



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
CAMPUS CAMPINA GRANDE  
CENTRO CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
CURSO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL**

**ÉRICO DYEGO SALES DA NÓBREGA**

**ASPECTOS E PERSPECTIVAS AMBIENTAIS DA UTILIZAÇÃO DO PETRÓLEO  
NA SOCIEDADE CONTEMPORÂNEA**

**CAMPINA GRANDE  
2016**

**ÉRICO DYEGO SALES DA NÓBREGA**

**ASPECTOS E PERSPECTIVAS AMBIENTAIS DA UTILIZAÇÃO DO PETRÓLEO  
NA SOCIEDADE CONTEMPORÂNEA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba, em cumprimento à exigência para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Sanitária e Ambiental.

**Área de concentração:** Engenharia Sanitária e Ambiental.

**Orientadora:** Profa. Dra. Celeide Maria Belmont Sabino Meira.

**CAMPINA GRANDE – PB  
2016**

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

N337a Nóbrega, Érico Dyego Sales da.  
Aspectos e perspectivas ambientais da utilização do petróleo na sociedade contemporânea [manuscrito] / Érico Dyego Sales da Nóbrega. - 2016.  
39 p. : il. color.

Digitado.  
Monografia (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2016.  
"Orientação: Profa. Dra. Celeide Maria Belmont Sabino Meira, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental".

1. Fontes de energia. 2. Petróleo. 3. Meio ambiente. 4. Sustentabilidade. 5. Impactos ambientais. I. Título.

21. ed. CDD 333.794

ÉRICO DYEGO SALES DA NÓBREGA

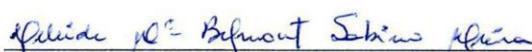
ASPECTOS E PERSPECTIVAS AMBIENTAIS DA UTILIZAÇÃO DO PETRÓLEO NA  
SOCIEDADE CONTEMPORÂNEA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada  
ao Programa de Graduação em Engenharia  
Sanitária e Ambiental da Universidade  
Estadual da Paraíba, como requisito parcial à  
obtenção do título de Bacharel em Engenharia  
Sanitária e Ambiental.

Área de concentração: Engenharia Sanitária e  
Ambiental.

Aprovada em: 30/05/2016.

**BANCA EXAMINADORA**



Profª. Dra. Celeide Maria Belmont Sabino Meira (Orientadora)  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Dr. Rui de Oliveira  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Profª. MEng. Lucia Maria de Araujo Lima Gaudencio  
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

À minha família,  
**COM AMOR, DEDICO.**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente aos meus pais, João Batista e Maria Conceição, que estiveram sempre presentes, pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

À Universidade, seu corpo docente, direção e administração que oportunizaram a janela da minha formação, fruto do bom serviço e da ética aqui presentes.

À minha orientadora, Celeide Sabino, pelo suporte no pouco tempo que lhe coube, pelas suas correções e incentivos.

Um agradecimento especial a Hênio Lima, companheiro de trabalho e irmão na amizade, por acreditar na minha capacidade e me dar motivações.

Aos colegas de curso, com os quais compartilhei e superei dificuldades juntos. Vocês estarão sempre presentes em minha memória.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

*A arte de curar está no prazer de ver o bem.*

- Laelson Freire.

## RESUMO

A história da humanidade é marcada pela incessante busca por energia. Há séculos e mais séculos o ser humano dominou o fogo e deu início a uma revolução tecnológica fascinante. Em seguida, descobriu um recurso natural impressionante, pois era capaz de produzir energia rápida e eficientemente: o petróleo. Porém, esse recurso finito tem sido extraído abusivamente, o que impede a sua reposição natural em curto prazo. Além disso, o petróleo tem sido fonte de debates ambientais, pois a sua exploração gera sérias consequências negativas para o meio ambiente. Assim, por se tratar de um recurso limitado e prejudicial ao planeta, vê-se a necessidade de mudança de um padrão energético dependente do petróleo para um cenário energético com diversidade de fontes energéticas. Nessa perspectiva, o debate em torno do meio ambiente, do desenvolvimento sustentável, dos impactos ambientais da indústria do petróleo tem entrado em pauta por todo o mundo. Assim, o presente estudo busca analisar os impasses evidenciados nos impactos ambientais negativos originados pela indústria do petróleo, destacando os danos sobre o meio físico, ocasionados pela poluição do ar e da água. Para tanto, foi realizado um profundo levantamento bibliográfico acerca de autores-destaque referentes a essa temática.

**Palavras-chave:** Energia. Petróleo. Meio Ambiente. Sustentabilidade. Impactos Ambientais.

## **ABSTRACT**

The history of mankind is marked by incessant search for energy. For centuries and centuries more human beings dominated the fire and started a fascinating technological revolution. Then discovered a stunning natural feature as it was able to produce energy quickly and efficiently: oil. But this finite resource has been extracted abusively, which prevents their natural replacement in the short term. In addition, also called "black gold" has been a source of environmental debates, because their exploitation has serious negative consequences for the environment. Thus, because it is a limited resource and damaging the planet, we see the need to change an energy pattern dependent on oil for energy scenario with a diversity of energy sources. In this perspective, the debate on the environment, sustainable development, environmental impacts of the oil industry has entered on the agenda around the world. Thus, this study seeks to analyze the deadlocks highlighted the negative environmental impacts generated by the oil industry, highlighting the damage on the physical environment, caused by air pollution and water. Therefore, we conducted a thorough literature about authors standout related to this issue.

**Keywords:** Energy. Oil. Environment. Sustainability. Environmental Impacts.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	9
<b>2 A HISTÓRIA DO PETRÓLEO E OS SEUS VIESES</b> .....	11
2.1 BREVE HISTÓRICO .....	11
2.2 O PETRÓLEO NO BRASIL E A PETROBRAS .....	13
2.3 O REFINO DO PETRÓLEO E OS SEUS DERIVADOS .....	15
<b>3 MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE</b> .....	19
<b>4 IMPACTOS AMBIENTAIS</b> .....	25
4.1 GESTÃO AMBIENTAL .....	26
4.2 AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL .....	27
4.2.1 Classificação dos impactos ambientais .....	28
4.2.2 Impacto ambiental de um projeto .....	29
4.2.3 Critérios para elaboração de Estudo de Impacto Ambiental .....	30
4.2.4 Relatório de Impacto Ambiental - RIMA .....	31
<b>5 OS LIMITES DA EXPLORAÇÃO DO PETRÓLEO E A NECESSIDADE DE UM NOVO CENÁRIO ENERGÉTICO</b> .....	32
5.1 FONTES DE ENERGIA RENOVÁVEIS .....	36
5.2 O DESTAQUE DA CÉLULA DE HIDROGÊNIO .....	37
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	38
<b>7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	39

## 1 INTRODUÇÃO

Na contemporaneidade, o ser humano presencia o auge do desenvolvimento tecnológico propiciado pelas revoluções técnico-científicas e informacionais ocorridas na sociedade. Para todo esse progresso, o homem explorou e explorou a natureza em seus diversos aspectos, extraindo os recursos naturais necessários para que fosse produzida a energia responsável por conduzir o mundo.

No presente, uma das fontes de energia fundamentais para a sociedade é a advinda do petróleo. Ele consiste em um líquido natural, oleoso e inflamável, sua cor pode variar entre o incolor e o preto, passando pelo marrom. Constitui-se, basicamente, de hidrocarbonetos (isto é, compostos apolares de carbono e hidrogênio) alifáticos, acíclicos e aromáticos, que se originou há vários milhões de anos através da decomposição da matéria orgânica que ficou exposta a altíssimas pressões e temperaturas devido à sua compactação, gerando o que hoje se denomina petróleo.

O petróleo é encontrado depositado no subsolo do planeta Terra. Para lograr de seus benefícios e das suas vantagens, o homem tem de desenvolver potentes mecanismos de extração cada vez mais eficientes para capturá-lo de locais cada vez mais profundos.

O petróleo configura-se como um recurso natural primordial para a sociedade mundial. De acordo com ele, o seu emprego transpassa a produção de energia, pois, a partir do refinamento do petróleo, obtêm-se a gasolina, o querosene, o diesel, dentre diversos outros compostos, os quais, inclusive, servem de combustíveis para os automóveis. Esses derivados do petróleo, a cada dia que passa, têm um papel mais importante e significativo na sociedade, visto que são utilizados no desenvolvimento de produtos inovadores, de plásticos, de tintas, de detergentes e diversos outros produtos essenciais na vida cotidiana das pessoas.

Embora seja primordial para a sociedade contemporânea, é válido mencionar que o petróleo é não-renovável, ou seja, é um recurso que, com o uso, pode desaparecer. Essa sua característica deve-se ao fato de que seu processo de formação é muito lento, podendo chegar até quatrocentos milhões de anos. Ademais, o seu alto índice de extração pelo homem não permite a sua reposição natural em curto prazo.

Nesse plano de fundo, o planeta presencia um momento marcado por altos níveis de extração desse recurso natural, o que, concomitantemente, tem ocasionado drásticas modificações sociais, econômicas, ambientais, de saúde e em diversos segmentos globais. Especialmente no que faz menção ao panorama ambiental, esse cenário de elevada exploração do petróleo é uma problemática alarmante, uma vez que a sua combustão, a título de exemplo,

é responsável pela emissão de gases significativamente tóxicos para os seres vivos e que, além disso, estão fortemente imbricados com o descontrole do efeito estufa e o aumento da temperatura média do planeta.

Ainda, é importante ressaltar que os produtos oriundos do petróleo, quando não dispostos de forma correta na natureza, perduram dezenas ou até centenas de anos impactando o meio ambiente, caracterizando-se como fator ocasionador de poluição visual. Além disso, os plásticos e outros resíduos provenientes do petróleo podem entupir bueiros, o que, em temporadas de chuva, constituem-se fortes elementos relacionados a problemas de inundações.

Nessa perspectiva, fica evidente que a qualidade de vida dos habitantes do mundo pode estar potencialmente prejudicada. Nesse sentido, vários movimentos e manifestos em defesa das questões ambientais têm tomado a frente da sociedade, a fim de exigir o uso sustentável dos recursos naturais, isto é, usufruir da natureza sem deixar prejuízos para as futuras gerações.

