% da energia consumida no mundo (Salvador & Marques, 2004). Aproximadamente 40% das energias consumidas pela sociedade brasileira são utilizadas pelas indústrias, 26% pelo setor de transportes, enquanto que 11% é utilizado nas residências e menos de 5% nos setores comercial e público (Brasil, MME 2007). Tais informações nos dão a dimensão de que a maior demanda energética do país concentra-se nas indústrias e empresas de transportes, sejam eles coletivos ou individuais.

A busca por petróleo no Brasil começou na última década do século XIX, pelo regime de livre iniciativa, mas foi somente na data de 1939 que houve a perfuração do primeiro poço de petróleo brasileiro, em Lobato, no estado da Bahia. O recurso ganhou grande importância no país, a ponto de ser criado em 1938 o Conselho Nacional do Petróleo. Nessa época a sociedade acreditava que não haveria futuro sem petróleo, portanto, estabeleceu-se no país uma corrida tecnológica a fim de desenvolver maneiras de se explorar petróleo na plataforma marítima, pois haveria aí maior probabilidade de se encontrar o recurso em escala comercial. É então criada em outubro de 1953 a Petrobras, que viria ser a maior empresa do país (Farias, 2003) e viria a representar para o país não somente uma fonte necessária de recursos, do ponto de vista econômico, mas também uma afirmação de nacionalidade e progresso independente do Brasil.

Nos dias de hoje, considera-se o Brasil auto-suficiente na produção de petróleo e gás natural e acredita-se que o país se tornará um representativo exportador do produto. Desde sua descoberta em território nacional, o petróleo transformou profundamente a economia, a sociedade e o espaço do Brasil, principalmente nas últimas décadas, fornecendo recursos financeiros, energia em si e matérias-primas para processos de industrialização (Monié, 2003), gerando dessa forma forte crescimento econômico, porém trazendo consigo muitos problemas ambientais.

Atualmente o petróleo é o recurso mais importante para geração de energia, portanto a sua busca é muito intensa, podendo gerar muitos impactos ambientais. O modo de produção e de consumo de recursos naturais, baseado no consumo ilimitado, gera degradação do meio ambiente, mediante o esgotamento dos recursos ambientais e impactos diretos, tais como a rápida liberação do carbono fóssil para a atmosfera, elevando a temperatura do planeta.

Dentre as atividades necessárias para a extração e consumo dos combustíveis fósseis destacamos a pesquisa sísmica, a implantação e operação de plataformas, gasodutos, terminais portuários, oleodutos e refinarias. Todas essas atividades oferecem riscos ambientais e, em virtude disso, a legislação brasileira exige que se realize um processo de licenciamento

ambiental para que se possa passar a executá-las.

Este licenciamento consiste em um processo administrativo no qual o órgão legalmente competente (determinado pela esfera de atuação e abrangência geopolítica da atividade) analisa e concede a licença de localização, instalação, ampliação e operação para empreendimentos que utilizam recursos naturais e possam vir a causar danos ou impactos ao meio ambiente e à qualidade de vida da população que possa vir a ser afetada.

2. Metodologia

A pesquisa a ser desenvolvida pode ser caracterizada como pesquisa de revisão narrativa de literatura, o qual consiste na apresentação de novas informações ao proporcionar conhecimentos atuais sobre o tema explorado ou enfatizar lacunas no corpo de pesquisas, e assim instigar pesquisadores a melhorar a base de dados científicos.

Ademais, a escolha das publicações ocorreu de abril de 2014 a janeiro de 2019, de duas maneiras: acesso aos catálogos de dissertações e teses do Banco de Teses da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD). Por conseguinte, foram utilizados trabalhos publicados a partir de 1990. Preferiu-se pesquisar as informações em dissertações e teses, a julgar por, possuírem maior detalhamento quanto às etapas metodológicas percorridas.

Isto posto, procedeu-se os passos a seguir: consulta a todas as bibliotecas virtuais dos Programas de Pós-Graduação *Stricto Sensu* do Brasil reconhecidos pela CAPES. A busca nas bibliotecas virtuais deu-se por meio das seguintes palavras-chave: Petróleo, Impactos ambientais; Sustentabilidade.

