

Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”
LEB 244 – Recursos Energéticos e Ambiente

Petróleo

Piracicaba, 2013

Índice

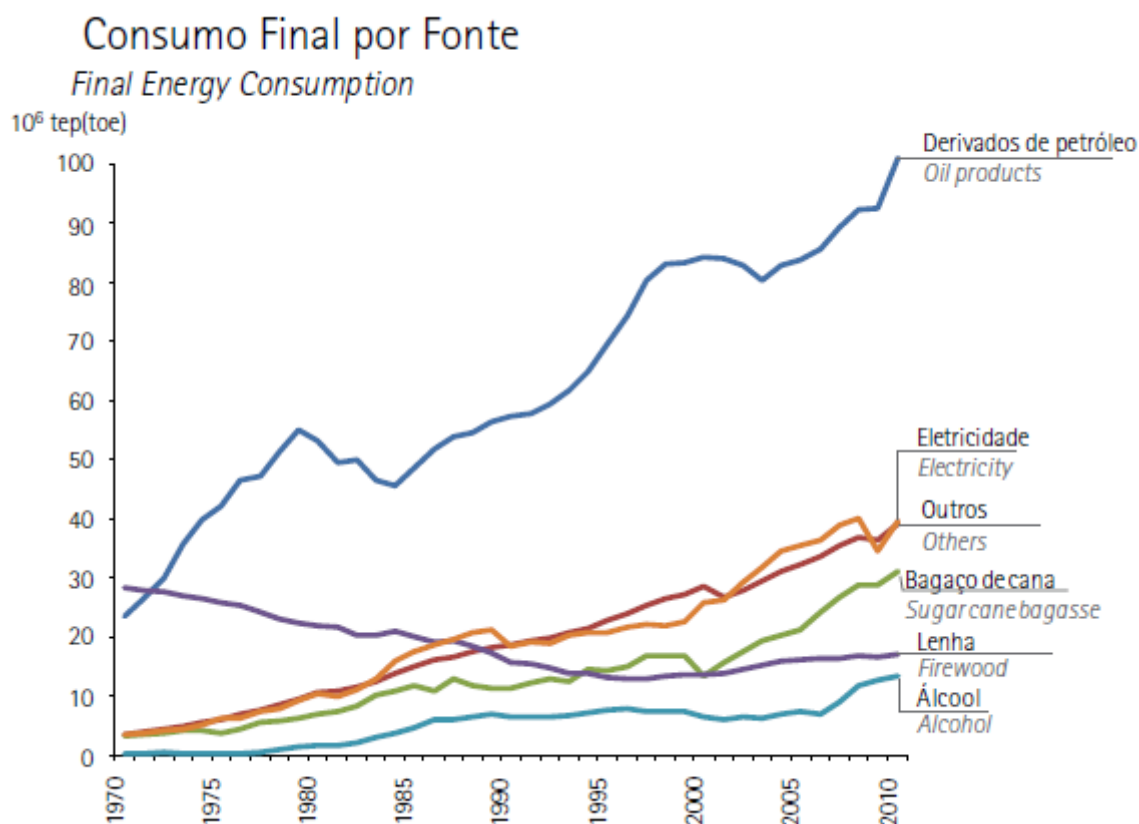
INTRODUÇÃO	2
1. CONCEITO DE PETRÓLEO E A QUESTÃO AMBIENTAL	3
2. HISTÓRICO	4
3. O PROCESSO DE OBTENÇÃO	6
3.1. Exploração e Produção	6
3.1.1. Exploração	6
3.1.2 Perfuração: Sondas e Plataformas	7
3.2. Extração e Produção	10
3.2.1. Refino	12
3.2. Transporte e armazenamento	14
3.3. Distribuição	14
4. USO DE DERIVADOS DE PETRÓLEO NA GERAÇÃO DE ELETRICIDADE	15
5. PANORAMA MUNDIAL	16
5.1. Evolução da produção de energia primária no mundo	17
6. PANORAMA BRASILEIRO	21
6.1. Reservas	23
6.2 Custo de Extração	24
6.3. Participação na Matriz Energética	25
6.4 PRÉ-SAL	26
7. VANTAGES E DESVANTAGENS	28
7.1. VANTAGENS.	28
7.2. DESVANTAGENS	29
8. VIABILIDADE ECONOMICA	33
8.1. Caso da Camada Pré-Sal – visão financeira	34
9. LEGISLAÇÃO	34
CONSIDERAÇÕES FINAIS	35

INTRODUÇÃO

A humanidade sempre se utilizou de fontes diversas de energia para sobreviver, desde a descoberta do fogo até a atualidade, no entanto, muitas coisas mudaram, tanto no padrão de vida como nos avanços tecnológicos que se tem para obtenção de energia de diversas fontes.

Uma das fontes que despontou desde o início da era industrial para todas as sociedades inclusas nessa cultura e hoje é classificada como matriz energética mundial é o petróleo. Este é um combustível fóssil, e por isso, altamente poluente dada às condições de seu uso atual. A questão em torno do uso de recursos energéticos é bastante abrangente e envolve diversas análises para que seja compreendida de forma mais pertinente. Questões desde aumento populacional, disponibilidade de fontes, tecnologias empregadas para uso de recursos energéticos, interesses comerciais, padrão de consumo etc. devem ser observados para poder entender como que essa consagrada fonte energética se encaixa dentro do atual contexto dos problemas socioambientais.

A imagem abaixo destaca o consumo de petróleo em âmbito nacional, embora este panorama seja semelhante nas áreas ditas desenvolvidas do mundo, como nos EUA:



1. CONCEITO DE PETRÓLEO E A QUESTÃO AMBIENTAL

O petróleo é um composto combustível formado a partir de matéria orgânica após milênios de decomposição sob determinadas condições de pressão e temperatura, sua composição é basicamente de hidrocarbonetos, e a ciclagem desses nutrientes no sistema Terra se enquadra no que muitos autores definem como ciclo longo do carbono, o que faz com que o petróleo, ao lado de outras fontes de energia, ganhe o nome de combustível fóssil. Esse ciclo longo do carbono compreende as transformações do elemento em eras geológicas, ao contrário do ciclo curto, que ocorre todo dia na dinâmica de respiração e fotossíntese associada à presença de carbono na atmosfera.

É nesse contexto que a queima do petróleo e liberação dessa enorme quantidade de carbono no ar para a utilização da energia liberada, assim como para a obtenção de subprodutos, leva a problemas ambientais. Ocorre que a liberação de grande quantidade de compostos de carbono na atmosfera- que estariam “imobilizados” na Terra-afeta o balanço global do carbono. Os compostos que são queimados do petróleo e outros dos chamados combustíveis fósseis são liberados de sua “dormência” e entram no chamado ciclo curto, alterando-o de forma drástica, aumentando concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera e afetando os padrões climáticos do planeta.

O petróleo, apesar da problemática ambiental, continua sendo o principal combustível a ser utilizado pelo mundo industrializado, e nesse contexto, é importante fazer a análise dos motivos dessa adoção.

Muitas das causas são econômicas, uma vez que o petróleo ainda é inegavelmente mais viável do que as demais formas de energia, de acordo com Oliveira (2002), o custo da tecnologia necessária para sua extração varia entre US\$ 1 por barril em campos de grande abundância e facilidade, como na Arábia Saudita e cerca de US\$ 18 nas Bacias terrestres na Bahia.

Quando se trata de energia elétrica, outras formas mais limpas e de grande quantidade disponível exigem altos investimentos em tecnologia, como se observa nas instalações de usinas para energia solar ou eólica, que consomem milhares e até milhões de dólares para uma produção ainda pouco eficiente e exigem áreas muito específicas e amplas para sua instalação.

No que se refere a combustíveis líquidos, observa-se bons avanços na área dos biocombustíveis, que apesar de não serem 100% “limpos”, trariam menores índices de emissões de carbono, além de serem renováveis. Neste assunto cabem ainda inúmeros questionamentos sociais relacionados à produção em grande escala dos mesmos, mas que não se aplicam neste contexto.

No Brasil, tem-se visto um grande crescimento na produção e utilização de alguns

tipos de biocombustíveis específicos, como o etanol e o biodiesel, há aqui um grande investimento, e um dos fatores que o justifica é fato de que a frota de veículos movidos à gasolina e diesel ser “estimada em cerca de 36 milhões de veículos, incluindo automóveis, veículos comerciais leves, ônibus, caminhões e motocicletas” (CORREA, 2010). E tal volume é extremamente representativo nos resultados que se referem às emissões brasileiras de CO₂.

De acordo com dados do 1º Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários da Agência Nacional de Petróleo no Rio de Janeiro (2010), o setor de transportes rodoviários é o causador da maior parte das emissões de gases poluentes e CO₂, correspondendo a 90% do total, sendo conseqüentemente, o grande responsável pela piora na qualidade do ar. Nota-se, deste modo, cada vez mais urgente o aumento na qualidade e utilização de tais tecnologias para que nossas reduções atinjam patamares cada vez maiores e possamos depender cada vez menos de derivados do petróleo.

Não se discute esta independência do petróleo apenas com base em discursos que afirmam como certo o seu fim iminente, mas sim pelo fato de que se sabe que existe petróleo, mas é fato que sua extração se torna cada vez mais difícil e cedo ou tarde seus custos serão elevados demais para que se prossiga com tal prática. Defende-se aqui, estimando que haja um aumento cada vez mais significativo no preço deste recurso, que quanto antes um país desenvolver e difundir tecnologias independentes de petróleo, menor será o impacto econômico sofrido no futuro.

2. HISTÓRICO

O petróleo era conhecido já na antiguidade, devido a exsudações e afloramentos frequentes no Oriente Médio, no Antigo Testamento, é mencionado diversas vezes, e estudos arqueológicos demonstram que foi utilizado há quase seis mil anos. No início da era cristã, os árabes davam ao petróleo fins bélicos e de iluminação, o petróleo de Baku, no Azerbaijão, já era produzido em escala comercial, para os padrões da época, quando Marco Polo viajou pelo norte da Pérsia, em 1271.

A moderna indústria petrolífera data de meados do século XIX, em 1850, na Escócia, James Young descobriu que o petróleo podia ser extraído do carvão e xisto betuminoso, e criou processos de refinação. Em agosto de 1859 o americano Edwin Laurentine Drake, perfurou o primeiro poço para a procura do petróleo, na Pensilvânia. O poço revelou-se produtor e a data passou a ser considerada a do nascimento da moderna indústria petrolífera. A produção de óleo cru nos Estados Unidos, de dois mil barris em 1859,

aumentou para aproximadamente três milhões em 1863, e para dez milhões de barris em 1874.

Até o final do século XIX, os Estados Unidos dominaram praticamente sozinhos o comércio mundial de petróleo, devido em grande parte à atuação do empresário John D. Rockefeller. A supremacia americana só era ameaçada, nas últimas décadas do século XIX, pela produção de óleo nas jazidas do Cáucaso, exploradas pelo grupo Nobel, com capital russo e sueco, em 1901 uma área de poucos quilômetros quadrados na península de Apsheron, junto ao mar Cáspio, produziu 11,7 milhões de toneladas, no mesmo ano em que os Estados Unidos registravam uma produção de 9,5 milhões de toneladas, o resto do mundo produziu, ao todo, 1,7 milhão de toneladas (Centro e Ensino e Pesquisa Aplicada – Instituto Física USP).

Outra empresa, a Royal DutchShell Group, de capital anglo-holandesa e apoiada pelo governo britânico, expandiu-se rapidamente no início do século XX, e passou a controlar a maior parte das reservas conhecidas do Oriente Médio, mais tarde, a empresa passou a investir na Califórnia e no México, e entrou na Venezuela. Paralelamente, companhias europeias realizaram intensas pesquisas em todo o Oriente Médio, e a comprovação de que região dispunha de cerca de setenta por cento das reservas mundiais provocou reviravolta em todos os planos de exploração.