Assim, o presente trabalho pretende averiguar e abordar os impasses evidenciados nos impactos ambientais negativos originados pela indústria do petróleo, destacando os danos sobre o meio físico, ocasionados pela poluição do ar e da água. Para tanto, foi realizado um levantamento bibliográfico acerca de autores-destaque no que diz respeito ao Meio Ambiente e Impactos Ambientais, à Indústria do Petróleo e ao Desenvolvimento Sustentável, o qual estimularam no sentido de motivar a sociedade diante dos impactos ambientais negativos originários da indústria do petróleo e da perspectiva de mudança para cenários energéticos mais favoráveis ao bem-estar da população mundial e do planeta Terra.

## 2 HISTÓRIA DO PETRÓLEO E SEUS VIÉSES

O petróleo é um composto oleoso, inflamável, com densidade inferior à da água, com odor característico, cuja cor pode variar do castanho ao preto. Apesar de muita discussão passada, no presente se tem o conhecimento de que ele é basicamente formado pela combinação de carbono e hidrogênio. Nessa perspectiva, a matéria orgânica foi se acumulando no decorrer do tempo juntamente com sedimentos, os quais causaram um aumento de pressão e de temperatura, e, com o auxílio dos movimentos da crosta terrestre, originou o petróleo.

Esse óleo não fica na rocha na qual foi originado, mas sim, dirige-se à procura de um terreno com propriedades específicas para abrigá-lo. Os locais propícios para encontrar petróleo são as bacias sedimentares, nas quais o petróleo ocupa os poros rochosos. Esse acúmulo é responsável pela formação de jazidas de petróleo. Nesses lugares, encontra-se o gás natural – na parte mais elevada – e o petróleo e a água – nos níveis mais baixos.

### 2.1 BREVE HISTÓRICO

O termo petróleo vem do latim, *petra* e *oleum*, equivalendo à expressão “pedra de óleo”. Arqueólogos apontam que a humanidade faz o uso do petróleo desde cerca de quatro mil anos antes de Cristo, o qual recebia nomes distintos, como, por exemplo: betume, alcatrão, lama, resina, azeite, asfalto, óleo de São Quirino, nafta da Pérsia, dentre outros.

Registros que indicam a participação e contribuição do uso do petróleo para a humanidade remontam aos tempos bíblicos. Na Babilônia antiga, por exemplo, os tijolos eram colados com asfalto em vez de cimento e o povo fenício utilizava betume para o aquecimento de embarcações. Semelhantemente, o povo egípcio o empregava na pavimentação de estradas, no embalsamento de mortos e, além disso, na construção das pirâmides, já os gregos e os romanos utilizavam o petróleo com finalidades bélicas.

No novo mundo, os índios pré-colombianos já tinham conhecimento do petróleo, utilizando-o na decoração e impermeabilização de potes de cerâmica. Os Maias e os Incas, além de outras civilizações, já estavam acostumados com o petróleo e as suas diversas utilidades.

Os primórdios e a instigação na busca com forte veemência desse produto na sociedade remonta o ano de 1859, momento em que se iniciou a sua extração comercial nos Estados Unidos com a grande descoberta do Cel. Drake, na Pensilvânia, que possuía um poço

de 21m de profundidade, produzindo 2m<sup>3</sup> de óleo por dia. Nessa perspectiva, foi descoberta a destilação do petróleo, o que permitiu um grande aumento do lucro em decorrência da substituição do querosene obtido e o óleo de baleia, os quais eram amplamente usados para iluminação. Esse conjunto de acontecimentos deu início à era do petróleo.

A posteriori, com o advento dos motores à gasolina e a diesel, os derivados do petróleo ascenderam exorbitantemente os lucros relacionados à atividade petrolífera. A busca pelo petróleo instigou importantes descobertas nos EUA, na Venezuela, na Argentina e no Oriente Médio. No ano de 1945, os EUA destacavam-se na posição de maior produtor mundial, seguido pela Venezuela, México, Rússia, Irã e Iraque. Após a Segunda Guerra Mundial, apresenta-se um novo cenário global com a indústria do petróleo ganhando cada vez mais destaque. Ainda nos anos 50, os EUA continuavam detendo cinquenta por cento da produção mundial, mas já começavam-se o surgimento de um novo polo produtor mais pujante no hemisfério oriental.

Esse período caracteriza-se por uma larga atividade de exploração desse recurso, com a intensificação de exploração no mar, o que exigiu a criação de novas técnicas. No decorrer dos anos, foi desenvolvida uma variedade de equipamentos para atuarem no mar, permitindo a perfuração da crosta marítima para a obtenção do óleo. No presente, essas estruturas tecnológicas conseguem atingir perfurações com mais de dois mil metros de profundidade.

Por volta de 1960, é registrada uma grande quantidade de petróleo disponível no mundo. Nesse cenário, a elevada produção associada aos preços acessíveis do petróleo estimulou o seu consumo desenfreado. Assim, a polaridade que se concentrava nos EUA deslocava-se, revelando grandes potências do petróleo: o Oriente Médio e a União Soviética. Esta com grandes reservas de gás, aquele com expressivas reservas de óleo.

Os anos de 1970 foram caracterizados pela subida nos preços do petróleo. Nesse momento histórico, foram descobertas fontes desse recurso natural no Mar do Norte e no México, além de em localidades do Terceiro Mundo e de países comunistas, ao passo que as reservas dos EUA já se encontravam reduzidas. Assim, fazia-se necessária a busca por tecnologias capazes de identificar fontes de pequeno porte no território norte-americano. Foi a partir de então que se iniciaram os estudos que avançaram no aprimoramento de tecnologias de interpretação de abalos sísmicos, assim como na recuperação de jazidas de petróleo já conhecidas e exploradas.

Nas décadas de 80 e 90, o progresso tecnológico reduziu de forma significativa os gastos com exploração e produção, possibilitando um novo ciclo econômico para o setor petrolífero. No ano de 1996, as reservas mundiais de petróleo conhecidas já representavam

60% a mais do que as de 1980 e, concomitantemente, os custos de busca e produção caíram na mesma proporção. Nesse sentido, com o passar dos anos, o petróleo configurava-se como primordial fonte energética.

Hodiernamente, com a petroquímica, além do significativo emprego dos derivados do petróleo, foram produzidos diversos materiais que têm como base, os quais se podem mencionar: plásticos, tintas, borrachas sintéticas, corantes, adesivos, solventes, detergentes, explosivos, produtos farmacêuticos, cosméticos, dentre outros. Logo, além de se constituir essencial como combustível e fonte de energia, o petróleo tornou-se piamente primordial facilitando e promovendo comodidades à sociedade contemporânea.

## 2.2 PETRÓLEO NO BRASIL E A PETROBRAS

Com início por volta do ano de 1920, em meio à análise do Congresso Nacional das primeiras propostas de leis federais acerca da temática do petróleo nacional, instaurou-se o confronto entre os grupos nacionalistas, os quais defendiam a exclusividade de participação de empresas do Estado e/ou de nacionais de capital privado para promover a exploração do petróleo e processamento dos seus derivados no país, e o segmento empresarial, político e social que instigavam as empresas estrangeiras e/ou as que tinham posição contra a participação estatal no setor produtivo petrolífero.

No final da disputa, os defensores do controle estatal da cadeia produtiva do petróleo no país saíram vencedores, o que culminou, no mês de setembro de 1953, na Lei nº 2.004/53, a qual autorizou a formação da Petróleo Brasileiro S.A. (PETROBRAS), sob o controle acionário da União, com o papel de exercer o monopólio das atividades de exploração, produção, refino e transporte do petróleo e dos seus derivados. (MORAIS, 2013). Encerrando um ciclo de trinta anos de profundos embates políticos e ideológicos em volta do debate de premissas voltadas para o estabelecimento de normas que mensurassem limites acerca da participação estatal, do capital estrangeiro e do setor empresarial privado do país nas atividades petrolíferas da nação brasileira.

Com o advento da PETROBRAS, o cenário petroleiro brasileiro deveria ascender, a estatal deveria potencializar suas ações, com o intuito de expandir a exploração e todos os processos da cadeia produtiva do petróleo, construir e desenvolver novos pontos de refino e crescer a produção nacional de combustíveis fósseis derivados do petróleo.

A PETROBRAS deparou-se, todavia, com um quadro de grande escassez de profissionais especializados em petróleo, principalmente de engenheiros, geólogos, geofísicos

e químicos, primordiais para o crescimento daquelas atividades. Pelo fato de, no Brasil, não existirem instituições de ensino capazes de oferecerem as especializações em petróleo necessárias para o aprimoramento dos profissionais, foi decidida a instauração de cursos específicos de formação de pessoal até que o sistema de ensino do país se ajustasse para responder às novas e diversas demandas de profissionais.

Com essa intenção, no ano de 1955, foi criado o Centro de Aperfeiçoamento e Pesquisas de Petróleo (CENAP), organizado em duas áreas: o Setor de Cursos de Petróleo, destinado ao aprimoramento profissional e o Setor de Análises e Pesquisas, o qual contavam com “uma equipe em embrião decidida a rumar em direção à pesquisa tecnológica”. No ano de 1966, o CENAP foi substituído pelo Centro de Pesquisas e Desenvolvimento da PETROBRAS (CENPES), destinado, exclusivamente, para o desenvolvimento de pesquisas sobre petróleo.

Desde a criação do CENAP, ocorreram muitas descobertas importantes para o setor petrolífero no Brasil.

Destacam-se as descobertas dos primeiros campos de petróleo, em águas costeiras do Nordeste do Brasil, em 1968-1973, e na Bacia de Campos, a partir de 1974, inicialmente em águas rasas, para, em seguida, alcançar águas marítimas profundas e ultraprofundas. As descobertas na Bacia de Campos foram acompanhadas, a partir da segunda metade da década de 1970, das primeiras experimentações tecnológicas em equipamentos e sistemas de produção de petróleo, que viabilizaram o aproveitamento de jazidas situadas a longas distâncias do litoral, dando início ao processo de inovações em sistemas de produção marítima de petróleo no Brasil. (MORAIS, 2013, p.18).