3. Impactos Ambientais de Extração do Petróleo

Para a mistura complexa de hidrocarbonetos, que apresenta contaminações variadas de enxofre, nitrogênio, oxigênio e metais dá-se o nome de petróleo bruto. Esta mistura varia significativamente em função do seu reservatório de origem. Em seu estado bruto, o petróleo tem pouquíssimas aplicações, servindo quase que somente como óleo combustível. Ele deve ser submetido a uma série de processos, a fim de se desdobrar nos seus diversos derivados para que seu potencial energético seja aproveitado ao máximo.

Para a obtenção desses derivados, estes sim produtos de grande interesse comercial, o petróleo bruto deve passar por uma série de beneficiamentos. Esses beneficiamentos

englobam etapas físicas e químicas de separação, que originam as grandes frações de destilação. Frações estas que são então processadas através de outra série de etapas de separação e conversão que fornecem os derivados finais do petróleo, de modo a se obterem produtos vendáveis, assim refinando o petróleo.

Grande parte da poluição é causada diretamente pelo uso, em grande escala, da energia exossomática, como, por exemplo, o petróleo. Os ecossistemas tendem ao aumento de diversidade e à redução da taxa de renovação, ou seja, tendem a funcionar da forma mais lenta possível. O homem, ao tomar posse de uma enorme quantidade de energia e ao fazer uso desta em larga escala – lembrando que o petróleo é a fonte de energia mais utilizada no mundo – força os ecossistemas a inverter sua tendência natural, acelerando suas taxas de renovação. Assim o funcionamento desses sistemas provoca inevitavelmente, a destruição da diversidade, aumentando a entropia e alterando em alta velocidade os ciclos biogeoquímicos de vida no planeta (Margalef, 1993). As forças externas regulam a estrutura e o funcionamento dos ecossistemas, as atividades humanas, precisam ser consideradas importantes direcionadoras dessas mudanças (Pickett & McDonnell, 1993). A influência da exploração de petróleo deixa marcas persistentes nos solos, na vegetação ou em outros componentes dos sistemas.

ecológicos. Estas podem ser indiretas, fazendo-se sentir em lugares diferentes do local da atividade, como quando a poluição é transportada pela água ou pelo ar até áreas distantes, outras são de influência direta como pastagens, agricultura, mineração e urbanização. As explorações de produção de petróleo e gás natural geram impactos tanto no ambiente construído, como no meio natural não-construído.

O refino é cerne da indústria de petróleo, pois sem a divisão em seus diversos componentes, este possui pouco ou nenhum valor comercial. O refino dentro de toda a cadeia produtiva do petróleo não se resume apenas ao ponto de vista estratégico. Em relação às consequências ambientais, as refinarias são grandes geradoras de poluição. Estas precisam de grandes quantidades de água e de energia e ainda geram despejos líquidos, liberam diversos gases nocivos para a atmosfera e geram resíduos sólidos. Portanto, a indústria de refino de petróleo degrada o meio ambiente, e esta pode afetar em todos os níveis, consequentemente, os seres vivos, as florestas em torno, a água e o ar respirado nas regiões de exploração.

A maioria dos equipamentos e técnicas de refino utilizado por muitas refinarias ao redor do mundo são relativamente primários, não tendo mudado muito ao longo das últimas décadas. O petróleo provavelmente não deixará de apresentar a importância que possui ao longo dos próximos anos, a não ser que haja algum substituto a altura. Pode-se admitir que as

refinarias irão continuar a existir, enquanto as reservas de petróleo continuarem a ser exploradas e produzindo. Desta maneira, faz-se necessária a integração da variável ambiental no planejamento, na concepção, e, acima de tudo, na operação das refinarias. A proposta para o problema da poluição não é fechar as refinarias ou reduzir os níveis de produção, se tratando de um aspecto praticamente impossível. A poluição, não apenas aquela provocada pelas refinarias de petróleo, pode-se destacar também a produzida pela indústria de um modo geral, se trata de um desafio para as empresas, que precisam se posicionar de maneira eficaz perante a situação.