A primeira guerra mundial pôs em evidência a importância estratégica do petróleo, pela primeira vez foi usado o submarino com motor diesel, e o avião surgiu como nova arma. A transformação do petróleo em material de guerra e o uso generalizado de seus derivados era a época em que a indústria automobilística começava a ganhar corpo fizeram com que o controle do suprimento se tornasse questão de interesse nacional, o governo americano passou a incentivar empresas do país a operarem no exterior.

A história do petróleo no Brasil começou no ano de 1858, quando o Marquês de Olinda concedeu a José de Barros Pimentel o direito de extrair betume em terrenos situados nas margens do rio Marau, na Bahia.

Em 1930, depois de vários poços perfurados sem sucesso em alguns estados brasileiros, o engenheiro agrônomo Manoel Inácio Bastos tomou conhecimento que os moradores de Lobato, na Bahia, usavam uma "lama preta", oleosa, para iluminar suas residências. A partir desta informação, realizou várias pesquisas e coletas de amostras da lama oleosa, contudo não obteve êxito em chamar a atenção de pessoas influentes, sendo considerado "maníaco". Manoel Inácio Bastos não desistiu e, no ano de 1932, foi recebido pelo presidente Getúlio Vargas, no Rio de Janeiro. Na ocasião, o engenheiro agrônomo entregou ao presidente da República um relatório sobre a presença da substância em Lobato.

3. O PROCESSO DE OBTENÇÃO

Os processos envolvidos na produção do petróleo, desde a exploração até a distribuição, estão apresentados abaixo.

3.1. Exploração e Produção

3.1.1. Exploração

O ponto de partida na busca do petróleo é a exploração que realiza os estudos preliminares para a localização de uma jazida. Para identificar o petróleo nos poros das rochas e decidir a melhor forma de extraí-lo das grandes profundidades na terra e no mar, o homem utiliza os conhecimentos de duas ciências: a Geologia e a Geofísica.

A Geologia realiza estudos na superfície que permitem um exame detalhado das camadas de rochas onde possa haver acumulação de petróleo. A Geofísica, mediante o emprego de certos princípios da física, faz uma verdadeira radiografia do subsolo.

Um dos métodos mais utilizados por essa ciência é o da sísmica, que compreende verdadeiros terremotos artificiais, provocados, quase sempre, por meio de explosivos, produzindo ondas que se chocam contra a crosta terrestre e voltam à superfície, sendo captadas por instrumentos que registram determinadas informações sobre o subsolo. Tanto a emissão destas ondas sísmicas como a captação delas é feita, em região offshore, principalmente por navios de pesquisa, aparelhados para tal finalidade.

Após o conhecimento adquirido por essas duas ciências, os pesquisadores montam um painel de conhecimentos sobre a espessura, profundidade e comportamento das camadas das rochas sedimentares que é o refúgio do petróleo e do gás. Esses conhecimentos levam à definição do melhor ponto para a perfuração do solo, embora ainda não seja possível nesta fase afirmar com segurança se há petróleo no subsolo.

A prática de exploração em determinadas áreas também pode causar impactos negativos, sejam de natureza social, cultural ou ambiental.

A exploração de áreas, como já explicado anteriormente, utiliza-se de ondas sísmicas, que podem ser fatais para espécies de peixes, mamíferos marinhos ou flora marinha, além de destruir de micro-habitat, como cavernas, grutas submarinas e recife de corais. O contato da tecnologia em áreas remotas que abrigam tribos indígenas, por exemplo, pode causar confronto direto entre pesquisadores e índios, como já ocorreu na década de 70, durante exploração de uma área no alto Amazonas, aonde ocorreu danos irreversíveis a cultura indígena, vida e natureza local, já que os pesquisadores responderam a agressão indígena com o uso de dinamites.

Embora tais impactos sejam pequenos pertos dos riscos que serão descritos a seguir, não são menos importantes.

3.1.2 Perfuração: Sondas e Plataformas

A perfuração é a segunda etapa na busca de petróleo, ela ocorre em locais previamente determinados pelas pesquisas geológicas e geofísicas. Para realizá-la, perfura-se um poço - o pioneiro - mediante o uso de uma sonda.

Comprovada a existência do petróleo, outros poços serão perfurados para se avaliar a extensão da jazida. Essa informação é que vai determinar se é comercialmente viável ou não, produzir o petróleo descoberto.

Caso a análise seja positiva, o número de poços perfurados forma um campo de petróleo - poço de desenvolvimento. Como o tempo de vida útil de um campo de petróleo é de cerca de 30 anos, a extração é feita de forma racional para que esse período não seja reduzido.

O Brasil domina a tecnologia de perfuração submarina em águas profundas - acima de 400 metros- e ultraprofundas - acima de 2.000 metros-, sendo o recorde nacional um poço exploratório perfurado em lâmina d'água de 2.853 metros, no mar da Bacia de Campos.

Sondas

As sondas utilizadas na perfuração de poços de petróleo são classificadas de acordo com sua utilização como terrestres ou marítimas.

Se a perfuração ocorrer em terra - conhecida como onshore -, o equipamento utilizado possui brocas que giram para romper a rocha, trazendo até a superfície o material extraído do subsolo, as brocas, para fins de conservação e facilidade na perfuração, necessitam de grande quantidade de água no contato broca-rocha. Essa água é proveniente de fontes de água com vazão adequada ou de poços escavados.

As sondas de perfuração terrestres são semelhantes entre si, uma das variáveis é o transporte para chegar ao local a ser perfurado: nos de fácil acesso, é feito por estradas, enquanto que nos mais difíceis, como, por exemplo, ilhas ou florestas, há a necessidade de embarcações ou helicópteros. Em outros casos, pode ocorrer a construção de estradas para que haja acesso até o campo de perfuração e futura extração.

A prática de perfuração e escavação em continente pode causar danos aonde atua, desde a construção de estradas para chegar até o local de exploração, passando pelo uso de água local até a perfuração em si.

As estradas podem cortar áreas de interesse ambiental, danificando sua fauna e

flora, ou afetar populações próximas, causando transtorno. O uso de água, com a falta de fiscalização pode ser indiscriminado, levando a diminuição da vazão de um rio, utilizado pela população próxima para diversos fins. A perfuração gera lama e placas de rochas, além de diversos compostos tóxicos provenientes do metal da broca, que devem ser descartados em algum local longe de áreas ecologicamente sensíveis ou enterrados em fossas escavadas.

O sistema de perfuração marítima, offshore, segue os mesmos moldes da terrestre, contudo, as sondas marítimas diferem entre si por se adequarem às diferentes profundidades em que atuam.

Durante a perfuração marinha são descartados fluidos de perfuração e diversos minerais, lama e compostos tóxicos como metais pesados provenientes das brocas que são voltados até a estação de perfuração, mas nem todo este material é manejado devidamente, e grande quantidade volta às águas.

Esses materiais podem soterrar o leito submarino, matando fauna e flora marinha presente, além de contaminação química da água, podendo ser letais a muitas espécies.

Esses equipamentos, para realizar a perfuração offshore, são instalados em plataformas fixas, móveis ou sobre navios.

Plataformas Fixas

São instaladas em campos localizados em lâminas d'água de até 200 metros, elas possuem a vantagem de serem completamente estáveis até nas piores condições do mar.

Em todo o mundo, essas plataformas utilizam, com maior frequência, estruturas moduladas de aço - a outra opção é o concreto, a instalação dos equipamentos no local de operação é feita com estacas cravadas no solo marinho.

As plataformas são projetadas para receber todos os equipamentos de perfuração, estocagem de material, alojamento de pessoal e todas as instalações necessárias para a produção dos poços de petróleo. Este tipo de plataforma deve ser muito bem projetada, para atender a demanda de produção de gás e petróleo e resistir às condições que irá enfrentar.

Plataformas móveis

Auto eleváveis: Plataforma marítima com três ou mais pernas de tamanho variável, que pode ser posicionada em locais de diferentes profundidades, em lâminas d'água entre 5 e 130 metros - na zona situada entre a praia e o início dos abismos oceânicos. O sistema é composto por uma balsa de casco chato e largo, triangular ou retangular, que suporta as pernas, o transporte da plataforma até o local de perfuração dos poços exploratórios é feito por rebocadores ou por propulsão própria.

Quando chegam ao local, suas pernas são arriadas lentamente, por meio de macacos hidráulicos ou elétricos, até o fundo do mar. Seu casco fica acima do nível da

água, a uma altura segura e fora da ação das ondas.

Semi-submersíveis: plataformas flutuantes constituídas de uma estrutura de um ou mais conveses. O apoio é feito por flutuadores submersos que sofrem movimentação devido à ação das ondas, ventos e correntezas. Este tipo de plataforma fica situado na superfície do mar para que sofra menor impacto das condições impostas por ele. Além disso, possui um sistema de ancoragem ou de posicionamento dinâmico.

Ancoragem: esse sistema restaura o posicionamento original pela ação de 8 a 12 âncoras e cabos (e/ou correntes) fixados no fundo do mar e que funcionam como molas, produzindo esforço capaz de reagir ao efeito das ondas, ventos ou correntezas.

Posicionamento dinâmico: as plataformas que utilizam esse sistema não possuem ligação física com o fundo do mar, exceto pelos equipamentos de perfuração, elas possuem sensores acústicos que identificam a deriva. A restauração da sua posição flutuante é feita por propulsores presentes no seu casco, acionados por computador.

A profundidade de operação das plataformas que apresentam sistema de ancoragem é limitada, enquanto que as que utilizam o posicionamento dinâmico podem perfurar em águas de cerca de 500 metros de profundidade.

Plataforma de pernas atirantadas: unidades flutuantes que possuem estrutura semelhante à da plataforma semi-submersível, a diferença entre elas ocorre no sistema de ancoragem no fundo do mar. A ancoragem é feita por meio de estruturas tubulares, com tendões fixos no fundo do mar por estacas e mantidos esticados pelo excesso de flutuação da plataforma, esse sistema proporciona uma maior estabilidade da plataforma porque diminui drasticamente os seus movimentos. Com isso, as operações de perfuração e produção se assemelham às executadas em plataformas fixas.

Navios-Sonda

São navios projetados para explorar poços submarinos situados em águas muito profundas, eles possuem uma abertura no centro do casco por onde passa a coluna de perfuração.

Da mesma forma que as plataformas semi-submersíveis, os navios mais modernos são equipados com sistemas de posicionamento dinâmico. Por meio de sensores acústicos, propulsores e computadores, são anulados os efeitos do vento, ondas e correntezas, que geralmente deslocam o navio de sua posição.

A utilização dos navios-sonda em perfurações proporciona algumas vantagens em relação aos outros tipos de plataformas: grande capacidade de estocagem, perfuração de poços em qualquer profundidade e operação sem a necessidade de barcos de apoio ou de serviços.

Plataformas tipo FPSO: Os FPSOs (Floating, Production, Storage and Offloading) são navios com capacidade para processar e armazenar o petróleo, e prover a transferência do petróleo e/ou gás natural. No convés do navio, é instalada uma planta de processo para separar e tratar os fluidos produzidos pelos poços, depois de separado da água e do gás, o petróleo é armazenado nos tanques do próprio navio, sendo transferido para um navio “aliviador” de tempos em tempos. O navio aliviador é um petroleiro que atraca na popa da FPSO para receber petróleo que foi armazenado em seus tanques e transportá-lo para terra. O gás comprimido é enviado para terra através de gasodutos e/ou reinjetado no reservatório. Os maiores FPSOs têm sua capacidade de processo em torno de 200 mil barris de petróleo por dia, com produção associada de gás de aproximadamente 2 milhões de metros cúbicos por dia.