Nos anos seguintes, o progresso das explorações em plataformas marítimas - em águas cada vez mais profundas, alicerçado por fortes processos de geração de recursos humanos, de execução de pesquisas aplicadas cooperativas e por grandes projetos de fomentação e capacitação tecnológica – proporcionou a incorporação de importantes jazidas de petróleo às reservas do Brasil, o que resultou na descoberta de potentes reservatórios, como os do Pré-sal das Bacias de Santos e de Campos, a partir dos anos de 2006 e 2007. Nos anos seguintes, houve uma importante evolução em termos tecnológicos e produtivos na PETROBRAS, a qual começou a assinalar as primeiras declarações de comercialidade de campos de petróleo do Pré-sal, marcando o começo do desenvolvimento da produção comercial naquela área geológica.

## 2.3 REFINO DO PETRÓLEO E SEUS DERIVADOS

No momento em que o petróleo é extraído, ele está repleto de impurezas, as quais terão de ser separadas através de mecanismos físicos. O petróleo é separado da água salgada por meio do processo de separação intitulado de decantação, por exemplo, uma vez que, como o petróleo é menos denso (mais leve) do que a água do mar, ele tende a se distribuir superficialmente, enquanto que a água se concentra na parte inferior, o que permite a separação. Além desse processo simples de separação, utiliza-se, também, a filtração com o intuito de remover impurezas maiores, como, por exemplo, areia, argila e pedaços de rochas.

O petróleo é constituído por uma complexa mistura de hidrocarbonetos. Em virtude desse fato, ele é destinado às refinarias com o objetivo de que seja processado para que ocorra um melhor aproveitamento na sua utilização e emprego para a sociedade contemporânea. Não obstante, não se tem o entendimento, no presente momento, de nenhum método de separação que seja suficientemente capaz de separar cada um dos hidrocarbonetos que compõem o petróleo. Assim, o seu processo de separação acontece em frações de compostos, isto é, separa-se a mistura complexa do petróleo em misturas bem mais simples.

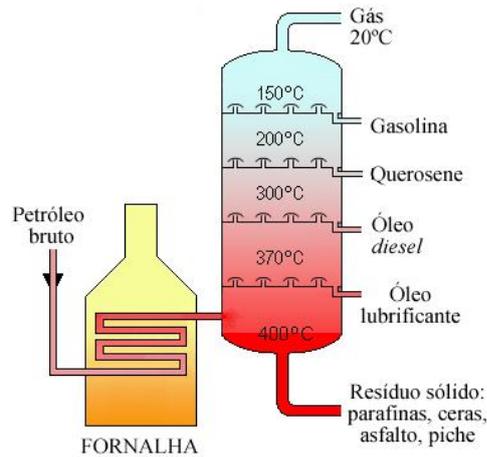
De primeira instância, emprega-se a destilação fracionada, a qual se caracteriza pela separação baseada em diferença da temperatura de ebulição das frações do petróleo. Para tanto, existe uma torre de destilação que conta com uma fornalha na parte inferior, local onde o petróleo é aquecido. A torre de destilação tem cerca de cinquenta prateleiras, as quais apresentam uma temperatura que diminui na medida em que a altura aumenta.

Quando o petróleo começa a ser aquecido na parte inferior da fornalha, seus componentes começam a passar para o estado gasoso, sendo que as frações mais pesadas, ou seja, de maior massa molar, não sobem, permanecem em estado líquido e são separados. As outras partes no estado gasoso sobem pela torre e no instante em que um desses componentes atinge uma bandeja com uma temperatura menor que seu ponto de volatilização, ela liquefaz-se e é coletada nesta altura da torre. Os componentes que ainda persistem no estado gasoso vão passando para as bandejas logo acima e o processo de separação ocorre continuamente. Dessa forma, cada uma das frações do petróleo sofre o processo de condensação e é coletada em prateleiras distintas, permitindo, a posteriori, a sua coleta.

Certas frações do petróleo obtidas no processo mencionado acima podem ser visualizadas na Figura 1. Dentre os componentes, podem-se observar: a gasolina, o óleo diesel, o querosene, o óleo lubrificante, o piche usado em pavimentação asfáltica, parafinas, como as usadas nas velas, a nafta e o gasóleo.

A etapa seguinte do refino do petróleo é a destilação a vácuo (Figura 2). A diferença que existe entre essa etapa e a anterior é que as frações obtidas são sujeitas a uma pressão inferior à da atmosfera em uma torre de fracionamento. Esse processo faz com que frações mais pesadas entrem em ebulição em temperaturas inferiores ao seu ponto de ebulição e, assim, evita-se que suas moléculas de cadeias mais longas se quebrem.

Figura 1: Esquema de algumas frações do petróleo obtidas pela destilação fracionada, primeira etapa do seu refino.



Fonte: FOGAÇA, 2016.

Figura 2: Torre de destilação a vácuo para refino do petróleo.



Fonte: FOGAÇA, 2016.

O próximo passo denomina-se craqueamento térmico ou craqueamento catalítico do petróleo. Os mecanismos utilizados anteriormente para promover a separação dos componentes do petróleo eram processos físicos. Agora, o craqueamento térmico configura-se em um processo químico. Esse termo advém do inglês e significa quebrar, visto que, no craqueamento, ocorre a quebra de moléculas longas em moléculas menores. Dessa forma, acontece a transformação de compostos de menor valor comercial em componentes de maior valor comercial. Por exemplo, o craqueamento catalítico do petróleo é o responsável pela transformação de uma fração de querosene em uma fração de gasolina.

As variáveis envolvidas no processo de craqueamento térmico são a temperatura e a pressão, as quais são elevadas. Para que haja a transformação de moléculas de querosene, óleo diesel ou óleo lubrificante em gasolina é preciso a obtenção de uma temperatura entre 450°C e 700°C.

O processo de quebra dessas moléculas maiores em moléculas menores é de extrema importância para o aproveitamento do petróleo, pois o petróleo bruto tem pouco valor e utilidade. Já os subprodutos do craqueamento são importantes e fundamentais como matérias-primas para a produção de produtos e mercadorias amplamente utilizadas pela sociedade contemporânea.

Por fim, a última etapa do processo de refino do petróleo é a reforma catalítica, ou *reforming*, em que ocorre uma reformulação ou reestruturação das moléculas, transformando as cadeias normais dos compostos em cadeias ramificadas, cíclicas e aromáticas.

É quase impossível pensar o cotidiano sem a presença de produtos advindos da indústria petroquímica. Os derivados do petróleo empregados nessa indústria são responsáveis pela promoção do conforto e da praticidade com a qual a humanidade tem convivido. No dia a dia, o petróleo está presente em diversos produtos: em roupas, colchões, embalagens para alimentos e medicamentos, brinquedos, móveis e eletrodomésticos, carros, aviões e até nos xampus e cosméticos. Isso ocorre em virtude da indústria petroquímica, a qual transforma o petróleo refinado em materiais que são o sustentáculo da indústria química.

As matérias-primas para o ramo petroquímico são a nafta, gerada nas refinarias, e o gás natural. Os produtos da indústria petroquímica são classificados como produtos básicos, produtos intermediários e produtos finais. Dentre os produtos petroquímicos básicos, têm-se o eteno, o propeno, o butadieno, os aromáticos, a amônia e o metanol, a partir dos quais é formada uma grande variedade de intermediários. Estes, por sua vez, serão modificados e transformados em produtos petroquímicos finais como, por exemplo, os plásticos, as

borrachas sintéticas, os detergentes, os solventes, os fios e fibras sintéticos, os fertilizantes, dentre outros.

A PETROBRAS ganha destaque na petroquímica brasileira por se tratar da principal fornecedora de matéria-prima e possuir participação em uma grande diversidade de empresas. A junção das suas atividades com essa indústria favorece a valorização de toda a cadeia de suprimento desde o processamento de petróleo até a produção de plásticos e outros produtos petroquímicos.

A seguir, podem-se observar alguns dos produtos básicos da indústria petroquímica e em que eles são empregados no cotidiano social:

- **Eteno** – o seu principal derivado é o polietileno que é usado na fabricação de sacos plásticos para embalagem de produtos alimentícios e de higiene e limpeza, utensílios domésticos, caixas d'água, brinquedos e playgrounds infantis. Dentre suas outras aplicações podemos destacar o PVC, usado na construção civil, em calçados e em bolsas de sangue;
- **Propeno** – é a matéria prima para o polipropileno, usado, por exemplo, em embalagens alimentícias e de produtos de higiene e limpeza, peças para automóveis, tapetes, tecidos e móveis. Apresenta, além dessa, diversas outras aplicações como, por exemplo, produção de derivados acrílicos para tintas, adesivos, fibras e polímero superabsorvente para fraldas descartáveis;
- **Butadieno** – usado principalmente na produção de borracha sintética, em pneus e solados para calçados, por exemplo;
- **Aromáticos** – são matérias-primas para produtos como o PET utilizado em garrafas e fibras sintéticas, e o poliestireno, material empregado em eletroeletrônicos, eletrodomésticos, embalagens de iogurtes, copos, pratos e talheres e material escolar;
- **Metanol** – é insumo para produção de biocombustíveis e de diversos intermediários químicos usados, por exemplo, pela indústria de móveis e de defensivos agrícolas;
- **Amônia** – é uma das matérias-primas para a indústria de fertilizantes, sendo usada na produção de ureia e de fertilizantes nitrogenados utilizados nas culturas de milho, cana de açúcar, café, algodão e laranja, entre outras. (PETROBRAS).

### 3 MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE

A vertente ambiental é marcada por uma maneira de visualizar o mundo de acordo com as relações estabelecidas entre os diversos elementos compositores da realidade que interagem para promover a manutenção da vida e o equilíbrio dos ecossistemas do planeta.