Na verdade, o que se observa na maior parte das refinarias é que ainda não existe a cultura da prevenção à poluição, estando a gestão ambiental das mesmas direcionadas para o cumprimento das exigências dos órgãos governamentais de controle ambiental, refletindo a cultura empresarial do tipo controle de fim de linha e gestão ambiental do tipo reativa.

Em virtude do exposto nos parece ser um momento extremamente oportuno para uma abordagem séria da interface refinarias – meio ambiente. Tais fatos destacam mais uma vez a necessidade de que a ampliação das refinarias existentes e a construção de novas refinarias devem ser feitas de modo que as devidas preocupações com o meio ambiente sejam seriamente inseridas em seu planejamento.

A maior preocupação com o meio ambiente está ligado ao desenvolvimento tecnológico e econômico sem agressão ao ecossistema, utilizando os recursos naturais de maneira eficaz, garantindo a manutenção deles (rios, lagos, oceanos, florestas, matas) e a existência de vida no futuro. Desta forma levamos em consideração primeiramente a sustentabilidade, com atitudes que possam garantir as necessidades dos seres humanos, ambientalmente corretas e economicamente viáveis, preservando este para as próximas gerações.

A extração do petróleo gera impactos ambientais e sociais uma vez que essa atividade se constitui na utilização do meio ambiente para extração de um recurso natural, com potenciais impactos ambientais. Porém, esses impactos podem ser positivos, através do aumento da arrecadação tributária e um aumento no dinamismo econômico da região. Desta forma cabe a análise dos aspectos em questão tanto para o meio ambiente quanto para a sociedade. E ainda que impacto ambiental e qualquer alteração (vantajosa ou danosa) ao meio ambiente causada por determinada ação ou atividade que afete a qualidade do solo, água, atmosfera (meio físico), dos ecossistemas, da flora, ou da fauna (meio biótico) ou das atividades humanas como turismo, pesca ou atividades culturais (meio socioeconômico).

3.1 Avaliação Ambiental Estratégica

Esta é um instrumento da política ambiental que tem por objetivo auxiliar, antecipadamente, os tomadores de decisão no processo de identificação e avaliação dos impactos e efeitos; maximizando os positivos e minimizando os negativos. A definição apresentada a seguir propõe um conceito que concilia as noções de procedimento sistemático, pró-ativo e participativo, decorrente dos princípios da Avaliação de Impacto Ambiental.

Avaliação Ambiental Estratégica é o procedimento sistemático e contínuo da avaliação da qualidade do meio ambiente e das consequências ambientais decorrentes de visões e intenções alternativas de desenvolvimento, incorporadas em iniciativas tais como a formulação de Políticas, Planos e Programas (PPP), de modo a assegurar a integração efetiva dos aspectos biofísicos, econômicos, sociais e políticos, o mais cedo possível, aos processos públicos de planejamento e de tomada de decisão.” (Partidário, 1999)

Dos benefícios que podem ser esperados como resultado da aplicação da Avaliação Ambiental Estratégica, destacam-se os seguintes:

- 1) Determinação das implicações ambientais da implementação de políticas, planos e/ou programas governamentais, sejam eles pertinentes ao desenvolvimento dos diversos setores ou aplicados a uma região;
- 2) Certeza de que as questões ambientais serão tratadas e de que a questão ambiental será levada em conta;
- 3) Políticas e de um processo de planejamento integrado e ambientalmente sustentável;
- 4) Determinação dos prováveis impactos das ações e projetos necessários à implementação das políticas, dos planos e dos programas que estão sendo avaliados;

Além dos benefícios anteriormente mencionados, a Avaliação Ambiental Estratégica traz a vantagem de facilitar a avaliação individual dos projetos implantados como resultado dos planos e programas que lhes deram origem, papel este desempenhado pelos estudos de Avaliação de Impacto Ambiental.