Em qualquer que seja o tipo de plataformas ou navios utilizados para perfuração de poços, existe a necessidade de suporte aos trabalhadores, de gestão de resíduos, água, luz, abrigo, alimentação dentre outros. Embora muitos padrões e medidas de controle de impactos sejam adotadas, nem sempre tudo ocorre como deveria. Uma plataforma é constante fonte de derramamentos de resíduos ou petróleo de forma operacional e acidental. Evidencia-se um gradiente de poluição da água conforme a proximidade da instalação.

3.2. Extração e Produção

A fase de extração do petróleo começa após a avaliação da extensão da jazida, em cada poço é introduzida uma tubulação de aço na superfície até o fundo, chamada de revestimento.

O espaço entre as rochas perfuradas e o revestimento é preenchido com cimento para impedir a comunicação entre as várias zonas porosas que foram atravessadas pelo poço. O passo seguinte é descer o canhão pelo interior da tubulação de aço. Essa ferramenta perfura o revestimento e o cimento criando uma comunicação entre a jazida e o interior do poço.

Os fluidos que migram da rocha geradora são extraídos através de uma coluna de produção - tubulação de menor diâmetro introduzida no revestimento, enquanto que o controle da vazão espontânea desses fluidos é realizado pela árvore de natal - nome dado ao equipamento composto por um conjunto de válvulas instalado na superfície do poço.

Quando o óleo não consegue ser extraído dos poços pelos processos naturais (surgência) e artificiais (elevação artificial), é utilizada a recuperação secundária, cujo objetivo é também maximizar o volume de petróleo a ser produzido das jazidas (extraído).

Nos poços surgentes, o óleo chega à superfície espontaneamente impelido pela

pressão interna dos gases, em outros, como a pressão interna é reduzida, são necessários processos mecânicos que suprem a pressão dos gases no reservatório, isto é, eles elevam artificialmente a pressão interna dos gases. Enquanto os processos de elevação artificial têm como objetivo maximizar o volume de petróleo a ser extraído. Os mais utilizados na indústria de petróleo são: bombeio mecânico, bombeio por cavidades progressivas, bombeio centrífugo submerso, bombeio hidráulico e elevação pneumática ou gás-lift.

A recuperação secundária pode ser realizada por técnicas tradicionais que são a injeção de água (ou de gás) ou através de técnicas mais sofisticadas, como por exemplo, a injeção de gás carbônico e de polímeros, entre outras.

Ao se descobrir petróleo, pode-se encontrar também gás natural. Isso acontece principalmente nas bacias sedimentares brasileiras, na qual o gás aparece dissolvido no petróleo. Este duplo achado recebe o nome de gás associado ao petróleo.

Todo este processo está intimamente ligado à plataforma de extração e produção de petróleo. Nessa fase em que cuidados devem ser tomados e manutenção e monitoramento de todo o equipamento necessário devem ser feitos com muita cautela e sistemática, para evitar desgaste da aparelhagem, levando à ocorrência de um desastre ecológico por vazamento de óleo ou riscos a vida dos trabalhadores.

O primeiro grande desastre em plataformas extratoras de petróleo no Brasil foi em agosto de 1984, quando um vazamento de gás na plataforma de Enchova da Petrobras, na Bacia de Campos, Rio de Janeiro, causou um incêndio na instalação, causando a morte de 37 tripulantes.

Ironicamente, no mês de março de 2001, pelo mesmo motivo de vazamento de gás, três explosões ocorreram em um pilar de sustentação da plataforma P-36, também na Bacia de Campos. A plataforma era a maior do mundo em capacidade de produção de petróleo (80.000 barris por dia, cerca de 6% da produção nacional na época). Com apenas 1 ano de funcionamento, a plataforma, devido às explosões e incêndios, afundou, levando consigo 430 bilhões de reais em investimento. Não houve vazamento de óleo nesta catástrofe, pois o fechamento de válvulas de emergência foi realizado.

No caso de extração de petróleo offshore, distante da costa, existe um reservatório flutuante, para aonde o petróleo produzido pela plataforma é enviado e armazenado, para depois ser passado a navios petroleiros.

Em outros campos de produção em terra ou no mar, o petróleo e o gás seguem para o parque de armazenamento, onde ficam estocados. Este parque é uma grande área na qual se encontram instalados diversos tanques que se interligam por meio de tubulações.

3.2.1. Refino

O óleo cru extraído do poço não tem aplicação direta, sua utilização ocorre por meio de seus derivados. Para que isso ocorra, o petróleo é fracionado em seus diversos componentes através do refino ou destilação fracionada.

Este processo aproveita os diferentes pontos de ebulição das substâncias que compõem o petróleo, separando-as e convertendo em produtos finais.

Os derivados mais conhecidos são: gás liquefeito (GLP) ou gás de cozinha, gasolinas, naftas, óleo diesel, querosenes de aviação e de iluminação, óleos combustíveis, asfaltos, lubrificantes, combustíveis marítimos, solventes, parafinas, coque de petróleo.

As parcelas de cada produto obtido no refino dependem de uma série de variáveis: da qualidade do petróleo que está sendo processado e da estrutura da refinaria - sua complexidade, unidades e mercado em que atua.

Qualidade do Petróleo

Conhecer a qualidade do petróleo que vai ser destilado é imprescindível para os processos de refino, porque, dependendo da sua composição química e do seu aspecto, serão produzidos tipos distintos de derivados em proporções diferentes.

Petróleo mais leve produz maior volume de gasolina, GLP e naftas (produtos leves); qualidades mais pesadas produzem mais óleos combustíveis e asfaltos; tipos com densidade intermediária produzem derivados médios, como o óleo diesel e o querosene, por exemplo. Para se analisar a qualidade deve-se levar em conta alguns aspectos: o tipo de solo de onde o petróleo foi extraído e a natureza da matéria orgânica que lhe deu origem são fatores determinantes na variação da composição química, densidade e coloração do petróleo.

O processamento do petróleo mais pesado, como o encontrado no Brasil, requer uma capacidade maior das unidades para converter as frações em combustíveis nobres.

Os processos normalmente empregados nas refinarias modernas para o processamento do petróleo (óleo cru) são: destilação, cracking ou craqueamento, polimerização, alquilação, dessulfurização, dessalinização, desidratação e hidrogenação.

Destilação atmosférica e destilação a vácuo

A primeira etapa do processo de refino é a destilação atmosférica, o petróleo é aquecido e fracionado em uma torre que possui pratos perfurados em várias alturas. Como a parte inferior da torre é mais quente, os hidrocarbonetos gasosos sobem e se condensam ao passarem pelos pratos.

Nessa etapa são extraídos, por ordem crescente de densidade, gases combustíveis,

GLP, gasolina, nafta, solventes e querosenes, óleo diesel e um óleo pesado, chamado resíduo atmosférico, que é extraído do fundo da torre.

Esse resíduo é então reaquecido e levado para outra torre, onde o seu fracionamento ocorrerá a uma pressão abaixo da atmosfera. Nesta torre será extraída mais uma parcela de óleo diesel e um produto chamado genericamente de Gasóleo, que não constitui um produto pronto. Ele servirá como matéria-prima para produção de gases combustíveis, GLP, gasolina e outros.

O resíduo de fundo da destilação a vácuo é recolhido na parte inferior da torre e será destinado à produção de asfalto ou será usado como óleo combustível pesado.

Craqueamento

Este processo quebra as moléculas de hidrocarbonetos pesados, convertendo-as em gasolina e outros destilados com maior valor comercial. Os dois principais tipos são o craqueamento térmico e o catalítico: O térmico utiliza calor e altas pressões para efetuar a conversão de moléculas grandes em outras menores e o catalítico utiliza um catalisador que é uma substância que facilita essa conversão, porém em condições de pressão mais reduzidas. Os catalisadores mais usados são: platina, alumina, bentanina ou sílica.

Em ambos os tipos de craqueamento a utilização de temperaturas relativamente altas é essencial.

Polimerização

Por meio deste processo ocorre a combinação entre moléculas de hidrocarbonetos mais leves do que a gasolina com moléculas de hidrocarboneto de densidades semelhante. O objetivo do processo é produzir gasolina com alto teor de octano (hidrocarboneto com oito carbonos), que possui elevado valor comercial.

Alquilação

É um processo semelhante ao da polimerização, também há conversão de moléculas pequenas de hidrocarbonetos em moléculas mais longas, porém difere da polimerização porque neste processo pode haver combinação de moléculas diferentes entre si.

A gasolina obtida por meio da alquilação geralmente apresenta um alto teor de octanagem, sendo de grande importância na produção de gasolina para aviação.

Dessulfurização

Processo utilizado para retirar compostos de enxofre do óleo cru, tais como: gás sulfídrico, mercaptanas, sulfetos e dissulfetos. Este processo melhora a qualidade desejada para o produto final.

Dessalinização e Desidratação

O objetivo destes processos é remover sal e água do óleo cru, por meio dele o óleo é aquecido e recebe um catalisador. A massa resultante é decantada ou filtrada para retirar a água e o sal contidos no óleo.

Hidrogenização

Processo desenvolvido por técnicos alemães para a transformação de carvão em gasolina. Por meio deste processo, as frações do petróleo são submetidas a altas pressões de hidrogênio e temperaturas elevadas, em presença de catalisadores.

3.3. Transporte e armazenamento

O petróleo que é extraído dos poços, na terra ou no mar, é transportado através de oleodutos ou navios petroleiros até os terminais marítimos - um porto especial para carga e descarga.

Esse transporte marítimo realizado, por dutos ou navios petroleiros, tem seus riscos já conhecidos pela população mundial, são comuns os casos de desastres naturais envolvendo vazamento de petróleo em terra ou águas marinhas, o vazamento de óleo pode causar diversos impactos na fauna e flora marítima e costeira, e também pode afetar o solo e águas subterrâneas.

Outra etapa do processo é levar esse petróleo dos terminais até as refinarias, onde será processado e dará origem a gasolina, diesel, gás, óleo combustível, lubrificantes, asfalto entre outros derivados.

Os riscos nesta etapa são os mesmos da que já foi citada, mas ocorre somente envolvendo dutos.

3.4. Distribuição

A atividade de distribuição engloba a aquisição, armazenamento, transporte, comercialização e o controle de qualidade dos combustíveis.

A empresa responsável por esta atividade é a subsidiária Petrobras Distribuidora, que mantém um rigoroso sistema de controle de qualidade: o Programa "De Olho no Combustível". A empresa conta com uma rede de mais de seis mil postos e é a única a estar presente em todo o território nacional.

A distribuição do produto refinado do petróleo como, por exemplo, gasolina, pode ser feita através de caminhões (transporte rodoviário) ou parte do transporte ser feita por dutos até determinados pontos de redistribuição, o transporte, seja qual for, tem seus riscos, que

podem causar danos de menor escala, ou não, dos já citados anteriormente. Mas como já ocorrido em acidentes de trânsito envolvendo caminhões carregados de combustível ou vazamento de dutos, estes vazamentos podem impactar o ambiente aonde ocorrem, contaminando água, poços utilizados por pessoas ou contaminando o solo.

4. USO DE DERIVADOS DE PETRÓLEO NA GERAÇÃO DE ELETRICIDADE

A geração de energia elétrica a partir de derivados de petróleo ocorre por meio da queima desses combustíveis em caldeiras, turbinas e motores de combustão interna. A utilização de caldeiras e turbinas é similar aos demais processos térmicos de geração e se aplica ao atendimento de cargas de ponta e/ou aproveitamento de resíduos do refino de petróleo. Os grupos geradores a diesel são mais adequados ao suprimento de comunidades e de sistemas isolados da rede elétrica convencional.

Com exceção de alguns poucos países da OCDE, o uso de petróleo para geração de eletricidade tem sido decrescente desde os anos 1970. O obsolescimento das plantas de geração, os requerimentos de proteção ambiental e o aumento da competitividade de fontes alternativas são os principais responsáveis por isso. Contudo, o petróleo continua sendo muito importante na geração de energia elétrica nesses países, principalmente no suprimento de cargas de pico e no atendimento a sistemas isolados.