Ao passo que o ser humano cria novos meios de intervir e modificar a natureza a fim de obter recursos necessários e que tragam comodidade para a sua espécie, surgem turbulências e conturbações no que faz menção à utilização dos espaços naturais.

Nos últimos tempos, o modelo de sociedade fundamentado na industrialização e no desenvolvimento de tecnologias tem sido consolidado, baseando-se na forma de produção e ordenamento das atividades, com a mecanização dos processos agrícolas, o elevado emprego dos agrotóxicos e o aumento da concentração populacional nos ambientes urbanos.

Tornaram-se preponderante no contexto da civilização ocidental as conexões entre sociedade e natureza condizentes às relações de mercado. A extração e a exploração da natureza intensificou-se e, com o desenvolvimento tecnológico, adquiriu características próprias, as quais se alicerçam na transformação sofisticada da matéria-prima em produtos e mercadorias das mais altas e distintas qualidades.

O debate em torno das questões ambientais nem sempre evidencia o impacto que elas têm com o mercado, as quais se relacionam a grupos de interesse, que influenciam as condições do meio ambiente, o que propicia um entendimento da ligação entre os impactos ambientais negativos com a maldade profundamente enraizada na humanidade.

O anseio mundial por recursos naturais é decorrente de uma constituição econômica alicerçada na produção e no consumo desenfreado. O raciocínio envolvido com essa formação econômica é o responsável por reger o processo de exploração do meio ambiente no presente, assim como pela destruição dos ambientes naturais, prejudicando a natureza em virtude da usurpação dos recursos naturais.

As ligações políticas e econômicas que possibilitam o prosseguimento e evolução dessa formação econômica de mercado é advinda da exploração dos recursos naturais, principalmente por parte de populações carentes de países como o Brasil. Por exemplo, nesse país, populações da Amazônia costumam comercializar a madeira que extraem da floresta, a qual nem sempre é extraída de forma legal, semelhantemente os índios do sul da Bahia frequentemente queimam as matas das redondezas para vender carvão vegetal.

Nessa perspectiva, percebe-se que a formação econômica contemporânea, fundamentada nos avanços tecnológicos que possibilitam mais ganhos quantitativos em

menos tempo, potencializa a destruição incontrolada do meio ambiente. Isso porque os recursos naturais são extraídos de maneira indiscriminada, velozmente, pondo em risco a renovação natural, isto é, a sua renovabilidade.

Os recursos não-renováveis, a exemplo o petróleo, ameaçam extinguir-se. De onde antes retiravam uma árvore, hoje se retiram centenas, milhares. Onde antes residiam algumas poucas famílias consumindo uma quantidade pequena de água e de suprimentos, hoje residem milhões de pessoas, as quais necessitam de mananciais para suprir a sua demanda de água, que, ainda, produzem toneladas de lixo por dia que são expostos, muitas vezes sem qualquer adequação, ao meio ambiente.

Essas diferenças são determinantes para a degradação do meio onde se insere o homem. Sistemas inteiros de vida vegetal e animal são tirados de seu equilíbrio. E a riqueza, gerada num modelo econômico que propicia a concentração da renda, não impede o crescimento da miséria e da fome. Algumas das consequências indesejáveis desse tipo de ação humana são, por exemplo, o esgotamento do solo, a contaminação da água e a crescente violência nos centros urbanos. (BRASIL, 1997, p.19).

À medida que tal modelo de desenvolvimento provocou efeitos negativos mais graves, surgiram manifestações e movimentos que refletiam a consciência de parcelas da população sobre o perigo que a humanidade corre ao afetar de forma tão violenta o seu meio ambiente.

Em vários países, a preocupação com a preservação de espécies surgiu há muitos anos. No final do século XIX, iniciaram-se manifestações pela preservação de sistemas naturais que culminaram na criação de Parques Nacionais e em outras Unidades de Conservação.

Nas regiões mais industrializadas, passou-se a constatar uma deterioração na qualidade de vida, o que afeta tanto a saúde física quanto a saúde psicológica das pessoas, especialmente das que habitam as grandes cidades. Por outro lado, os estudos ecológicos começaram a tornar evidente que a destruição e até a simples alteração de um único elemento pode ser nociva e mesmo fatal para todo o ecossistema.

Grandes extensões de monocultura, por exemplo, podem determinar a extinção regional de algumas espécies e a proliferação de outras. Vegetais e animais favorecidos pela plantação, ou cujos predadores foram exterminados, reproduzem-se de modo desequilibrado, prejudicando a própria plantação. Eles passam a ser considerados então uma “praga”!

A indústria química oferece como solução o uso de praguicidas que acabam, muitas vezes, envenenando as plantas, o solo, a água e colocam em risco a saúde de trabalhadores rurais e consumidores.

Assim como em outros países, no Brasil, a preocupação com a exploração descontrolada e depredatória de recursos naturais passou a existir em função do rareamento do pau-brasil, há poucos séculos. Foi estabelecida uma regulamentação para a extração de alguns tipos de madeira, que passaram a ser tratadas como “madeiras de lei”. Hoje, além de ser um dos maiores países do mundo em extensão, o Brasil ainda possui inúmeros recursos naturais de fundamental importância para todo o planeta: desde ecossistemas como as florestas tropicais, o pantanal, o cerrado, os mangues e restingas, até uma grande parte da água doce disponível para o consumo humano. Dono de uma das maiores biodiversidades do mundo, este país tem ainda uma riqueza cultural vinda da interação entre os diversos grupos étnicos — americanos, africanos, europeus, asiáticos etc. — que traz contribuições singulares para a relação sociedade/natureza. Parte desse patrimônio cultural consiste no conhecimento importantíssimo, mas ainda pouco divulgado, dos ecossistemas locais: seu funcionamento, sua dinâmica e seus recursos.

É preocupante, no entanto, a forma como os recursos naturais e culturais brasileiros vêm sendo tratados. Poucos produtores conhecem ou dão valor a esse conhecimento do ambiente em que atuam. Muitas vezes, para utilizar um recurso natural, perde-se outro de maior valor, como tem sido o caso da formação de pastos em certas áreas da Amazônia.

Com frequência, também, a extração de um bem (minérios, por exemplo) traz lucros somente para um pequeno grupo de pessoas, que muitas vezes não são habitantes da região e levam a riqueza para longe e até para fora do país. A falta de articulação entre ações sistemáticas de fiscalização, legislação e implantação de programas específicos que caracterizariam uma política ambiental adequada, além da falta de valorização por parte de todos, induz esses grupos a deixar essas áreas devastadas, o que custará caro à saúde da população e aos cofres públicos.

Além disso, a degradação dos ambientes intensamente urbanizados nos quais se insere a maior parte da população brasileira também é razão de ser deste tema. A fome, a miséria, a injustiça social, a violência e a baixa qualidade de vida de grande parte da população brasileira são fatores fortemente relacionados ao modelo de desenvolvimento e suas implicações.

Problemas como esse vêm confirmar a hipótese, que já se levantava, da possibilidade de sérios riscos em se manter um alto ritmo de ocupação, com invasão e destruição da natureza sem conhecimento das implicações para a vida no planeta.

Por volta da metade do século XX, ao conhecimento científico da Ecologia somou-se um movimento ambientalista voltado, no início, principalmente para a preservação de grandes áreas de ecossistemas “intocados” pelo ser humano, criando-se parques e reservas. Isso foi visto muitas vezes como uma preocupação poética de visionários, uma vez que pregavam o afastamento do ser humano desses espaços, inviabilizando sua exploração econômica.

Após a Segunda Guerra Mundial, principalmente a partir da década de 1960, intensificou-se a percepção de a humanidade caminhar aceleradamente para o esgotamento ou a inviabilização de recursos indispensáveis à sua própria sobrevivência. Assim sendo, algo deveria ser feito para alterar as formas de ocupação do planeta estabelecidas pela cultura dominante. Esse tipo de constatação gerou o movimento em defesa do ambiente, que luta para diminuir o acelerado ritmo de destruição dos recursos naturais ainda existentes e busca de alternativas que conciliem, na prática, a conservação da natureza com a qualidade de vida das populações que dependem dessa natureza.

Toda essa situação colocou em xeque a ideia desenvolvimentista de que a qualidade de vida dependia unicamente do avanço da ciência e da tecnologia. Todos os problemas sociais e econômicos teriam, nessa visão, solução com a otimização da exploração dos recursos naturais. Diante dos problemas que emergiram desse sistema surgiu a necessidade de repensar o conceito de desenvolvimento.

Do confronto inevitável entre o modelo de desenvolvimento econômico vigente — que valoriza o aumento de riqueza em detrimento da conservação dos recursos naturais — e a necessidade vital de conservação do meio ambiente, surge a discussão sobre como viabilizar o crescimento econômico das nações, explorando os recursos naturais de forma racional, e não predatória. Estabelece-se, então, uma discussão que está longe de chegar a um fim, a um consenso geral. Será necessário impor limites ao crescimento? Será possível o desenvolvimento sem o aumento da destruição? De que tipo de desenvolvimento se fala?

A interdependência mundial se dá também sob o ponto de vista ecológico: o que se faz num local, num país, pode afetar amplas regiões e ultrapassar várias fronteiras.

Com a constatação da inevitável interferência que uma nação exerce sobre outra por meio das ações relacionadas ao meio ambiente, a questão ambiental — isto é, o conjunto de temáticas relativas não só à proteção da vida selvagem no planeta, mas também à melhoria do

meio ambiente e da qualidade de vida das comunidades — passa a compor a lista dos temas de relevância internacional.

Em todos os espaços, os recursos naturais e o próprio meio ambiente tornam-se uma prioridade, um dos componentes mais importantes para o planejamento político e econômico dos governos, passando então a ser analisados em seu potencial econômico e vistos como fatores estratégicos. O desnível econômico entre grupos sociais e países exerce importante pressão sobre as políticas econômicas e ambientais em cada parte do mundo. Além disso, o poderio dos grandes empreendimentos transnacionais torna os recursos naturais e o meio ambiente capazes de influir fortemente nas decisões ambientais que governos e comunidades deveriam tomar, especialmente quando envolvem o uso dos recursos naturais.