3.2 Poluição das Águas

Um dos principais impactos ambientais da produção de petróleo esta ligada a contaminação da água; a contaminação ocorre ao tentar promover condições adequadas de pressão na rocha-reservatório para a migração do petróleo até a superfície; neste processo

geralmente é efetuada uma injeção de água nas camadas inferiores do reservatório. De acordo com Cotovicz Junior e Silva (2009, p. 91, apud MARIANO; ROVERE 2006) “um campo novo produz de 5 a 15 % de volume de água. À medida que a vida econômica dos poços se esgota, essa água pode atingir uma faixa de 75 a 90 % de volume total extraído do poço”.

A água produzida na exploração do petróleo contém geralmente alta salinidade, partículas de óleo em suspensão, produtos químicos adicionados nos diversos processos de produção, metais pesados e por vezes alguma radioatividade. Isto a torna um poluente de difícil descarte agravando-se pelo expressivo volume e quantidade de compostos envolvidos. (Cotovicz Junior; Silva 2009, p. 94 apud Ray; Engelhardt, Gurgel et al. (2013) A produção excessiva de água descartada é um problema sério nos campos de petróleo maduros. Geralmente o descarte é feito em grandes ambientes receptores (áreas offshore), onde a diluição e a dispersão rápida tomam lugar. O descarte de tais volumes de resíduos vem causando preocupações sobre a poluição ambiental não controlada e irreversível no ambiente marinho. As águas produzidas apresentam, em geral, altos teores de contaminantes tóxicos; produtos químicos adicionados durante a injeção, além de uma complexa mistura de complexos orgânicos e inorgânicos dependendo do campo petrolífero. O impacto ambiental é avaliado pela toxicidade dos constituintes e pela quantidade dos compostos presentes (2009, p. 94 apud et al., 2008).

A legislação atuou de modo a estabelecer limites de contaminantes devido aos danos ambientais gerados pela água descartada no processo. A resolução CONAMA 357/05 estabelece níveis aceitáveis de hidrocarbonetos e outros contaminantes para o descarte de águas utilizadas no processo de extração do petróleo. O artigo 24 dessa resolução estabelece como a concentração padrão para o lançamento de efluentes o limite de 20mg/l por dia.

3.3 Tratamento de Efluentes

Quatro tipos de efluentes são produzidos em uma refinaria: águas contaminadas coletadas a céu aberto, águas de refrigeração, águas de processo, e efluentes sanitários. Estas contaminadas e coletadas a céu aberto são intermitentes e irão conter os constituintes dos eventuais derramamentos para as superfícies, dos vazamentos dos equipamentos, além de quaisquer materiais que possam ser coletados pelos drenos e canaletas desse sistema de drenagem. Essas águas também incluem as águas coletadas nas canaletas dos tanques de estocagem tanto do óleo cru quanto dos derivados, assim como as águas pluviais das áreas de produção.

No início a água de refrigeração não entra em contato direto com as correntes de óleo, e, portanto, contém menos contaminantes do que a água de processo, grande parte da água

utilizada no refino de petróleo é usada para resfriamento. A maior parte da água de refrigeração é reciclada indefinidamente, ou então é enviada para uma unidade de tratamento de efluentes, a fim de que se controle a concentração de contaminantes e o teor de sólidos (Guimarães, 2012).

Após o resfriamento, a água é, usualmente, reciclada de volta para o processo, em alguns casos, a água de refrigeração passa apenas uma vez pela unidade de processo depois é descarregada diretamente e sem tratamento, na unidade de tratamento de efluentes.

Em virtude de razões ambientais, muitas refinarias não usam mais o cromato para esses fins, a água usada para resfriamento frequentemente contém aditivos químicos tais como cromatos, fosfatos e biocidas, que têm como função evitar a corrosão dos canos e o crescimento biológico.

Normalmente, a água de refrigeração não entra em contato direto com as correntes de óleo dos diversos processos, pode haver alguma contaminação de óleo proveniente de eventuais vazamentos nos equipamentos. Esta por sua vez é usada nas diversas operações de processamento também contribui significativamente para a geração de efluentes. Estes são gerados nos processos de dessalinização do óleo cru, retificação com vapor, purga das caldeiras, etc. (Guimarães, 2012).