Entre 1960 e 1973, o uso de petróleo na geração termelétrica cresceu a uma taxa média de 19% ao ano, chegando a constituir 26% de toda geração de eletricidade no mundo. Em alguns países (Japão, Dinamarca, Itália, Irlanda e Portugal), chegou a representar 60%. Com a crise do petróleo, nos anos 1970, o carvão voltou a ocupar maior expressividade na geração de eletricidade, e fontes alternativas, como o gás natural, tornaram-se mais atrativas (PAFFENBARGER, 1997). Segundo a mesma fonte, a capacidade instalada foi muito reduzida e parte dela foi adaptada para o uso de outros combustíveis, particularmente o gás natural. Em 2001 a participação relativa do petróleo na geração de eletricidade situou-se em torno de 7,5%, segundo a Agência Internacional de Energia (2003).

Aproximadamente 47% da energia elétrica gerada em plantas termelétricas que utilizam derivados de petróleo estão concentrados em seis países (Tabela 7.2). A partir de 1980, a operação das plantas a óleo começou a ser transferida da base para o pico de demanda do sistema e, conseqüentemente, a taxa de utilização (fator de capacidade) tem sido reduzida. Assim, a capacidade instalada tem sido mais expressiva do que a geração de energia.

TABELA 7.2**Capacidade instalada das plantas termelétricas a derivados de petróleo e parcela da geração de eletricidade nos países da OCDE**

País	Energia Gerada (TWh)	Parcela da Geração Mundial (2001)
Estados Unidos	134	11%
Japão	117	10%
México	93	8%
Arábia Saudita	87	7%
Itália	75	6%
China	47	4%
Outros países	615	53%
Mundo	1168	100%

Fonte: AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA – AIE. Key World Energy Statistics: from the IEA. Paris: IEA/OECD, 2003.

Nos anos 1980, a geração termelétrica a óleo foi muito importante, em vários países (Holanda, Reino Unido, Irlanda etc.) para a provisão de flexibilidade de operação e planejamento do sistema. Atualmente, as principais funções de um sistema termelétrico a óleo são as seguintes:

- 1. Atendimento da demanda de ponta;
- 2. Provisão de flexibilidade de operação e planejamento;
- 3. Atendimento a sistemas remotos e/ou isolados;
- 4. Provisão de carga básica ou intermediária, quando não há alternativas mais econômicas.

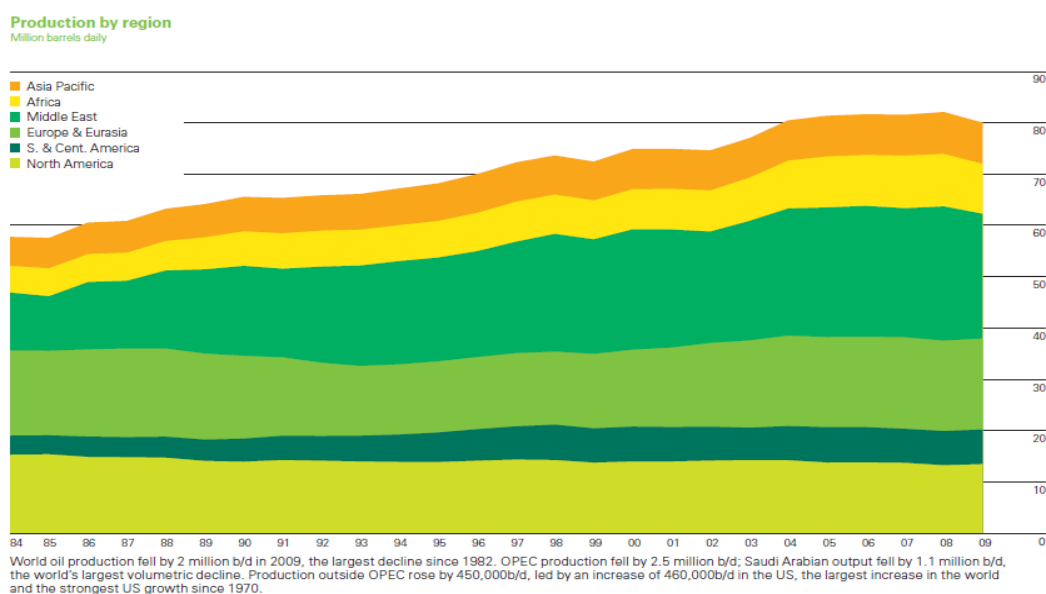
No caso do Brasil, onde historicamente a geração de energia elétrica é predominantemente hidrelétrica, a geração térmica, particularmente com derivados de petróleo, é pouco expressiva no âmbito nacional. Contudo, tem desempenhado um papel importante no atendimento da demanda de pico do sistema elétrico e, principalmente, no suprimento de energia elétrica a municípios e comunidades não atendidos pelo sistema interligado.

5. PANORAMA MUNDIAL

Nos últimos anos, a demanda por petróleo tem subido, o grande crescimento econômico industrial de países periféricos é uma das grandes causas desse aumento pela

demanda. China e Índia estão entre os destaques dessa abordagem, contudo, o ano de 2009 foi marcado pela crise econômica mundial, e esse contraponto ao crescimento econômico industrial fez com que a demanda, por outro lado, caísse, sendo que em um saldo final, uma queda no consumo dessa fonte primária de energia segundo estimativas da IEA (Agencia Internacional de Energia).

Outros estudos da IEA revelam ainda, que até 2030, a dependência por petróleo será vivida, a IEA também não apontou uma nova fonte limpa de energia que pudesse fornecer a energia necessária sem danos ambientais. O relatório, de 663 páginas, está abarrotado de estatísticas alarmantes baseadas no cenário de referência, que é de uma tendência do consumo atual de energia continuar sem que os governos programem nenhuma medida para reduzir a demanda e as emissões de GEE. Sob o atual modelo, a necessidade energética irá aumentar para mais de 50% em 2030, com 84% da nova demanda sendo de combustíveis fósseis. O relatório inclui ainda outros dois cenários, um seria de políticas alternativas, onde os governos colocariam em prática medidas, atualmente sob discussão, para aumentar a eficiência energética e reduzir emissões. Um segundo cenário seria o de políticas de grande crescimento, sob o qual as economias chinesas e indianas cresceriam mais que as taxas conservativas de 6% por ano. A IEA, no entanto, afirma que mesmo sob o modelo alternativo, as emissões de dióxido de carbono (CO2) subiriam 25% em 2030 comparada a taxa atual e no modelo de alto crescimento seria ainda pior.



5.1. Evolução da produção de energia primária no mundo

As informações aqui apresentadas têm sua origem em dados disponibilizados pela Agência Internacional de Energia dos USA:

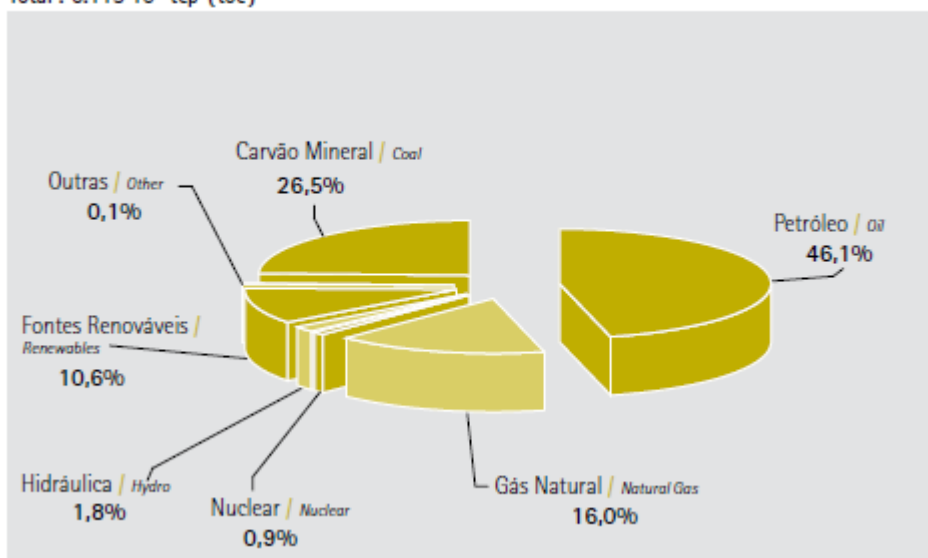
O crescimento médio anual da produção de energia primária na última década, a

partir do petróleo, gás natural, carvão e eletricidade, foi da ordem de 1,4 % ao ano, das diversas fontes de energia, o petróleo continua como o mais importante, sendo responsável por 39 % da produção de energia no mundo, seguido do carvão, com 24,2 %, do gás natural com 22,1 %.

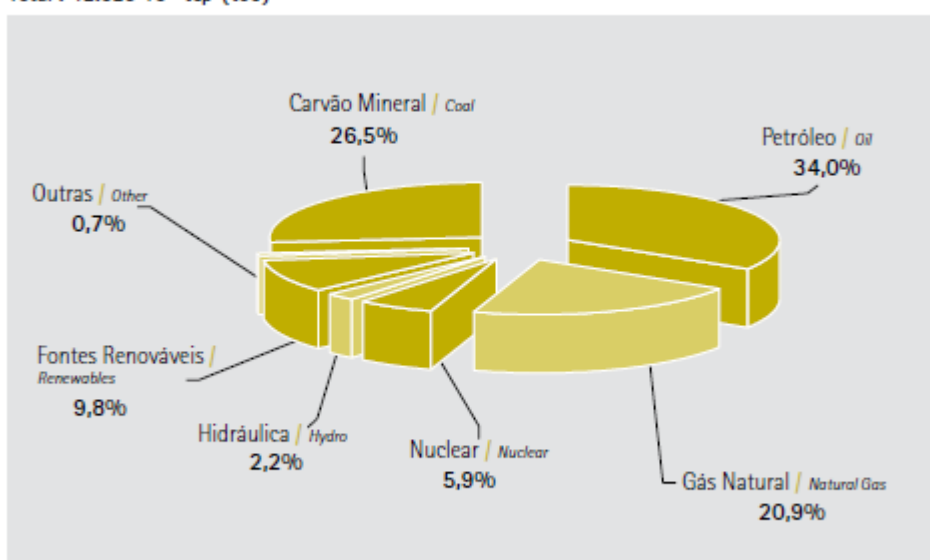
A geração de eletricidade a partir de energia hidráulica a seguir com 6,9 % seguida da eletricidade de origem nuclear com 6,53 % e finalmente fontes renováveis de energia, como solar, eólica e biomassa com 0,5 %.

Oferta Mundial de Energia por Fonte (1973 e 2007):

1973
Total : 6.115 10⁶ tep (toe)



2007
Total : 12.029 10⁶ tep (toe)



Os dados e estatísticas sobre energia apresentam diferenças conforme a fonte consultada, o quadro abaixo apresenta dados fornecidos pela Divisão de Energia da Comunidade Europeia (CE) e do Conselho Mundial de Energia (WEC) ao lado dos dados divulgados pela EIA, agência americana. As diferenças advêm das metodologias utilizadas e dos enfoques de interesse político da fonte que os está divulgando.

Fonte	EIA	CE WEC
Petróleo	39	32,5
Gás Natural	22	18
Carvão	25	26,5
Hidroeletricidade	7	6
Nuclear	6	5
Biomassa	0,4 (todos renov.)	11,5
Solar, Eólica		0,5

Fonte: EIA : Energy Information Association

Relatórios, estudos, análises e dados comparativos sobre produção e consumo de energia no mundo tem grande importância para a definição das bases da gestão energética mundial e entendimento da geopolítica estratégica de energia no mundo.