É nesse contexto que se iniciam as grandes reuniões mundiais sobre o tema. Ao lado da chamada “globalização econômica”, assiste-se à globalização dos problemas ambientais. Instituiu-se, assim, um fórum internacional em que os países, apesar de suas imensas divergências, se veem politicamente obrigados a se posicionar quanto a decisões ambientais de alcance mundial, a negociar e a legislar, de forma que os direitos e os interesses de cada nação possam ser minimamente equacionados em função do interesse maior da humanidade e do planeta.

A ética entre as nações e os povos passa então a incorporar novas exigências com base numa percepção de mundo em que as ações sejam consideradas em suas consequências mais amplas, tanto no espaço quanto no tempo. Não é só o crime ou a guerra que ameaça a vida, mas também a forma como se gera, se distribui e se usa a riqueza, a forma como se trata a natureza.

De qualquer forma, é fundamental a sociedade impor regras ao crescimento, à exploração e à distribuição dos recursos de modo a garantir a qualidade de vida daqueles que deles dependam e dos que vivem no espaço do entorno em que são extraídos ou processados. Portanto, deve-se cuidar, para que o uso econômico dos bens da Terra pelos seres humanos tenha caráter de conservação, isto é, que gere o menor impacto possível e respeite as condições de máxima renovabilidade dos recursos. Nos documentos assinados pela grande maioria dos países do mundo, incluindo-se o Brasil, fala-se em garantir o acesso de todos aos bens econômicos e culturais necessários ao desenvolvimento pessoal e a uma boa qualidade de vida, relacionando-o com o conceito de sustentabilidade.

Sabe-se que o maior bem-estar das pessoas não é diretamente proporcional à maior quantidade de bens consumidos. Entretanto, o atual modelo econômico estimula um consumo

crecente e irresponsável condenando a vida na Terra a uma rápida destruição. Impõe-se, assim, a necessidade de estabelecer um limite a esse consumo.

De fato, o que se tem de questionar vai além da simples ação de reciclar, reaproveitar, ou, ainda, reduzir o desperdício de recursos, estratégias que não fogem, por si, da lógica desenvolvimentista. É preciso apontar para outras relações sociais, outros modos de vida, ou seja, rediscutir os elementos que dão embasamento a essa lógica.

A forma de organização das sociedades modernas constitui-se no maior problema para a busca da sustentabilidade (e estão embutidas aqui as profundas diferenças entre países centrais e periféricos do mundo). A crise ecológica — a primeira grande crise planetária da história da humanidade — tem dimensão tal que, a despeito das dificuldades, e até impossibilidade de promover o desenvolvimento sustentável, essas sociedades se vêm forçadas a desenvolver pesquisas e efetivar ações, mesmo que em pequena escala, para garantir minimamente a qualidade de vida no planeta. No interior dessas relações mundiais, porém, somente ações atenuantes têm sido possíveis, pois a garantia efetiva da sustentabilidade exige uma profunda transformação da sociedade (e do sistema econômico do capitalismo industrial), substituindo radicalmente os modelos de produção da subsistência, do saber, de desenvolvimento tecnológico e da distribuição dos bens.

Sustentabilidade, assim, implica o uso dos recursos renováveis de forma qualitativamente adequada e em quantidades compatíveis com sua capacidade de renovação, em soluções economicamente viáveis de suprimento das necessidades, além de relações sociais que permitam qualidade adequada de vida para todos.

A própria perspectiva das necessidades do mercado mundial dificulta muitas iniciativas nesse sentido. Um bom exemplo disso vem da II Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento — a Rio/92 — que estabeleceu uma série de diretrizes para um mundo ambientalmente mais saudável, incluindo metas e ações concretas.

Entre outros documentos, aprovou-se a “Agenda 21”, que reúne propostas de ação para os países e os povos em geral, bem como estratégias para que essas ações possam ser cumpridas. Os países da América Latina e do Caribe apresentaram a “Nossa Agenda”, com suas prioridades. E os governos locais apresentaram a “Agenda Local”. Apesar da extrema importância desses documentos, ainda não foi posta em prática boa parte dessas diretrizes e metas, principalmente as de grande escala, pois a competição no mercado internacional não permite.

#### 4 IMPACTOS AMBIENTAIS

A Carta Magna do Brasil menciona que o meio ambiente é um “bem de uso comum do povo”. Ou seja, o meio ambiente tem valor por ser um bem social. Em muitos momentos, porém, o meio ambiente é tratado com descaso, sendo explorado abusivamente em troca de riqueza para grandes empresários e corporações.

Nessa perspectiva, as questões ambientais sempre estão associadas a interesses socioeconômicos. A devastação do meio ambiente, ao passo que traz prejuízos para toda a sociedade, funciona como meio de crescimento e enriquecimento econômico para alguns. Um corpo d’água morto representa mais dinheiro e empoderamento para o poluidor na medida em que houve uma indiferença em processos de manejo dos recursos naturais e controle da poluição.

Por se tratar de um bem essencial de interesse universal, o meio ambiente deve ser protegido. Nessa linha de raciocínio, a Constituição de 1988 diz que cabe “ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”.

Nesse viés, surge a ideia de impacto ambiental, que faz menção a qualquer modificação significativa no meio ambiente, em um ou mais de seus componentes, ocasionada pela ação do homem (antrópica). Um impacto ambiental é sempre consequência de uma ação, haja vista que toda ação provoca uma reação (o impacto ambiental) (PERALTA, 1997).

A resolução nº1/86 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) conceituou impacto ambiental como qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causado por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou 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 ambientais.

Já o Glossário de Ecologia da ACIESP (1987) conceitua impacto ambiental como sendo qualquer ação ou atividade, natural ou antrópica, que gera uma alteração brusca no meio ambiente por inteiro ou apenas em algumas de suas partes.

#### 4.1 GESTAO AMBIENTAL

Para ratificar a sua proliferação, os seres humanos, assim como as outras espécies existentes no planeta Terra, sempre necessitam enfrentar obstáculos da natureza. A diferença entre o ser humano e os outros seres vivos do planeta é que o homem faz a sua própria história, alterando frequentemente os espaços naturais a seu favor. A história recente da evolução humana é a história da luta do homem contra o seu meio natural.

No mundo contemporâneo, mais especificamente a partir da segunda metade do século XX, a humanidade tem percorrido caminhos difíceis. É decerto mencionar que foi após a Revolução Industrial, especialmente nessas últimas décadas, que a humanidade tem enfrentado os mais intensos problemas em sua trajetória pelo planeta Terra. No passado, para resolver os problemas de falta ou carência de alimentos, de ocupação e de espaço para uma grande quantidade de europeus, foi preciso ocupar novos territórios antes povoados por outros povos, com a comodidade de serem férteis e “disponíveis”.

Contudo, entre o final do Século XX e o início deste século, as crises sociais, econômicas e ambientais oriundas das conquistas da Revolução Industrial, dos avanços tecnológicos e agravadas pelo aumento estrondoso da população mundial geraram conflitos potentes, pois não existem mais “mundos novos” para a deportação das milhares de pessoas social e economicamente excluídas.

Já não é mais possível amplificar fronteiras ou dominar novos territórios para explorar os recursos naturais necessários à acumulação de bens de consumo ou de produtos. Tais embates levaram algumas sociedades, especialmente as dos países mais desenvolvidos, na busca por novas maneiras de gerir os recursos advindos do meio ambiente dentro dos seus limites territoriais. Em um primeiro momento, buscava-se a manutenção econômica das linhas de produção. Quando um dado recurso começa a se extinguir, o incremento tecnológico possibilitando a sua substituição por novos materiais. Porém, esta medida não bastou para mitigar os problemas causados pela finitude dos recursos.

Notou-se que, para assegurar o abastecimento por um maior período, era preciso que se ajustasse o consumo a um ritmo mais próximo ao da natureza. Pode-se dizer que foi a partir desta noção, vinculada à desestabilização do modelo de desenvolvimento, alicerçado nos paradigmas da Economia, que nasceu a urgência de se buscar uma nova maneira de gerenciar os recursos naturais. Foi nesse plano de fundo que emergiu a gestão ambiental.

A gestão ambiental pode ser conceituada de várias formas, a depender do objetivo que se deseja qualificar. De forma ampla e geral, a gestão ambiental tem o papel de planejar, coordenar, controlar e formular ações e intervenções capazes de suprir os intuitos mensurados para determinada localidade (seja ela de grande ou de pequeno porte). Em boa parte das vezes, a gestão ambiental aparece como uma importante prática para obter o equilíbrio dos mais diversos ecossistemas, a homeostase global. Equilíbrio este, que, conforme o conceito de sustentabilidade também menciona, envolve não só as questões naturais, mas também as vertentes econômicas, sociais, políticas, culturais, dentre outras.

Conforme Godard (1997), a gestão de recursos ambientais deve estar correlacionada e fundamentada sob um olhar estratégico de desenvolvimento em longo prazo, o que lhe concede um sentido que transcende os usos cotidianos, uma vez que se constitui no centro em que debatem e se reencontram os objetivos relacionados ao desenvolvimento e aqueles conectados com a conservação da natureza ou para a preservação da qualidade ambiental.

#### 4.2 AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL

A satisfação dos anseios humanos, pela articulação de uma atividade, se faz por meio de maneiras de se utilizar e de se apropriar de um espaço, causando efeitos sobre o meio ambiente, os quais poderão refletir-se nas condições físicas e socioeconômicas deste mesmo homem. Dessa maneira, a instauração de uma atividade pode culminar em um ambiente equilibrado ou desequilibrado. Os desequilíbrios biogeofísicos e socioeconômicos configuram-se como o principal objeto da Avaliação de Impacto Ambiental (AIA).

A AIA tem o intuito de identificar, prever e quantificar os desequilíbrios ambientais, a fim de introduzir medidas mitigadoras que reduzam ou, até mesmo, sanem os impactos nocivos, provocados por meio da implantação de uma atividade modificadora do meio ambiente.