As refinarias de petróleo utilizam tratamento primário e secundário de seus efluentes. O primeiro consiste na separação do óleo, água e sólidos em dois estágios. No início, um separador API ou outro separador água e óleo é utilizado. O efluente se move vagarosamente através do separador, permitindo que o óleo fique livre no sobrenadante, podendo, desta forma, ser removido. Os sólidos se depositam no fundo e são retirados por um funil coletor de lama. Em seguida utilizam-se métodos químicos ou físicos para promover a separação dos óleos emulsionados no efluente. Os métodos físicos podem incluir o uso de uma série de tanques de decantação, de grande tempo de retenção, ou mesmo o uso de flotores a ar induzido. Os resíduos gerados na etapa de tratamento de efluentes de refinarias podem ser considerados perigosos e incluem: a lama do separador água e óleo, a lama do tratamento primário, as lamas de outras técnicas de separação gravitacional, o sobrenadante do flotor e os resíduos dos tanques de decantação.

Em seguida ao tratamento primário, o efluente pode ser descartado em corpos receptores, para ser posteriormente tratado numa estação pública de tratamento de água, ou pode seguir para uma unidade de tratamento secundário. Neste, o óleo dissolvido e outros poluentes orgânicos são biologicamente consumidos por microrganismos. O tratamento biológico normalmente requer a adição de oxigênio, que pode ocorrer a partir de diversas

técnicas, incluindo o uso de unidades de lodo ativado, filtros e outros. O tratamento secundário gera um resíduo de biomassa, que usualmente é anaerobiamente tratado e depois desidratado, antes de poder ser descartado (Guimarães, 2012).

O polimento usado em algumas refinarias emprega um estágio adicional de tratamento de efluentes, este tem como objetivo o atendimento dos limites de descarga previsto pelos órgãos ambientais. Esta envolve o uso de carvão ativado, antracito, ou areia para filtrar quaisquer impurezas remanescentes, tais como biomassa, sedimentos, traços de impurezas metálicas ou de outros compostos inorgânicos ou orgânicos. Em algumas situações os efluentes precisam ser tratados separadamente, antes de seguirem para a planta de tratamento de efluentes propriamente ditas, se faz necessário para que possam ser retirados determinados contaminantes, pois se misturados com as outras correntes, teriam a sua remoção dificultada. Isto acontece, por exemplo, no caso da água ácida que é drenada das baterias de destilação. Esses contaminantes são retificados em uma torre, com gás ou vapor, antes de a corrente poder ser descartada para a planta de tratamento (Guimarães, 2012).

3.4 Impactos Atmosféricos

Devido aos problemas ambientais globais das mudanças climáticas e da depleção da camada de ozônio estratosférico, a questão das emissões atmosféricas tem atraído cada vez mais a atenção da sociedade e das autoridades governamentais em todo o mundo, especialmente a crescente notoriedade do assunto contribuiu para que a indústria de petróleo mundial buscase procedimentos e tecnologias para minimizar suas emissões atmosféricas.

Para de compreender os impactos potenciais decorrentes das emissões das operações de exploração e produção, precisamos compreender as fontes e a natureza das emissões e sua contribuição relativa para os impactos atmosféricos, tanto em escala regional quanto em escala global, estes últimos referentes ao ozônio estratosférico e às mudanças climáticas decorrentes da elevação das concentrações de dióxido de carbono na atmosfera terrestre (Quintiere, 2015).

Estas fontes primárias de emissões atmosféricas decorrentes das operações de exploração e produção de petróleo e gás natural são decorrentes de:

a) Purga e exaustão de gases, queima – Queima constante ou periódica de gás associado e de significativas quantidades de hidrocarbonetos durante testes e desenvolvimento de poços, assim como da queima contínua de gases em *flares*¹, com a finalidade de eliminar

B) Nos motores a diesel e turbinas a gás em seus processos de combustão – Combustão de combustíveis gasosos e líquidos em unidades de geração e/ou consumo de energia (geradores e bombas, turbinas a gás, motores de combustão interna) nas plataformas, embarcações e instalações on e offshore;