Para o aprofundamento dessas análises o mundo é dividido em regiões, como mostrado abaixo:

- América do Norte
- América Central, América do Sul e Caribe.
- Europa Ocidental
- Europa Oriental e ex- União Soviética
- Oriente Médio
- África
- Ásia e Oceania

Maiores produtores e consumidores

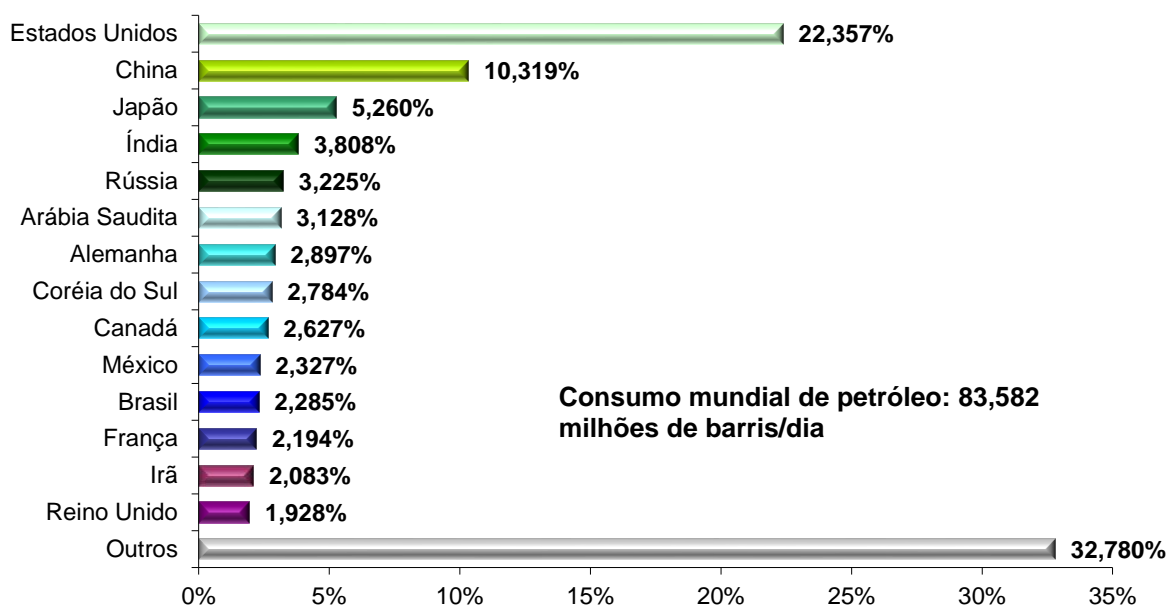
A partir na análise da tabela abaixo é possível analisar a mudança de paradigma entre os principais produtores e o aumento da quantidade extraída

2008			2011		
Rank	País	Produção	Rank	País	Produção
1	Arábia Saudita	10,782	1	Rússia	10,1
2	Rússia	9,79	2	Arábia Saudita	9,7
3	EUA	8,51	3	EUA	9

4	Irã	4,17	4	Irã	4,1
5	China	3,97	5	China	3,9
6	Canadá	3,35	6	Canadá	3,2
7	México	3,18	7	México	3
8	Emirados Árabes	3,05	8	Emirados Árabes	2,8
9	Kuwait	2,74	9	Brasil	2,51
10	Venezuela	2,64	10	Kuwait	2,5
11	Noruega	2,47	11	Iraque	2,41
12	Brasil	2,40	12	Venezuela	2,4
13	Iraque	2,38	13	Noruega	2,3
14	Argélia	2,18			
15	Nigéria	2,17			

Adaptado: Departamento de Estatística dos EUA

Apesar do quadro diversificado, o principal consumidor de petróleo é os EUA com 30% da produção mundial, segundo dados de 2010.



Fontes: BP Statistical Review of World Energy 2010; para o Brasil, ANP/SPP

Um relatório anual da AIE (Agência Internacional de Energia) prevê que com as descobertas das novas reservas de petróleo na camada pré-sal, o Brasil passará a ser o sexto maior produtor mundial de petróleo em 2030, com 3,4 milhões de barris diários - atrás apenas de Arábia Saudita, Rússia, Iraque, Irã e Canadá.

Segundo o relatório World Energy Outlook 2009 ("Panorama da Energia Mundial", em tradução livre), o país é o terceiro com o maior aumento percentual previsto na produção de petróleo, de 2,9% ao ano, entre 2008 e 2030.

O aumento da produção ficaria apenas atrás do aumento anual de 4,8% esperado

para o Iraque, graças principalmente aos investimentos para a exploração das reservas já existentes, e dos 5,4% de aumento anual previstos para a produção canadense.

O mais recente levantamento The World Factbook, compilado pela CIA (a agência de inteligência americana), indica que o Brasil ocupa atualmente a 13ª posição no ranking mundial de produtores, com produção diária de cerca de 2,4 milhões de barris.

6. PANORAMA BRASILEIRO

A produção de petróleo no Brasil era incipiente até o final da década de 1970. A extração na época não passava de 100 mil barris/dia, com as descobertas de campos marítimos nessa mesma década, fruto dos esforços exploratórios da Petrobras (criada em 1953), a produção nacional deu um salto e em 1985 já atingia o nível de 590 mil barris/dia, que representava metade da demanda interna do óleo. Nos dez anos seguintes, a produção mais que dobrou e atualmente a empresa é detentora de uma das tecnologias mais avançadas do mundo para a produção de petróleo em águas profundas e ultra profundas, o que proporcionou ao País a autossuficiência no produto em 2006.

Cabe ressaltar, finalmente, que mesmo tornando-se autossuficiente, o Brasil continua importando petróleo para atender às especificações técnicas de algumas refinarias nacionais, segundo dados da ANP, o petróleo importado em 1994 era proveniente especialmente do Oriente Médio e da América do Sul. Em 2003 o continente africano se destacou como o principal fornecedor de petróleo para o Brasil, pois representou em torno de 57% do total das fontes das importações. Nesta última década verifica-se a diversificação de opções de fornecimento e a redução da quantidade ofertada.

Por outro lado, as exportações de petróleo brasileiro somente passaram a ser significativas a partir de 2000 sendo os principais destinos as Américas Central e do Sul (Bahamas, Trinidad e Tobago e Chile, em 2003) e Europa (Portugal, Reino Unido e Holanda, em 2003).

A demanda nacional de energia no país totalizou 243,9 milhões de toneladas equivalentes de petróleo (tep) no ano de 2009, caindo 3,4% em relação a 2008, entre as fontes de energia primária, os destaques da matriz energética brasileira no ano passado foram as renováveis, em especial a energia hidráulica – aproveitando um ano hidrologicamente favorável. O aumento da geração hidráulica possibilitou que as térmicas que usam carvão, óleo combustível e gás natural funcionassem significativamente menos do que no ano anterior.

De acordo com os dados preliminares do Balanço Energético Nacional – BEN, documento produzido pela Empresa de Pesquisa Energética – EPE, a oferta de energia não

renovável no país sofreu redução de quase 6% entre 2008 e 2009. As fontes renováveis apresentaram queda dez vezes menor (0,6%), o que contribuiu para um perfil ainda mais renovável da matriz nacional. A fonte cuja participação registrou maior retração na comparação dos dois últimos anos foi o carvão mineral (- 19,4%), muito em função da queda da atividade do setor siderúrgico – fortemente afetado pela crise econômica do ano passado.

Segundo o relatório final do Balanço Energético Nacional 2012, durante o mesmo ano a produção nacional de petróleo e óleo de xisto subiu 2,4% em 2011, atingindo a média recorde de 2,21 milhões de barris diários produzidos em dezembro. A produção marítima correspondeu a 91,4% do total nacional em 2011.

A imagem abaixo demonstra a produção interna de energia, com foco nas fontes não renováveis:

Produção de Energia Primária

Primary Energy Production

											10 ³ tep (toe)
FONTES	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	SOURCES
NÃO RENOVÁVEL	95.677	97.474	99.216	105.667	111.421	114.761	122.009	127.409	133.201	139.112	NON-RENEWABLE ENERGY
PETRÓLEO	74.927	77.225	76.641	84.300	89.214	90.765	94.000	100.918	106.559	108.976	PETROLEUM
GÁS NATURAL	15.416	15.681	16.852	17.575	17.582	18.025	21.398	20.983	22.771	23.888	NATURAL GAS
CARVÃO VAPOR	1.936	1.785	2.016	2.348	2.200	2.257	2.494	1.913	2.104	2.104	STEAM COAL
CARVÃO METALÚRGICO	63	38	137	135	87	92	167	167	0	0	METALLURGICAL COAL
URÂNIO (U ₃ O ₈)	3.335	2.745	3.569	1.309	2.338	3.622	3.950	3.428	1.767	4.143	URANIUM - U ₃ O ₈
RENOVÁVEL	78.583	86.267	91.022	94.855	100.380	108.947	114.553	112.460	119.973	117.628	RENEWABLE ENERGY
TOTAL	174.260	183.742	190.238	200.522	211.802	223.708	236.562	239.869	253.174	256.740	TOTAL

BEN, 2012

O Instituto Brasileiro de Petróleo, Gás e Biocombustíveis - IBP é uma organização privada de fins não econômicos, fundado em 21 de novembro de 1957, que conta hoje com mais de 200 empresas associadas, e tem como foco a promoção do desenvolvimento do setor nacional de petróleo, gás e biocombustíveis, visando uma indústria competitiva, sustentável, ética e socialmente responsável.

Ao longo desse tempo, o IBP construiu reconhecida credibilidade junto à sociedade e ao Governo não apenas por seu singular conhecimento técnico, mas também por fomentar as discussões de grandes temas para a constante estruturação do perfil do setor afim.

A partir de 2003, o IBP passou por uma profunda reestruturação organizacional para assegurar a adequação de seus serviços, produtos e atividades com o setor afim, sendo estes o resultado do trabalho desenvolvido por 42 Comissões, Subcomissões e Comissões

ad-hoc, nas quais participam, voluntariamente, mais de 950 profissionais, entre executivos e especialistas da indústria, instituições científicas e acadêmicas, órgãos do Governo e associações congêneres.

Cuja missão é promover o desenvolvimento do setor nacional de petróleo, gás e biocombustíveis, visando uma indústria competitiva, sustentável, ética e socialmente responsável.

6.1. Reservas

Antes de discorrer sobre esse assunto torna-se de suma importância efetuar algumas definições que servirão ao bom entendimento dos conceitos a serem apresentados. A primeira refere-se à diferenciação entre recursos não descobertos e reservas.

O termo recursos inclui tanto as reservas, que são volumes a produzir, contidos em campos descobertos, quanto o potencial, que se refere ao volume estimado recuperável a partir de jazidas não descobertas, inferidas geologicamente.

A reserva se relaciona à quantidade remanescente na jazida, recuperável economicamente, com as condições tecnológicas disponíveis no momento de sua avaliação trata-se do limite acima do qual os custos superam os ganhos econômicos advindos da exploração daquele campo, logo depende de alterações de preços, de tecnologia, de perfil da demanda, bem como aspectos políticos-institucionais, que acabam por influenciar continuamente a estimativa das reservas.

As reservas podem ser classificadas em provadas, prováveis e possíveis:

- **Provadas:** aquela que, com base na análise de dados geológicos e de engenharia, estima-se recuperar comercialmente de reservatórios descobertos e avaliados, com elevado grau de certeza, e cuja estimativa considere as condições econômicas vigentes, os métodos operacionais usualmente viáveis e os regulamentos instituídos pelas legislações petrolífera e tributária brasileiras;

- **Prováveis:** aquelas cuja análise dos dados geológicos e de engenharia indica uma maior incerteza na sua recuperação quando comparada com a estimativa de reservas provadas;

- **Possíveis:** aquelas cuja análise dos dados geológicos e de engenharia indica uma maior incerteza na sua recuperação quando comparada com a estimativa de reservas prováveis.