No que se refere à Política Ambiental do país, a AIA é a ferramenta-chave para a execução da mesma. Formada por um agrupamento de procedimentos técnicos e administrativos, que têm o intuito de analisar sistematicamente os impactos ambientais do estabelecimento de uma atividade e suas diversas alternativas, a Avaliação de Impacto Ambiental tem o objetivo de fundamentar decisões quanto ao seu licenciamento. Vale ressaltar que as AIA's são ferramentas de conhecimento a serviço da decisão, porém não são, por si só, instrumentos de decisão. Porém, são instrumentos competentes para a tomada de decisão com base em um conhecimento amplo e integrado dos impactos ambientais.

#### 4.2.1 CLASSIFICAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

Os impactos ambientais são classificados em: diretos e indiretos; a curto ou a longo prazo; temporários ou permanentes; reversíveis ou irreversíveis; cumulativos ou sinérgicos; positivos ou negativos.

##### a) Impacto positivo

O impacto ambiental positivo é aquele que ocorre no momento em que uma ação ou atividade culmina na melhoria da qualidade de um fator ou parâmetro ambiental. Ex.: Aumento da produção agrícola em áreas irrigadas.

##### b) Impacto negativo

Ocorre quando uma ação ou atividade gera um prejuízo em um fator ou parâmetro ambiental. Ex.: A destruição de matas, lagos e rios.

##### c) Impacto direto

É o impacto proveniente de uma relação de causa e efeito. Trata-se de uma modificação na natureza fácil de identificar. Por exemplo, o aumento de contaminantes atmosféricos (CO e SO<sub>2</sub>) em virtude da queima de combustíveis nos veículos automotores.

##### d) Impacto indireto

Desinente do impacto direto, suas repercussões condizem aos efeitos indiretos das ações do projeto. Em geral, são de difícil identificação e controle. Ex.: O crescimento populacional decorrente do assentamento da população aproximada pelo projeto, a qual requer moradia, escola, serviços sanitários, transporte, etc., que não se havia previsto e cuja ausência causa sérios problemas sociais.

##### e) Impacto de curto prazo

O impacto ambiental de curto prazo ocorre quando o efeito ou a alteração do parâmetro ambiental é gerado logo após a ação, podendo até acabar logo em seguida. Ex.: Crescimento do ruído em um local quando se ligam aparelhos eletrodomésticos.

f) Impacto de longo prazo

Ocorre quando o efeito ou a alteração do parâmetro ambiental acontece após um dado tempo de realizada a ação. Ex.: A erosão e a conseguinte desertificação de solos sujeitos a processos de desmatamentos.

g) Impacto reversível

É o impacto que, depois de cessada a ação impactante, o ambiente se reequilibra e volta ao estado anterior à existência da ação impactante. Ex.: Os impactos decorrentes de obras de construção civil.

h) Impacto irreversível

É o impacto que, depois de cessada a ação impactante, o ambiente não se reequilibra e não consegue voltar ao estado anterior à existência da ação impactante. Ex.: O assoreamento de corpos d'água, resultante do carreamento de materiais na atividade de mineração.

i) Impacto temporário

É o impacto em que a ação causadora do desequilíbrio tem uma duração específica, determinada.

j) Impacto permanente

É o impacto que a ação causadora do desequilíbrio não cessa. Ex.: Retenção de sólidos em transporte nas barragens.

#### 4.2.2 IMPACTO AMBIENTAL DE UM PROJETO

O impacto ambiental de um projeto pode ser entendido como sendo a diferença entre a situação do meio ambiente alterado, tal como sucederia após a implantação do projeto, e o estado do meio ambiente futuro, tal como havia progredido normalmente sem tal atuação.

A necessidade de se implementar AIA's nasceu da não adaptação dos métodos tradicionais de avaliação de projetos, os quais não levavam em conta a proteção do meio físico, nem a utilização racional dos recursos naturais, muito menos os aspectos sociais que devem vir à tona em um dado projeto. Destarte, a AIA veio com o intuito de evitar prováveis erros e degradações ambientais, custosos de se corrigir em outro momento.

A AIA de um projeto é feita por meio do Estudo de Impacto Ambiental – EIA -, a partir do qual se faz a identificação, a previsão e a valoração dos impactos e a observação das alternativas para a atividade em estudo, cujos resultados são expostos na forma de Relatório de Impacto Ambiental - RIMA.

#### 4.2.3 CRITÉRIOS PARA ELABORAÇÃO DE ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL

A instituição de critérios para o Estudo de Impacto Ambiental de uma determinada atividade exige, em primeiro lugar, o estabelecimento de prioridades. Isso tem de ser feito por meio do conhecimento específico de todos os parâmetros ambientais da área a ser estudada, bem como dos arredores que podem ser impactados. Esses parâmetros terão de representar não apenas as condições biogeofísicas da região, mas também as socioeconômicas e, principalmente, os interesses da comunidade, a qual poderá lograr benefícios ou malefícios com a implementação da atividade.

Igualmente, além de cumprir com a legislação adequada, o EIA deve estar de acordo com as seguintes diretrizes gerais:

- estar de acordo com todas as alternativas tecnológicas e de localização do projeto, defrontando-as com a hipótese de não realização do mesmo;
- averiguar e mensurar os impactos ambientais originados sobre a área de influência, nas fases de implantação e operação da atividade;
- fazer uma análise da compatibilidade do projeto com planos e programas de ação federal, estadual e municipal, propostos ou em implantação na área de influência do projeto.

Por fim, o Estudo de Impacto Ambiental de uma determinada atividade efetiva ou potencialmente modificadora do meio ambiente deverá ser mensurado tendo como fundamento de referência os seguintes tópicos:

- a descrição do projeto e suas alternativas;
- a determinação da área de influência;
- o diagnóstico ambiental da área de influência;
- a identificação e estimativa dos impactos ambientais;
- o estudo e definição de medidas mitigadoras;
- o programa de gerenciamento.

#### 4.2.4 Relatório de Impacto Ambiental - RIMA

O Relatório de Impacto Ambiental – RIMA – versará acerca das conclusões do EIA e deverá ser exposto de maneira objetiva e adequada à sua compreensão, em conformidade com o conteúdo mínimo previsto no artigo 9º da Resolução CONAMA no 001/86. As informações devem ser apresentadas e analisadas em linguagem acessível, apresentadas por meio de mapas, de cartas, de quadros, de gráficos e demais técnicas de contato visual, de maneira que se possam compreender os benefícios e malefícios do projeto, assim como todas as consequências ambientais de sua instauração. A finalização do relatório deve ter recomendações acerca da melhor alternativa para o empreendimento.

Todo o estudo de impacto ambiental é feito com o suporte e os conhecimentos conjuntos de uma equipe multidisciplinar competente que fica com a responsabilidade técnica dos resultados expostos. Todas as despesas relacionadas ao Estudo de Impacto Ambiental e à estruturação do Relatório de Impacto Ambiental são de inteira responsabilidade do proponente do projeto, que terá de direcionar no mínimo cinco cópias do RIMA ao órgão estadual responsável, ou em caráter supletivo ao IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis), para futura apreciação.

Mesmo que seja financiado pelo empreendedor, o Relatório de Impacto Ambiental constitui-se um documento público e as suas respectivas cópias ficam à disposição dos interessados nos centros de documentação ou bibliotecas do IBAMA ou do órgão estadual, visto que é uma peça fundamental para o licenciamento da atividade. Ao receber o RIMA, o órgão ambiental divulgará o prazo para o recebimento dos comentários a serem feitos pelos órgãos públicos e demais interessados e, sempre que julgar pertinente, ou quando for requerido pela comunidade, promoverá a execução de audiência pública para discussão do mesmo.

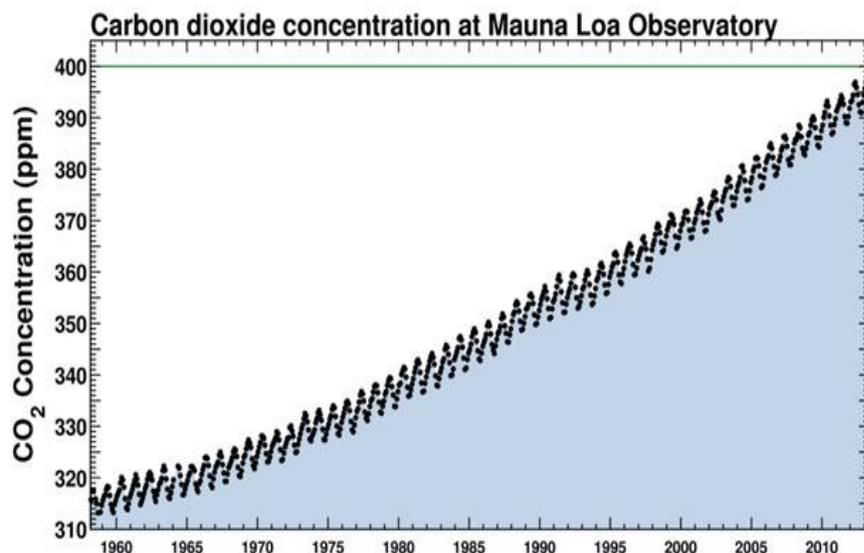
## 5 LIMITES DA EXPLORAÇÃO DO PETRÓLEO E A NECESSIDADE DE UM NOVO CENÁRIO ENERGÉTICO

É importante compreender que a grande busca por energia visualizada na sociedade contemporânea exige do planeta cada vez mais recursos naturais capazes de gerar energia para suprir os anseios energéticos globais. Esse panorama é complicado, uma vez que o homem está, ligeiramente, esgotando a capacidade do planeta de renovar os seus recursos.

A extração do petróleo do subsolo da Terra é uma técnica contrária ao mecanismo natural de deposição de matéria orgânica morta do planeta, uma vez que esse processo desestabiliza o confinamento natural de carbono no subsolo, que é responsável pela estabilidade da temperatura do planeta nos padrões necessários para a manutenção da vida.