C) Emissões fugitivas de gases decorrentes de operações de carga e descarga, armazenamento e perdas em equipamentos de processo – Evaporação ou ventilação de hidrocarbonetos durante as diferentes operações para sua produção, tratamento, transporte e armazenamento;

O gás natural é ainda um dos principais problemas ambientais de emissões atmosféricas da etapa de exploração e produção de petróleo. A queima pode ocorrer em determinadas ocasiões por razões de segurança, durante a partida das plantas, manutenção ou perturbações durante as operações normais de processamento. O que ocorre é que os gases estão dissolvidos no petróleo produzido, e quando a pressão diminui (a pressão atmosférica é menor do que a pressão do reservatório), passam para a fase gasosa (as quantidades podem ser superiores a 300 m³ para cada tonelada de petróleo extraído). Os gases associados representam cerca de 30% da produção bruta de hidrocarbonetos gasosos, entretanto, devido ao não desenvolvimento tecnológico e à falta de capacitação e equipamentos em muitos campos de petróleo, mais de 25% do gás associado extraído dos reservatórios de petróleo é queimado em *flares*.

Os principais gases emitidos incluem dióxido de carbono (que, apesar de não ser um poluente atmosférico, pois ocorre na natureza, é o principal gás de efeito estufa), monóxido de carbono, metano, óxidos de nitrogênio e compostos orgânicos voláteis. Emissões de óxidos de enxofre e sulfeto de hidrogênio (gás sulfídrico – H₂S) podem ocorrer, e depende da quantidade de enxofre presente no combustível queimado, particularmente o óleo diesel, quando utilizado para a geração de energia (Quintiere, 2015).

As emissões de dióxido de carbono ocorrem pela queima, exaustão e a combustão, mas outros gases devem também ser considerados. Por exemplo, as emissões de metano ocorrem na exaustão de processos, sendo esta operação seguida pelos vazamentos, queima em tochas e combustão incompleta.

¹ Aplicou-se o termo *flares* como um dos sistemas de segurança em tubulações, que são utilizadas para a passagem de gases e líquidos produzidos durante o processo de refinamento. Esta se trata de uma tocha que fica constantemente acesa nas chaminés de petrolíferas.

Contribuem também as operações de ventilação, assim como as emissões fugitivas de hidrocarbonetos. E ainda nas instalações de produção, a compressão de fluidos para injeção e/ou transporte, com a geração de energia por gás ou por gás/diesel, é a operação que mais consome energia.

A queima do gás natural em flares tem sido substancialmente reduzida em relação aos níveis históricos, especialmente em decorrência da legislação. Este fato se deu em decorrência da construção de gasodutos e da utilização do gás para reinjeção, pois as rotinas de queima zero são atualmente já consideradas como metas realistas de projeto para os programas de desenvolvimento planejados. Sob a perspectiva ecológica, os poluentes mais perigosos são os óxidos de nitrogênio e enxofre, o monóxido de carbono e os produtos da queima incompleta dos hidrocarbonetos. Estes compostos reagem com a água das chuvas, formando as chuvas ácidas, que precipitam nas superfícies marítimas e terrestres, formando zonas de poluição local e regional.

Onde a indústria de petróleo já está muito desenvolvida, são observados os impactos adversos da poluição atmosférica sobre os ambientes marinhos (por exemplo, o Mar de Beaufort, no Canadá).

O potencial de impacto das emissões das atividades de exploração é geralmente considerado baixo. Durante a etapa de produção, níveis elevados de emissões são gerados na vizinhança imediata das instalações de produção. É importante salientar que as emissões das operações de produção devem ser vistas no contexto das emissões totais de todas as fontes antropogênicas, sendo, em geral, menores que 1% do total dos níveis locais e regionais (Quintiere, 2015).