Segundo dados de 31 de dezembro de 2008 constantes no Boletim Anual de Reservas divulgados pela Agência Nacional do Petróleo (ANP) as reservas provadas se situavam em 12.638,52 milhões de barris sendo que a produção terrestre contribuía com 894,22 milhões de barris enquanto as reservas marítimas apresentavam maior participação -

12638,52 milhões de barris. Em termos de reservas totais os valores são muito superiores sendo as reservas terrestres da ordem de 1445,54 milhões de barris e as marítimas da ordem de 18.625,19 milhões de barris.

Com relação às reservas ainda não formalmente reconhecidas de acordo com a Portaria 009 de 21/01/2000, art. 4; os valores são: Reservas Provadas com 782,75 milhões de barris e Reservas Totais 782,75.

As reservas se concentram nos seguintes estados:

Reservas Terrestres:

- i) Alagoas;
- ii) Amazônia: Bacia do Amazonas e Bacia do Solimões;
- iii) Bahia: Bacia do Camamu-Almada, Bacia do Recôncavo e Bacia do Tucano Sul;
- iv) Ceará;
- v) Espírito Santo
- vi) Paraná;
- vii) Rio grande do Norte; e.
- viii) Sergipe.

Reservas marítimas:

- i) Alagoas;
- ii) Bahia: Bacia do Camamu-Almada e Bacia do Recôncavo;
- iii) Ceará;
- iv) Espírito Santo: Bacia de Campos e Bacia do Espírito Santo;
- v) Paraná;
- vi) Rio de Janeiro: Bacia de Campos e Bacia de Santos;
- vii) Rio Grande do Norte;
- viii) São Paulo; e.
- ix) Sergipe.

As maiores reservas estão no Rio de Janeiro (Bacia de Campos) e Bahia (Bacia do Recôncavo) em termos de reservas marítimas e terrestres respectivamente.

6.2 Custo de Extração

De acordo com o IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada), o custo de extração de petróleo triplicou de 2003 a 2008. O preço saltou de R\$ 6,15 (US\$ 3,42) por barril para R\$ 18,72 (US\$ 10,4). Esse aumento é causado por escassez de equipamentos, serviço e pesquisas na área de extração de petróleo.

A participação governamental encarece o custo de extração por barril, referente à:

- Royalties (compensações financeiras pagas aos estados e municípios ao Comando da Marinha e ao Ministério de Ciência e Tecnologia pelos concessionários das atividades de exploração e produção de petróleo e gás natural no Brasil);
- Participação especial (compensação financeira extraordinária devida pelos concessionários de exploração e produção de petróleo ou gás natural, nos casos de grande volume de produção ou de grande rentabilidade e será paga com relação a cada campo de uma dada área de concessão, a partir do trimestre em que ocorrer a data de início da respectiva produção);
- Bônus de assinatura (montante ofertado pelo licitante vencedor na proposta para obtenção da concessão de petróleo ou gás natural, não podendo ser inferior ao valor mínimo fixado pela ANP no edital de licitação).

6.3. Participação na Matriz Energética

Matriz energética é toda a energia disponibilizada para ser transformada, distribuída e consumida nos processos produtivos.

O petróleo e seus derivados têm a maior participação na matriz brasileira, cerca de 40%. No Brasil, as fontes não renováveis representam aproximadamente 56% da matriz energética. A média mundial é bem mais elevada, com cerca de 86% de participação de fontes não renováveis.

Atualmente, a participação do setor petrolífero no PIB nacional é de aproximadamente de 10%, e tende aumentar para 20% nesta década.

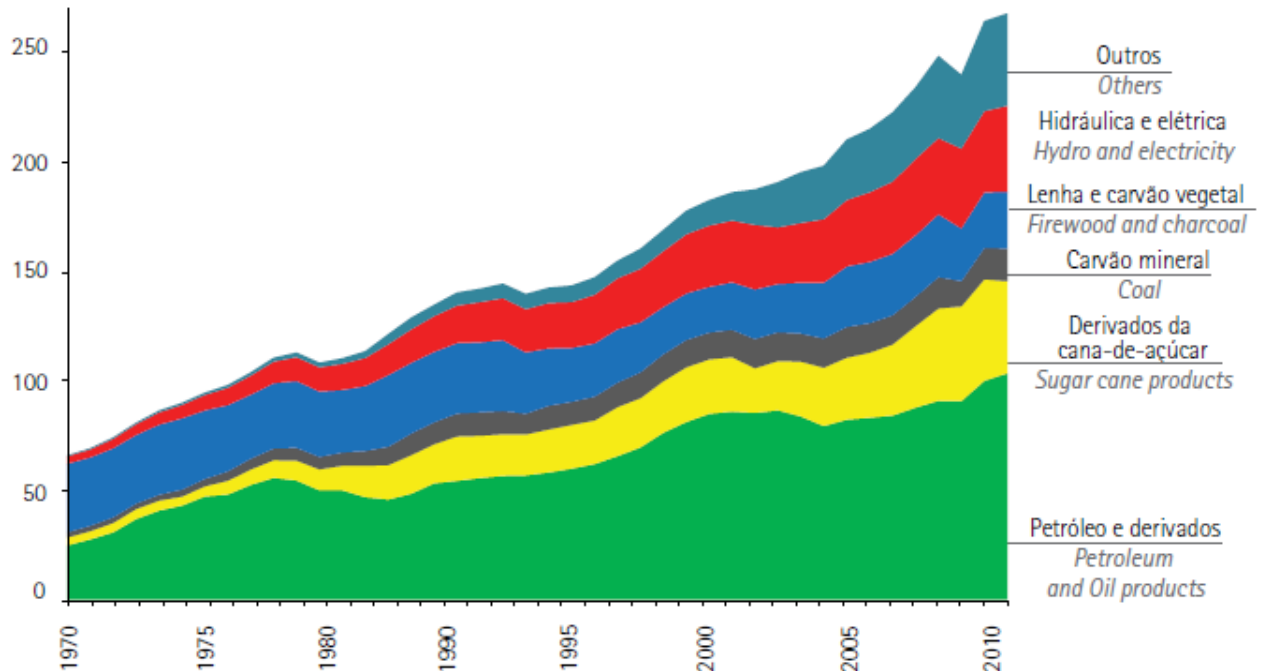
Pelo quarto ano consecutivo, o balanço físico da conta petróleo (em quantidade) foi positivo, garantindo a autossuficiência brasileira em 2009. O balanço de petróleo se mostra mais uma vez favorável às exportações (mais de 500 mil barris por dia), que cresceram 21,3% em relação a 2008, enquanto as importações reduziram 1,6%. As exportações líquidas encerraram 2009 com um saldo de 151 mil barris por dia em média.

A produção aumentou expressivos 7,3% em 2009, colocando o Brasil entre os 15 maiores produtores mundiais, com uma média diária de cerca de 2 milhões de barris por dia. Atualmente a demanda nacional nas refinarias é de quase 1,8 milhão de barris por dia. (Resultado Preliminares – BEM 2010). A imagem abaixo se refere à oferta interna de energia no ano de 2012:

Oferta Interna de Energia

Domestic Energy Supply

10⁶ tep(toe)



Fonte: BNE, 2012

6.4 Pré-Sal

Desde 2007, o termo pré-sal ganhou as páginas dos jornais de todo o país. A maioria dos brasileiros reproduz os discursos sobre exploração e produção dos especialistas sobre a descoberta. O termo foi escolhido para caracterizar a descoberta da acumulação de Tupi, na Bacia de Santos.

O petróleo está localizado na camada pré-sal, isto é, a cinco ou mais quilômetros abaixo do solo do oceano na plataforma continental brasileira. As estimativas do governo apontam que as reservas atinjam entre cinco e oito bilhões de barris de petróleo e gás natural. Essa riqueza do pré-sal não se restringe a Tupi. A reserva de petróleo sob a camada de sal no subsolo oceânico estende-se por 800 quilômetros, indo de Santa Catarina ao Espírito Santo. A importância dessa descoberta está relacionada ao potencial de produção que o país poderá atingir.

As reservas comprovadas de petróleo no Brasil – não considerando as bacias relacionadas ao pré-sal - são de 12,19 bilhões de barris. A intenção da Petrobras é dobrar a produção diária até 2017, com onze plataformas no pré-sal da Bacia de Santos. A preocupação dos especialistas gira em torno do processo de exploração e produção desse petróleo nas condições pré-sal. Estão em jogo o desenvolvimento de novas tecnologias e a

cotação do mercado internacional para a ação se tornar economicamente viável.

Para alcançar e dimensionar a acumulação de óleo e gás, a Petrobras bateu recordes de perfuração, chegando a mais de 7.000 metros abaixo da linha d'água, ultrapassando uma espessa barreira de sal, tendo investido para isso mais de US\$ 1,7 bilhão.

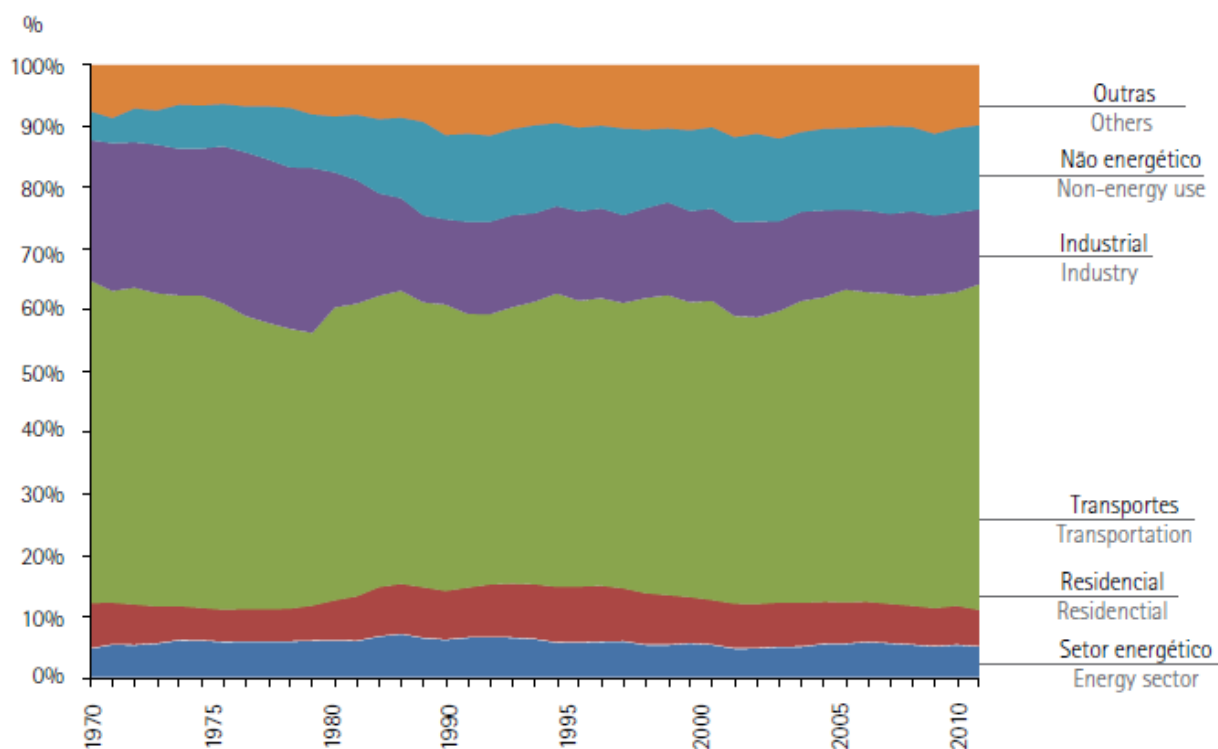
Produção por Região

Possuindo quase 90% das reservas comprovadas de petróleo do País, o Rio de Janeiro é também o seu maior produtor, com um volume atual de mais de 1 milhão de barris de petróleo/dia, cerca de 80% da produção nacional. No estado estão sediadas a Petrobras, a Agência Nacional de Petróleo (ANP) – órgão regulador do setor – e todas as multinacionais petrolíferas instaladas no Brasil. Além disso, o Estado detém mais da metade das reservas nacionais de gás, tornando-se, assim, extremamente competitivo e atraente para novos investimentos.