A queima dos componentes oriundos do petróleo, os quais são frequentemente utilizados como combustíveis em veículos automotores, por exemplo, é responsável pela liberação de gases potencialmente prejudiciais para a atmosfera, como é o caso do dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), que, em 2013, ultrapassou “a marca de 400 ppm de gás carbônico no planeta, o limite que cientistas e ambientalistas consideram ‘seguro’ para evitar mudanças climáticas extremas” (CALIXTO, 2013), como pode ser observado na Figura 3.

Figura 3: Concentração de dióxido de carbono em Mauna Loa Observatory.



Fonte: CALIXTO, 2013.

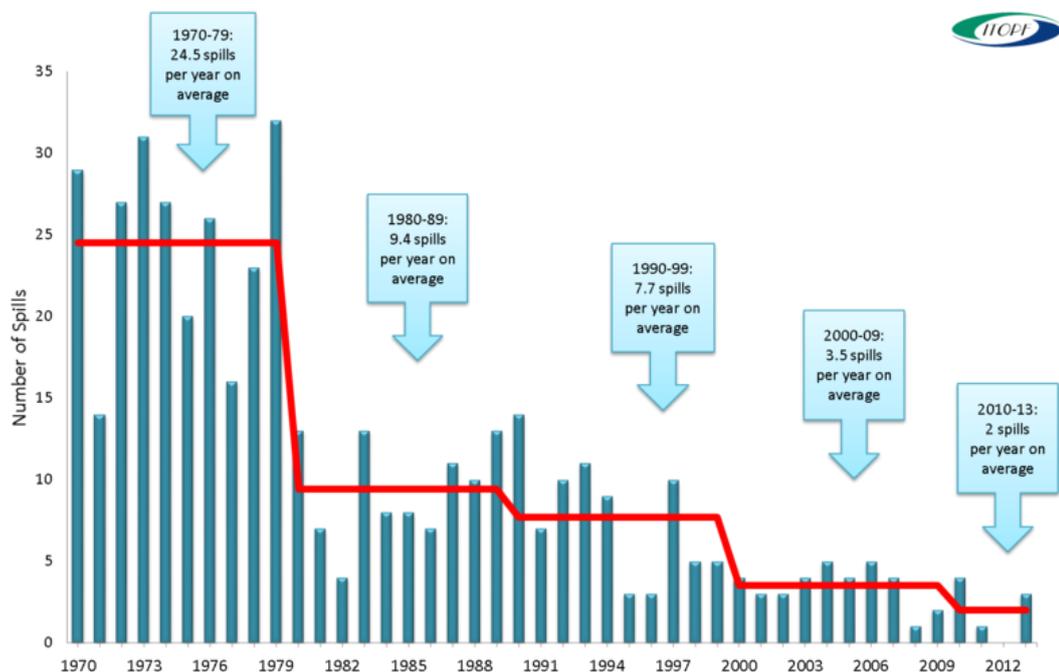
De acordo com Moreira (2007), o dióxido de carbono é um dos mais importantes gases de efeito estufa. Quando ele se encontra em grande quantidade na atmosfera, acumula-

se e dá origem a uma camada espessa que dificulta as transferências de calor do planeta, haja vista que os raios solares que incidem na crosta não conseguem, ao serem refletidos, ultrapassar e sair das camadas gasosas do planeta. Assim, o calor fica retido na Terra, ocasionando um aumento na temperatura média.

Os derramamentos de petróleo em plataformas *offshore* configuram-se em um impacto grave ao ambiente, pois o óleo provoca sérias alterações no metabolismo da fauna e flora marinha. Ademais, as aves marinhas acabam se afogando, uma vez que, por se tratar de um composto apolar, o petróleo mistura-se com a cera (apolar) que reveste as penas das aves, dissolvendo-a e, conseqüentemente, impedindo-as de mergulhar ou de voar.

Com o aperfeiçoamento das tecnologias responsáveis pela extração até a distribuição do petróleo, a quantidade de derramamentos por ano reduziu, porém ainda deixa muito a desejar. Isso pode ser facilmente observado na Figura 4.

Figura 4: Número de derramamentos grandes (> 700 toneladas) 1970-2013.



Fonte: ITOPI, 2013.

No ano de 2010, o vazamento de petróleo no Golfo do México causou um grande estrago no meio ambiente. Uma explosão na plataforma de petróleo arrendada pela empresa *British Petroleum* foi responsável pelo óbito de onze funcionários no Golfo do México. Dois dias depois, a plataforma imergiu na costa da Louisiana, sul dos Estados Unidos.

O sistema automático deveria ter fechado imediatamente uma válvula no fundo do mar, mas o equipamento de emergência falhou. E quando a plataforma afundou, a tampa do poço permaneceu aberta e o petróleo cru vazou. O derramamento de óleo prejudicou a fauna marinha, o turismo e a pesca na região.

O petróleo derramado no mar impede a penetração eficaz e a chegada da luz no fundo do mar, o que compromete a fotossíntese das algas, por exemplo, que são as principais produtoras de gás oxigênio, o qual é utilizado pelos seres que realizam respiração aeróbica e, dessa forma, desregula as teias alimentares, já que o processo fotossintético é inviabilizado, o que impede a produção do alimento base dos organismos.

Em virtude da sua extensão, o vazamento de petróleo no Golfo do México foi considerado o pior derramamento de petróleo da história dos EUA. A partir de então, um acidente ambiental sem precedentes chamou a atenção do mundo. Foram inúmeras as tentativas de fechar os focos de vazamento e muitos os fracassos. Somente três meses após, o vazamento foi controlado.

Porém, emergem algumas indagações que anseiam boas respostas: quantos desastres dessa magnitude o planeta Terra pode suportar? O que fazer para evitar acontecimentos trágicos dessa natureza?

No momento em que uma nova tecnologia é desenvolvida, também é preciso que se desenvolvam novos mecanismos para conter ou evitar possíveis acidentes que venham acontecer com o uso dela. Caso as companhias de petróleo continuem a forçar os limites da tecnologia para chegar até o petróleo, a possibilidade de que acidentes aconteçam aumentarão a cada dia.

É essencial recordar que é necessário apenas um acidente como esse para ter desastres que irão se perpetuar por gerações. Uma das formas de evitar que isso aconteça é variar as fontes energéticas, incluindo aquelas que o futuro sustentável que se deseja necessita.

Ao passo que a energia proveniente do petróleo trouxe benefícios para a humanidade, ela também cobra uma taxa muito cara do planeta. O derramamento de petróleo no Golfo do México mostrou o verdadeiro preço do vício por petróleo que a humanidade tem e a responsabilidade que é dividida com os usuários dessa energia.

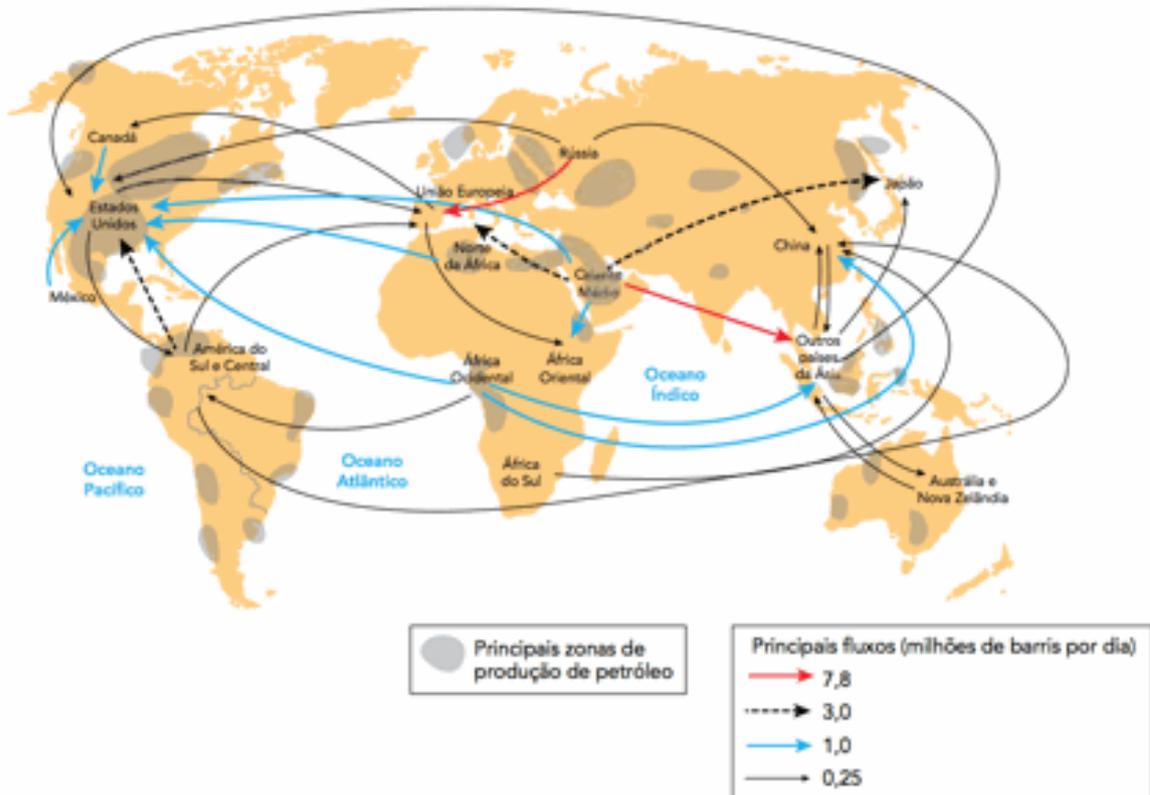
No presente, diversas regiões de exploração de petróleo ameaçam cobrir o mundo. Grande parte encontra-se no Golfo do México e no Mar do Norte (Figura 5). Algumas vezes, são áreas exploradas sem o cuidado necessário e mais companhias gastam cada vez mais dinheiro e assumem mais riscos para conseguir extrair as últimas gotas de petróleo. Eles

chegam a uma profundidade nunca antes explorada, indo a regiões cada vez mais remotas e intocadas para espremer a terra até o último barril de petróleo.