4. Considerações Finais

Em virtude do exposto, as atividades que compõem a cadeia de produção do petróleo e do gás natural podem ser extremamente poluidoras e danosas ao meio ambiente, caso conduzido sem os devidos cuidados. Portanto, é necessário que sejam eficientemente geridas pelo poder público, de forma a causarem o menor dano ao meio ambiente. Para tal controle pode-se utilizar a Avaliação Ambiental Estratégica no setor de petróleo e gás natural, porém esta se tratará de muitos detalhes, em virtude de possuir várias dimensões, a dimensão técnica, a econômica, a social e também uma dimensão político-institucional. Desta forma, muitas pesquisas e estudos ainda precisam e podem ser feitos no sentido de se ampliar sua compreensão e viabilizar sua aplicação no Brasil, de forma a se obter o máximo possível de

benefícios. Portanto, o mais importante em termos de contribuições futuras para o tema seria a consolidação de uma metodologia para a realização de Estudos de Avaliação Ambiental Estratégica para o setor, anteriormente às Rodadas de Licitação, desenhada especificamente para o caso brasileiro. É importante lembrar que a Avaliação Ambiental Estratégica não é um estudo estático a respeito da interação entre a indústria de petróleo e o meio ambiente, mas sim um processo de avaliação através do qual a proteção ambiental e o desenvolvimento sustentável podem ser considerados na tomada das decisões de planejamento, nos níveis local, regional ou nacional. Levando em conta na elaboração de propostas, mecanismos de consulta aos atores envolvidos (formação de grupos de discussão e realização de audiências públicas, consulta pública dos documentos para revisão, realização de workshops de avaliação, entre outros), a exemplo do que é feito no exterior, a fim de subsidiar tal processo. Além disso, consideramos também muito importante que sejam realizados estudos ambientais e socioeconômicos que possam subsidiar a realização das Avaliação Ambiental Estratégicas.

De acordo com o próprio IBAMA, as informações disponíveis sobre as áreas costeiras e marinhas brasileiras são ainda incipientes e é preciso investir na produção de conhecimento. No que se refere às atividades de exploração e produção de petróleo na costa brasileira, a carência de informações sobre os recursos ambientais e atividades humanas gera implicações diretas nos processos de licenciamento ambiental, mais especificamente, no que concerne à qualidade dos Estudos Ambientais e aos prazos de licenciamento (IBAMA/MMA, 2006). No Brasil, de acordo com o novo modelo setorial, as Rodadas de Licitação, que são orientadas pelas diretrizes para a política energética emanada pelo CNPE, constituem o ponto principal do planejamento da expansão do setor de petróleo e gás (a produção atual, assim como as projeções de produção de curto e médio prazo refletem o planejamento estratégico da Petrobras, que ainda detém, de fato, a quase totalidade da produção de óleo e gás no país), na medida em que é através delas que são concedidos os direitos de exploração e produção aos empreendedores. Como continuidade ou complementariedade do trabalho realizado, sugerem-se os seguintes temas a serem investigados em trabalhos futuros; Análises quantitativas de aspectos e impactos ambientais relevantes, como o consumo de recursos naturais não renováveis em refinarias; Estudos de caracterização química dos resíduos (lixiviação e solubilização conforme normas NBR 10005 e 10006, respectivamente) da construção com o intuito de verificar o que é inerte ou não inerte.

Referências

Ashley, P. A. 2003. *Ética e Responsabilidade Social nos Negócios*. Rio de Janeiro, Saraiva.

Brasil, M. M. E. (2007) – *Balanço Energético Nacional 2007: Ano Base 2006*. Rio de Janeiro EPE,48p.

Campos, A. C., & Lepntsinis, E. 1999. *Petróleo: obtenção, especificações e requisitos de desempenho*. Rio de Janeiro: JR Editora Técnica.

Cavalcanti, C. 1999. *Meio Ambiente, Desenvolvimento Sustentável e Políticas Públicas*. (2a ed.), São Paulo: Cortez- Recife: Fundação Joaquim Nabuco.

Conselho Nacional do Meio Ambiente (Brasil). 1997. Resolução n.º 237, de 19 de dezembro de 1997.

Conferência das Nações Unidas sobre meio ambiente e desenvolvimento: a agenda 21. 1996. Anais. Brasília: Senado Federal, Subsecretaria de Edições Técnicas.

Corrêa, O. L. S. 2003, *Noções Sobre Exploração, Perfuração, Produção e Microbiologia*. Rio de Janeiro: Interciência.