Nos últimos anos, porém, o Espírito Santo foi destaque na produção de petróleo e gás natural no Brasil. Com as descobertas realizadas, principalmente pela Petrobras, o Estado saiu da 5ª posição no ranking brasileiro de reservas, em 2002, para se tornar a segunda maior província petrolífera do País, com reservas totais de 2,5 bilhões de barris. Atualmente, o Estado é o segundo maior produtor de petróleo do Brasil, com 140 mil barris diários. Os campos petrolíferos se localizam tanto em terra quanto em mar, em águas rasas, profundas e ultra- profundas, contendo óleo leve e pesado e gás não associado.

A imagem abaixo destaca os usos dos derivado de petróleo no Brasil em 2012:

Composição Setorial do Consumo de Derivados de Petróleo *Oil Products Consumption by Sector*



Fonte: BNE, 2012

7. VANTAGES E DESVANTAGENS

7.1. VANTAGENS.

O papel que a indústria petrolífera desenvolve atualmente no mundo vai muito além do desempenho de suas unidades de operação, aparentemente isoladas em alto mar, ou da importância de seus derivados para o consumo. Essa atividade pode interferir nas dinâmicas sócio-espaciais do lugar em que está estabelecida ou em qualquer parte do globo (Souza, 2004).

O empreendimento petrolífero atrai investimentos e empresas direta ou indiretamente associadas à indústria petrolífera, além de gerar um efeito multiplicador pela inclusão de outros setores da economia, e pela criação de oportunidades de negócios para um vasto mercado de fornecedores de equipamentos, suprimentos e serviços. Tal fato leva a um aquecimento da economia regional, traduzido em aumentos nas rendas municipais e benefícios diversos à sociedade como, por exemplo, a geração de empregos.

No Brasil, atualmente, um pouco mais de um terço dos resultados da produção de petróleo retornam para o Estado em forma de royalties e participações especiais, cujas regras estão definidas na Lei do Petróleo (Lei nº. 9478, de 1997).

Os royalties constituem um recurso que tem como função permitir que os municípios afetados pela exploração de petróleo possam investir em outras atividades econômicas não relacionadas somente ao petróleo. O recebimento dos royalties promove o desenvolvimento municipal, e de fato representa um incremento significativo nos orçamentos das prefeituras dos municípios que compõem a zona de produção principal.

A exploração das riquezas petrolíferas deve atender aos interesses e as necessidades da sociedade brasileira, em médio e longo prazos. Os ganhos, portanto devem priorizar as políticas públicas de educação, saúde, alimentação, ciência e tecnologia, entre outras, além da infraestrutura, por serem essenciais no processo de transformações do país. Entretanto há o problema do uso legal dos royalties. Serra & Patrão (2003) observam a ausência de qualquer instrumento específico de controle social sobre a destinação dada aos recursos de tais tributos na legislação vigente e apontam para a necessidade da ampliação de espaços democráticos de participação no país para decisão sobre a alocação da receita de royalties repassada à esfera local.

A abertura de novos postos de trabalho é também responsável pelo aumento da circulação financeira na região e, conseqüentemente, pelo desenvolvimento de outros setores da economia, como comércio e serviços, que geram mais empregos e contribuem para o aquecimento da economia regional (Souza, 2004).

O Petróleo é tão importante e fundamental porque é o componente básico de mais de 6 mil produtos. Gasolina, querosene, gás de cozinha, óleo diesel, solventes, lubrificantes, borrachas, plásticos, tecidos sintéticos e até tintas. É responsável por 35% da energia utilizada no País e por 45% de toda energia nos Estados Unidos (FERNANDES, J.B.).

7.2. DESVANTAGENS

Sendo a principal matéria-prima energética e industrial do planeta, uma riqueza distribuída de forma desigual entre os países e um recurso não-renovável, o petróleo se tornou provavelmente a mais importante substância negociada entre países e corporações, e tem sido a partir do século XX, um fator político importante e causador de crises entre governos, levando explícita ou, na maior parte dos casos, implicitamente a guerras, massacres e extermínios.

As atividades da indústria petrolífera envolvem diversos impactos ao meio ambiente, desde o processo de extração até o consumo. Sendo a principal fonte energética do atual modelo de desenvolvimento, a extração do combustível fóssil sempre foi tolerada,

justificando-se os impactos ambientais por ela gerados.

Os impactos Ambientais estão agregadas percepções relacionadas ao: risco de acidentes e derramamento de óleo; vazamentos; catástrofes; desastre ecológico; poluição ambiental; degradação ambiental; desmatamento; impacto sobre ecossistemas marinhos e terrestres; potencial poluidor de praias, de costões rochosos, de manguezais, de águas oceânicas, das águas, dos rios; poluição do ar; estresse ambiental; alteração dos ecossistemas vizinhos; mudanças no ecossistema marinho/ costeiro; super exploração de recursos naturais; impactos na colocação de dutos; riscos de vida; introdução de espécies exóticas; extinção de espécies; destruição da fauna aquática em caso de derramamento de óleo; esgotamento de jazidas; consumo e captação desordenada de água; lançamento de resíduos; aumento do esgoto; mananciais aterrados; pressão sobre o ambiente natural e sobre outros recursos naturais.

Segundo Rios (1995), os principais tipos de poluição são causados diretamente pelo uso, em grande escala, da energia exossomática, como, por exemplo, o petróleo. De acordo com o autor, 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. Ao acelerar o funcionamento desses sistemas se provoca, inevitavelmente, a destruição da diversidade, aumentando a entropia e alterando em alta velocidade os ciclos biogeoquímicos de vida no planeta (Margalef, 1993).

De acordo com informações do Fórum Capixaba de Mudanças Climáticas (FCMC), a extração do petróleo causa impactos desde os testes sísmicos iniciais para encontrá-lo, uma vez que explosões são utilizadas como meio de produção do som que se propagará pelas diversas camadas do perfil de solo do local na busca por rochas reservatório, daí resultam grandes impactos nas regiões afetadas, tanto terrestres quanto marinhas. Neste segundo caso tal explosão é feita por meio de canhões de ar comprimido em navios e microfones são colocados na superfície da água para registrar os sons produzidos. Conclui-se a partir de então os impactos causados nos ambientes marinhos e no equilíbrio de seus ecossistemas, com a degradação de formações de corais, destruição de locais de moradia para a fauna local, além de mudanças nas características do ambiente devido à alta movimentação.

Encontrada uma rocha reservatório, e tendo sua viabilidade produtiva comprovada, inicia-se o processo de perfuração dos poços para a extração do petróleo, e neste ponto são utilizados diversos tipos de produtos químicos, como o fluido de perfuração que tem por objetivo manter certas condições físico-químicas adequadas para a manutenção do equilíbrio da pressão no ambiente dentro e fora da rocha, característica essencial para que a

extração seja possível e para que o fluido não entre em contato com o material desejado e que este não saia de forma descontrolada. Para que haja controle sobre o fluido de perfuração são utilizados aditivos a lama de perfuração, composto basicamente de vários tipos de argila como a baritina. (FCMC)

Após ser extraído, o petróleo bruto pode ser refinado em diversos outros tipos de materiais a partir do processo de destilação fracionada, realizado em tanques, nos quais há um aumento na temperatura que é o responsável pela separação dos subprodutos, uma vez que são constituídos por hidrocarbonetos com densidades diferentes.

Tabela abaixo demonstra a relação da temperatura com o subproduto obtido

Ponto de ebulição em °C	Quantidade de carbonos	Produto
20 °C	1 a 4 Carbonos	Gás
120 °C	5 a 10 Carbonos	Gasolina
170 °C	10 a 16 Carbonos	Querosene
270 °C	14 a 20 Carbonos	Diesel
340 °C	20 a 50 Carbonos	Lubrificante
500 °C	20 a 70 Carbonos	Óleo
600 °C	acima de 70 C	Asfalto

Fonte: Mundo Educação

De todos os subprodutos apresentados, aqueles utilizados na forma de combustível líquido são os responsáveis pela maior parte dos impactos causados pelo uso do petróleo (gasolina, Diesel etc.) por meio dos gases liberados quando de sua combustão.

De acordo com Mariano (2001) é comum observar os efeitos destes nas plantas, principalmente por causa do óxido de enxofre, causando perda da produtividade em plantações, degradação das matas dos diversos biomas, entre outros problemas diversos enfrentados, devido à degradação das folhas e dos tecidos, o que dificulta o processo de fotossíntese.

“Os danos crônicos aparecem como clorose (amarelamento das folhas), manchas esbranquiçadas, áreas descoloridas entre as veias, e queda prematura das folhagens em resposta a exposições prolongadas a pequenas concentrações dos óxidos. Ocorrem, também, os chamados danos ocultos, onde acontecem perdas de colheita na ausência de sintomas visíveis de danos.” (MARIANO, 2001).

A intensidade dos danos varia muito de acordo com a espécie e com o tempo e quantidade da exposição, na saúde humana, os diversos gases, tais como NO₂ e CO,

causam diversos tipos de dificuldades, com especial destaque para os problemas respiratórios enfrentados pelas grandes cidades com uma frequência cada vez maior.

“O sistema respiratório é o principal mecanismo de trocas gasosas e, portanto, irá sofrer exposição direta aos contaminantes atmosféricos. Habitualmente a poluição do ar tem sido caracterizada como um agente causador ou agravante das doenças do sistema respiratório, tais como bronquite crônica, enfisema pulmonar, câncer de pulmão, asma brônquica e infecções respiratórias.” (MARIANO, 2001).

Abaixo a distribuição percentual das internações hospitalares na rede pública, por doenças no aparelho respiratório, segundo a ocorrência no país, no estado e no município de Ribeirão Preto, de 1995 a 2001.

Ano \ Local	Brasil	São Paulo		Ribeirão Preto		
	Total	Total	% nacional	Total	% nacional	% estadual
1995	2.035.381	292.950	14,39	2.864	0,14	0,97
1996	2.011.997	281.954	14,01	3.312	0,16	1,17
1997	2.038.662	273.839	13,43	2.683	0,13	0,97
1998	1.934.711	269.778	13,94	3.161	0,16	1,17
1999	1.969.462	272.907	13,85	3.140	0,15	1,15
2000	1.936.444	274.513	14,17	3.006	0,15	1,09
2001	1.834.903	266.733	14,53	2.889	0,15	1,08
Total	13.761.560	1.932.674	14,04	21.055	0,15	1,08
Geral						

Fonte: DATASUS, 2002

Outro ponto muito relevante a ser destacado é a intensidade dos danos causados por vazamentos de petróleo nos oceanos, que quando ocorrem em grandes quantidades trazem perda da biodiversidade, dificultando a vida, reprodução e saúde de animais e plantas, levando em alguns momentos da história a perdas irreparáveis como o caso citado abaixo:

Desastre do Exxon Valdez

Um dos desastres mais conhecido envolvendo petróleo é o derramamento de óleo do Exxon Valdez, no Alasca, em 1989.

O navio partiu do porto de Valdez, no Alasca, no dia 23 de março, e nas primeiras horas do dia 24 de março, colidiu com um recife. A sequência de eventos que levou ao acidente não foram esclarecidas até hoje.

No desastre foram derramados mais de 40 milhões de litros de óleo, atingindo cerca de 2.400 quilômetros de costa marinha.

Num estudo divulgado pela revista Science em 2003, revelou que grande parte do óleo se encontrava sedimentado no fundo do oceano da região. E que até aquela data, o número de focas presente na região era metade do que antes do acidente. Várias outras espécies foram afetadas, entre elas muitos pássaros, lontras e outras espécies marinhas.