É importante perceber que os derramamentos de petróleo são muito impactantes do ponto de vista ambiental (Figura 6), mas muito mais prejudiciais do ponto de vista da sociedade, pois eles fizeram com que a sociedade cobrasse uma postura mais direta e consistente das empresas responsáveis no sentido de responder a esse tipo de anseio ambiental.

Vale mencionar, todavia, que, em vez de buscar a última gota de petróleo, poder-se-ia iniciar a construção um futuro com energia limpa. Um futuro em que os carros possam mover-se à energia elétrica. Um futuro regido pelo sol, pelo mar e pelo vento. Uma energia limpa que não tem fim. A humanidade tem o poder de escolher essa opção. Seria esse o triunfo para além do petróleo.

Figura 5: Principais zonas de exploração de petróleo e os principais fluxos de transporte.



Fonte: Adaptado de DURAND, 2009.

Figura 6: Vazamento de Petróleo no Golfo do México.



Fonte: G1 Portal de Notícias, 2011.

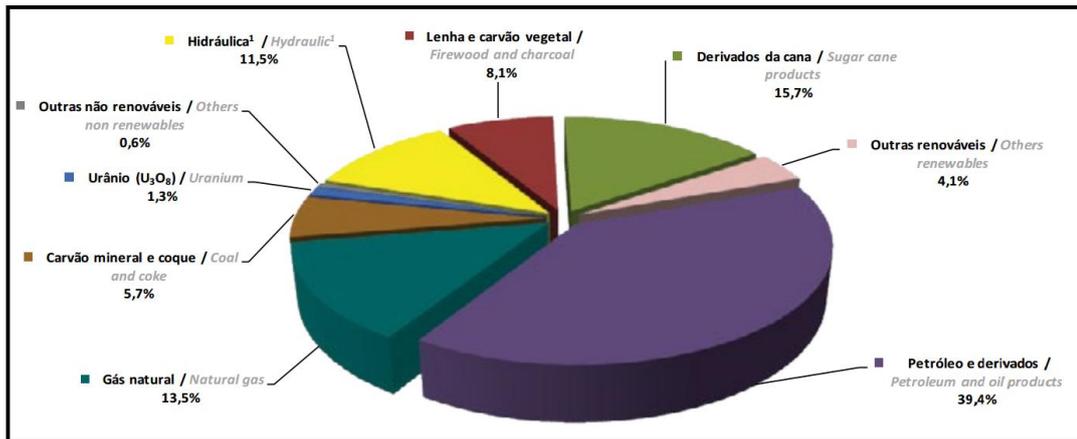
## 5.1 FONTES DE ENERGIA RENOVÁVEIS

Sacramento (2007) menciona que “a crescente demanda energética mundial, juntamente com a limitação na produção de petróleo, tem levado a uma busca por novas fontes alternativas de energia, como a solar, eólica, as PCH's (Pequenas Centrais Hidrelétricas) e a biomassa”, uma vez que não são fontes energéticas significativamente poluidoras. Portanto, é primordial que se diversifique a matriz energética mundial atual, a qual é profundamente ainda dependente de fontes como o petróleo (Figura 7 e Figura 8).

No entanto, “os custos para implantação de tecnologias para o devido aproveitamento dessas fontes ainda são altos, relativamente aos dos combustíveis fósseis, mas espera-se uma viabilidade destas em virtude dos aumentos dos preços da energia produzida a partir de insumos fósseis” (SACRAMENTO, 2007).

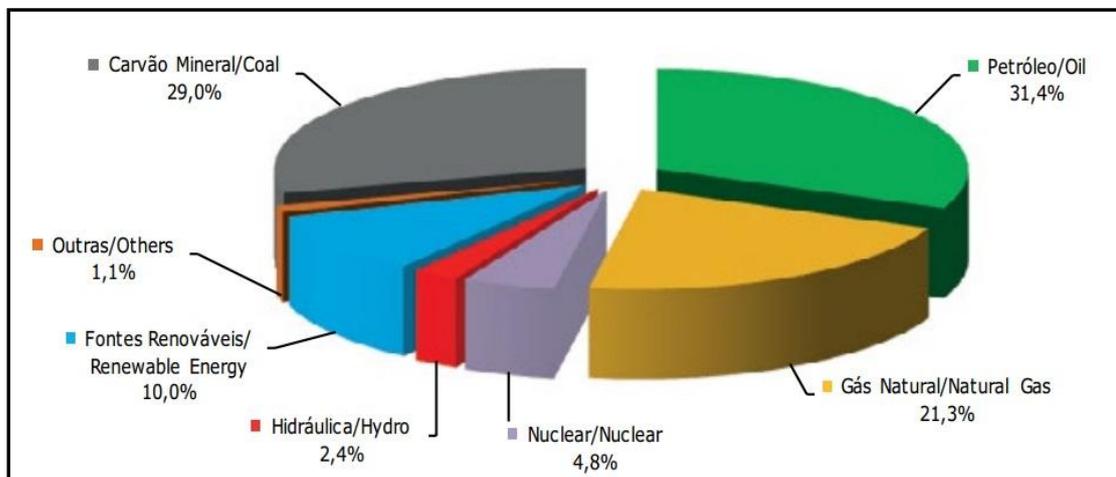
Nesse viés, as grandes empresas da indústria do petróleo já não são ditas DE PETRÓLEO, mas sim DE ENERGIA. A PETROBRAS, por exemplo, já conta com um importante segmento voltado para as fontes de energias alternativas. É nesse caminhar que a sociedade global está se guiando para a estruturação de um mundo ambientalmente sustentável.

Figura 7: Oferta Interna de Energia



Fonte: BEN, 2015.

Figura 8: Oferta Mundial de Energia



Fonte: BEN, 2015.

## 5.2 DESTAQUE DA CÉLULA DE HIDROGÊNIO

Diversos estudiosos têm o hidrogênio como sendo o elemento químico (o mais abundante, inclusive) capaz de produzir a energia futura que a humanidade precisa. “Ele poderia ser extraído da água do mar, entre outras possibilidades, para substituir o petróleo com vantagens imensas. Primeiro, por ser uma fonte inesgotável de energia. Segundo, porque ‘queimar’, no dicionário da química, é sinônimo de ‘combinar com oxigênio’. O que gera, de novo, água – único resíduo deixado pela queima do hidrogênio.” (DIEGUEZ, 2001).

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É notável que o petróleo seja uma fonte de energia primordial para os seres humanos. Contudo, em decorrência dos danos ambientais oriundos da sua exploração, o petróleo configura-se como um recurso insustentável.

Diante desse panorama, a inviabilidade do petróleo enquanto fonte de energia abre caminhos para fontes renováveis, como a energia solar, a biomassa, a eólica e, em especial, o hidrogênio, pois se configuram como recursos existentes na natureza que podem produzir energia sem gerar impactos negativos significativos no meio ambiente.

As células de hidrogênio destacam-se como fonte energética a ser empregada na sociedade contemporânea em virtude da abundância do hidrogênio, assim como em decorrência do resíduo gerado com o seu uso como fonte energética, que é a água (H<sub>2</sub>O).

Nessa perspectiva, com essa ideia, o conceito de desenvolvimento sustentável poderá transcender o papel e alcançar a realidade, promover o desenvolvimento sem prejuízos para as atuais e futuras gerações.

## 7.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: meio ambiente, saúde**. Brasília: 1997.

CALIXTO, B. Concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera atinge marca recorde. **Revista Época**, 2001.

DIEGUEZ, F. O mundo sem petróleo. **Revista Superinteressante**, 2001.

DURAND, M. et al. **Atlas da mundialização: compreender o espaço mundial contemporâneo**. São Paulo: Saraiva, 2009.

LEAL, L. Grupo de pescadores do Golfo consegue enriquecer após acidente envolvendo BP. **Revista Economia UOL**, 2011.

FOGAÇA, Jennifer Rocha Vargas. **Refinamento do petróleo**; *Brasil Escola*. Disponível em <<http://brasilecola.uol.com.br/quimica/refinamento-petroleo.htm>>. Acesso em 31 de maio de 2016.

MARIANO, J. B. **Proposta de metodologia de avaliação integrada de riscos e impactos ambientais para estudos de avaliação ambiental estratégica do setor de petróleo e gás natural em áreas offshore**. 2007. Tese (Doutorado em Engenharia). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

BEN - Balanço Energético Nacional. Ministério de Minas e Energia. **Balanço Energético Nacional 2015**. Disponível em: <<https://ben.epe.gov.br/>>. Acesso em 18 de maio de 2016.

MORAIS, J. de. **Petróleo em águas profundas: uma história tecnológica da Petrobras na exploração e produção offshore**. Brasília: Ipea, 2013.

MOREIRA O. C. L. **Comparação entre os poluentes atmosféricos e ruídos emitidos por uma caldeira flamotubular movida a gás natural e óleo combustível BPF 2A**. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Ambientais). UFMS. Campo Grande, 2007.

SACRAMENTO, E. M. **Um Sistema de Energia a Hidrogênio-Solar-Eólico para o Estado do Ceará**. Dissertação (Mestrado em Ciências Físicas Aplicadas). UECE. Fortaleza, 2007.

ITOPF - The International Tanker Owners Pollution Federation Limited. **Oil Tanker Spill Statistics 2013**. Disponível em: <[http://www.itopf.com/fileadmin/data/Documents/Company\\_Lit/OilSpillstats\\_2013.pdf](http://www.itopf.com/fileadmin/data/Documents/Company_Lit/OilSpillstats_2013.pdf)>. Acesso em 21 de abril de 2016.

PERALTA, E. **Curso de evaluación ambiental**. Apostila. 43 p. 1997

ACIESP. **Glossário de Ecologia**. São Paulo: ACIESP/CNPq/FAPESP, Publicação Acadêmica de Ciências de São Paulo, n. 57, 1987.

G1 Portal de Notícias, Disponível em: <http://g1.globo.com/natureza/noticia/2011/09/eua-atribuem-vazamento-no-golfo-do-mexico-mas-decisoes-da-bp.html>. Acesso em 31 de Maio de 2016.