Cotovicz Junior, L. C., & Silva, V. P. da. 2009. Licenciamento ambiental onshore no Rio Grande do Norte: uma análise do descarte da água produzida em relatório de controles ambientais. In: Pegado, É. A. da C., Silva, V. P. da (Org.). *Licenciamento ambiental onshore: limites e otimização*. Natal: IFRN, 89-114.

Cúneo, R. G. (2014). *Petróleo*. Recuperado de <<http://www.algosobre.com.br/quimica/petroleo.html>>.

Diamond, J. M. 2006. *Colapso*. (4a ed.), Rio de Janeiro: Record.

Diegues, A. C. S. 1993. *Populações Tradicionais em Unidades de Conservação: O Mito Moderno da Natureza Intocada*. São Paulo: USP.

Farias, P. (2003). *Nacionalismo e participação popular na campanha “O petróleo é Nosso”*. In: Piquet, R. (Org). *Petróleo, royalties e região*. Rio de Janeiro: Garamond. 13-38.

IBAMA/MMA, 2003. *Diretrizes Técnicas para Modelagem de Derramamento de Óleo no Mar*, ANP/IBAMA, Rio de Janeiro.

IBAMA/MMA, 2003. *Guia de Licenciamento para as Atividades de Sísmica Marinha na Costa Brasileira da Quinta Rodada de Licitações*, IBAMA, Rio de Janeiro.

IBAMA/MMA, 2004. *Guia de Licenciamento para as Atividades de Sísmica Marinha na Costa Brasileira da Sexta Rodada de Licitações*, IBAMA, Rio de Janeiro.

IBAMA/MMA, 2005. *Guia de Licenciamento para as Atividades de Sísmica Marinha na Costa Brasileira da Sétima Rodada de Licitações*, IBAMA, Rio de Janeiro.

Guimarães, T. M. 2012. *Processo H₂O₂/UV Seguido de Osmose Inversa para Remoção de Carbono Orgânico Dissolvido Residual de Efluente de Refinaria de Petróleo Visando Reúso*. 2012. *Dissertação (Mestrado em Engenharia Química)*, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

Henrique, L. E. F. F. 2000. *Ecologia, capital e cultura: racionalidade ambiental, democracia participativa e desenvolvimento sustentável*. Tradução de Jorge Esteves da Silva. Blumenau: FURB.

Mariano, J. B. 2005. *Impactos ambientais do refino de petróleo*. Rio de Janeiro: Interciência.

Mariano, J. B. 2001. *Impactos Ambientais do Refino de Petróleo*. *Dissertação (Mestrado em Ciências em Planejamento Energético)*. Rio de Janeiro: COPPE/Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Margalef, R. (1993). *Teoría de los sistemas ecológicos*. Ediciones Universitat Barcelona 290p.

Monié, F. (2003). *Petróleo, industrialização e organização do espaço regional*. In: Piquet, R. (Org). *Petróleo, royalties e região*. Rio de Janeiro: Garamond. 257-286.

Partidário, M. R. 1999. Strategic Environmental Assessment – principles and potential. In : PETTS, Judith, *Handbook on Environmental Impact Assessment*. Londres: Blacwell, 60-73.

Pickett, S. T. A., & M. J. McDonnell. (1993). Humans as Components of Ecosystems: A Synthesis. In *Humans as Components of Ecosystems: Subtle Human Effects and the Ecology of Populated Areas*. Edited by M. J. McDonnell & S. T. A. Pickett. Springer-Verlag: New York.

Quintiere, M. 2018. Impactos Ambientais – Carvão. Recuperado de <https://blogdoquintiere.wordpress.com/tag/carvao-mineral-carvao-vegetal-impactosambientais-detalhes-producao-marcelo-quintiere>.

Sachs, I. 2002. *Caminhos para o desenvolvimento sustentável*. Organização: Paula Yone Stroh. Rio de Janeiro: Garamond.

Shreve, R. N., & Brink Jr, J. A. 1997. *Indústrias de processos químicos*. (4a ed.), Rio de Janeiro: Guanabara Dois.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Rafael Cajano de Oliveira – 50%

Alex Paubel Junger – 50%