O recente derramamento de óleo no Golfo do México parece ser maior que o desastre do petroleiro Exxon Valdez, porém devido à falta de dados oficiais sobre o mesmo, ainda não é possível realizar uma análise mais detalhada.

O processo produtivo pode gerar atração de pessoas em busca de emprego e melhores qualidades de vida. O impacto ambiental provocado pelo aumento da concentração de população em alguns pontos do espaço geográfico, em cidades ou em periferias é muito grande. A concentração da população implica por si mesma, questões ambientais que não se colocam quando a população está dispersa nas áreas rurais, como lixo, o abastecimento de água, o saneamento básico.

Somado ao fato de já significar em si um impacto ambiental, o crescimento dessas cidades acontece sem se levar em conta um planejamento urbano que garanta o acesso da população a serviços básicos e a proteção de áreas de preservação permanente, como restingas, manguezais, encostas e margens de rios e lagoas, levando a saúde pública a se tornar um problema ambiental. Além disso, o crescimento das populações em aglomerados urbanos aumenta exponencialmente a demanda por matéria e energia, e altera as relações espaço-temporais dos ciclos biogeoquímicos, uma manifestação dos efeitos do aumento da entropia.

8. VIABILIDADE ECONOMICA

Possuir uma reserva de petróleo em seus domínios não significa necessariamente que esta possa ser explorada, a exploração do recurso é dependente de vários fatores e o principal diz respeito à tecnologia existente. A tecnologia engloba desde o processo de exploração relacionado, por exemplo, a profundidade que o recurso se encontra, a logística necessária para transporte, à qualidade do óleo etc.

O processamento do petróleo mais pesado requer tecnologia mais avançada das unidades de refinamento para converter as frações em combustíveis nobres, quanto mais dispendioso os processos, maior o preço de produção por unidade comerciável (barril). Portanto a cotação do barril no mercado internacional e o nível tecnológico atual é o responsável por estabelecer a viabilidade ou não de uma reserva.

8.1. Caso da Camada Pré-Sal – visão financeira

A Petrobras anunciou indícios de petróleo no pré-sal brasileiro em 2006, esta notícia foi confirmada em 2007. E em 2008 houve a primeira extração de óleo da camada, na Bacia de Campos, Rio de Janeiro.

De acordo com o presidente da Petrobras, José Sergio Gabrielli, cada poço de extração do pré-sal, teria um custo de US\$ 100 milhões para que a atividade seja conduzida, esse custo é dado devido à falta de tecnologia e estudo sobre extração em poços tão profundos como é o caso do pré-sal (abaixo de 2000 metros de profundidade). Pelo mesmo motivo da falta de tecnologia, acredita-se em redução dos custos de extração, já que o pré-sal é uma fronteira tecnológica, e muita coisa pode ser descoberta e pesquisada.

Devido a tal custo, a Petrobras trabalha com uma projeção de US\$ 45 por barril, para a extração se tornar viável economicamente, este cenário é referente principalmente a Bacia de Campos, onde a extração já está ocorrendo.

O espaço geográfico da Bacia de Campos tem cerca de 110 mil km² e se estende do Estado do Espírito Santo até o município de Cabo Frio, no Estado do Rio de Janeiro, distribuídos em 512 campos de petróleo estão em operação mais de mil poços de óleo e gás natural, 37 plataformas fixas e móveis de produção, gerando diariamente mais de 1,2 milhão de barris de óleo e 18,4 milhões de metros cúbicos de gás natural (PETROBRAS, 2004).

9. LEGISLAÇÃO

A legislação brasileira que regula e determina as diretrizes de ação nacional no que se refere aos recursos energéticos é repleta de leis e decretos, a lei do petróleo de número 9.478/97 em termos gerais a política energética nacional.

Os princípios e objetivos que constam na lei do petróleo ressalta-se que preservar o interesse nacional, promover desenvolvimento, garantir o fornecimento de derivados de petróleo, incentivar o uso do gás natural, identificar as soluções mais adequadas para a demanda de energia elétrica do país, utilizar fontes alternativas de energia, mediante o aproveitamento econômico dos insumos disponíveis e das tecnologias aplicáveis e incrementar, em bases econômicas, sociais e ambientais, a participação dos biocombustíveis na matriz energética nacional, estão relacionados entre outros.

O artigo 2 cria o Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), que como determinado no artigo, é vinculado à Presidência da República e é presidido pelo Ministro de Minas e Energia. A atribuição do CNPE é a formulação e indicação de políticas públicas

destinadas a promover o aproveitamento racional dos recursos energéticos do país, atendendo aos princípios e objetivos que constam na lei, assegurar acesso a insumos energéticos em todo o País, rever periodicamente as matrizes energéticas regionais, estabelecer diretrizes para importação e exportação etc. Quem regulamenta o CNPE, estabelecendo seu funcionamento e composição é o Presidente da República por meio de decreto.

A lei do petróleo ainda atribui todas as jazidas e fontes de hidrocarbonetos líquidos em território nacional ao Estado, conferindo assim monopólio de exploração e mesmo de processos de transformação de petróleo estrangeiro. As definições técnicas de tudo que se refere a tais recursos também consta na lei, assim como a criação da ANP (Agencia Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis) assim como suas atribuições, formas de funcionamento, escopo etc.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

É impossível considerar o petróleo como o único recurso energético brasileiro e mundial, sem dúvida, hoje a maior vantagem do petróleo frente aos outros recursos é seu grande potencial energético e sua facilidade de transporte, além disso, a consolidação tecnológica para extração petrolífera é inquestionável e o seu custo, devido também ao fato que a tecnologia já está instalada, pelo menos em curto e médio prazo ainda é baixo se comparado a outras fontes energéticas.

Ainda que afirmem que a exploração em locais complicados, como no caso do pré-sal brasileiro, não apresenta tecnologia suficiente, esta afirmação é questionável. É fato que existem dificuldades tecnológicas, impostas especialmente por fatores econômicos, porém dificuldade não significa limites tecnológicos. Enquanto houver necessidade e atores sociais dispostos a pagar pelo aumento do custo de extração essa continuará sendo viável. E, portanto, potencialmente ano após ano novas jazidas serão descobertas e novas tecnologias serão implementadas.

No entanto, se o destino final para esse recurso continuar o mesmo – grande parcela como combustível automobilístico – as chances de esgotamento, e preocupação ambiental, continuam altas e preocupantes. Existe a necessidade de maiores discussões sobre o petróleo enquanto recurso nobre. Relacionando sua extração, produção e uso ao seu potencial petroquímico no qual não há substitutos viáveis, como no caso polímeros em geral, ou mesmo do querosene usado para aviação, e não somente com gasolina ou diesel. Para esses últimos, hoje já existem novas e viáveis tecnologias que permitem a produção de combustíveis automobilísticos através de outras fontes energéticas, menos nobres e melhor

ainda, mais sustentáveis e renováveis.

Concluindo, o petróleo, e também outros combustíveis fósseis, apesar da grande desvantagem de liberar para a atmosfera grande quantidade de carbono imobilizado, não são necessariamente vilões do meio ambiente. Apenas sua aplicação é que deve ser repensada. Se usado de forma adequada, associado com outras fontes energéticas, além de não haver dependência como único recurso, proporcionando grandes aumentos de preços, monopólios comerciais, ele pode ser uma boa solução econômica, social e ambiental para determinados fins.

Referências

GARCIA-CUELLAR, J. Ángel, ARREGUIN-SANCHEZ, Francisco, HERNANDEZ VAZQUEZ, Sergio et al. Impacto ecológico de la industria petrolera en la sonda de Campeche, México, tras três décadas de atividade: Una revisión. INCI, jun. 2004, vol.29, no.6, p.311-319. ISSN 0378-1844

British Petroleum Statistical Review of World Energy June 2009.

CAMPOS, C.W. Petrobras – A geoestratégia das águas profundas. Revista Brasileira de Management, fev. 1998.

Congresso Brasileiro de CO2 na indústria do petróleo, gás e biocombustíveis, 1., 2011, Rio de Janeiro. Apresentações Rio de Janeiro: IBP, 2011. 1v.

SOUZA, R.G. de. Petróleo, histórias das descobertas e o potencial brasileiro. Niterói-RJ, Ed. Muiiraquitã, 1997. 272 p.

BACOCOLI, G.; COSTA, I.G. & BRANDÃO, J.A.S.L. O processo da descoberta de bacias petrolíferas no Brasil., I SEMINÁRIO DE INTERPRETAÇÃO EXPLORATÓRIA, Rio de Janeiro, ed. Petrobras/Depex, 1989, p.383-390.

LUCCHESI, Celso Fernando. Petróleo. Dossiê recursos naturais. Petrobrás. 1996.

LUCON, Oswaldo and GOLDEMBERG, José. Crise financeira, energia e sustentabilidade no Brasil. Estud. av. [online]. 2009, vol.23, n.65 [cited 2009-06-20], pp. 121-130 . Available from: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142009000100009&lng=en&nrm=iso>. ISSN 0103-4014. doi: 10.1590/S0103-40142009000100009.

MME. Plano Decenal de Energia – PDE 2008-2017. 2008. Disponível em: <www.mme.gov.br>

IEA. Energy Efficiency Indicators for Public Electricity Production from Fossil Fuels. Information Paper in support to the G8 Plan of Action, 2007a.

TOLMASQUIM, M. O paradoxo ambiental. Carta Capital, São Paulo, 30 jan. 2009. Disponível em: <<http://www.cartacapital.com.br/app/materia.jsp?a=2&a2=6&i=3271>>

Tolmasquim, Mauricio T.; Guerreiro, Amilcar; Gorini, Ricard. Matriz energética brasileira: uma prospectiva. Novos estud. - CEBRAP no.79 São Paulo Nov. 2007.

Da Silva, J. M. C.; Bozelli, R. L.; Dos Santos, L. F.; Lopes, A. F.; Impactos Ambientais da Exploração e Produção de Petróleo na Bacia de Campos, RJ., IV Encontro Nacional da Anppas, Brasília, DF, Jun. 2008.

Gomes, A. S.; Palma, J. J. C.; Silva, C. G.; CAUSAS E CONSEQÜÊNCIAS DO IMPACTO AMBIENTAL DA EXPLORAÇÃO DOS RECURSOS MINERAIS MARINHOS. Revista Brasileira de Geofísica, Vol. 18(3), 2000.

Da Silva, M. F. P.; Dos Santos, J. B.; Gestão de resíduos em sondas de perfuração. Revista Brasileira para Divulgação das Atividades de Responsabilidade Social no Setor de Óleo, Gás e Energia, TN Petróleo 62, RN. 2008.

PETROBRAS. Destaques Operacionais (<http://www.petrobras.com.br>), 2004.

SCHAEFFER, R., SZKLO, A., MACHADO, G. (coords.). Matriz Energética Brasileira 2002-2023 - Relatório Técnico de Projeto Contratado pelo Ministério de Minas e Energia. Rio de Janeiro: PPE/COPPE/UFRJ, 2004a.

SILVA, PRISCILA REIS DA, Transporte Marítimo de Petróleo e Derivados na Costa Brasileira: Estrutura e Implicações Ambientais. XII, 148 p. 29,7 cm (COPPE/UFRJ, M.Sc., Planejamento Energético, 2004) UFRJ, Rio de Janeiro, 2004

SEVÁ, Oswaldo e IGLESIAS, Marcelo Piedrafita. Papo de índio: O petróleo e o gás debaixo da terra Pan – Amazônica. março-abril 2007

www.spe.org – Data de Acesso: 15 de Junho de 2011

www.anp.gov.br – Data de Acesso: 16 de junho de 2011.

www.epe.gov.br – Data de Acesso: 15 de junho de 2011

www.ben.epe.gov.br - Balanço Energético nacional. Data de Acesso: 24 de maio de 2013

www.ibp.org.br – Data de acesso: 17 de Junho de 2011.

in “Setor de Transporte é o que causa mais impactos na qualidade do ar” – Ecodebate/Mercado Ético,