



UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS  
FACULDADE DE ENGENHARIA- FAEN  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE ENERGIA



RICARDO PARIZATTI DE ANDRADE

PERFIL ENERGÉTICO-ECONÔMICO E AMBIENTAL DOS QUATRO  
MAIORES PAÍSES CONSUMIDORES DE ENERGIA DA AMERICA LATINA:  
ARGENTINA, BRASIL, MÉXICO E VENEZUELA

DOURADOS-MS

2018

RICARDO PARIZATTI DE ANDRADE

PERFIL ENERGÉTICO-ECONÔMICO E AMBIENTAL DOS QUATRO  
MAIORES PAÍSES CONSUMIDORES DE ENERGIA DA AMERICA LATINA:  
ARGENTINA, BRASIL, MÉXICO E VENEZUELA

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado a banca examinadora da  
Universidade Federal da Grande  
Dourados para obtenção do título de  
Bacharel em Engenharia de Energia.  
Orientador: Professor Dr. Eduardo  
Mirko Valenzuela Turdera

DOURADOS-MS

2018

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).**

A554p Andrade, Ricardo Parizatti De

Perfil energético-econômico e ambiental dos quatro maiores países consumidores de energia da América Latina: Argentina, Brasil, México e Venezuela / Ricardo Parizatti De Andrade -- Dourados: UFGD, 2018.

97f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Eduardo Mirko Valenzuela Turdera

TCC (Graduação em Engenharia de Energia) - Faculdade de Engenharia, Universidade Federal da Grande Dourados.

Inclui bibliografia

1. Mercado energético. 2. Derivados do petróleo. 3. Perfil energético.  
I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

RICARDO PARIZATTI DE ANDRADE

PERFIL ENERGÉTICO-ECONÔMICO E AMBIENTAL DOS QUATRO  
MAIORES PAÍSES CONSUMIDORES DE ENERGIA DA AMERICA  
LATINA: ARGENTINA, BRASIL, MÉXICO E VENEZUELA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para a  
obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Energia na Universidade  
Federal da Grande Dourados, pela comissão formada por:

---

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Mirko Valenzuela Turdera  
FAEN – UFGD

---

Prof. Dra. Lôide Angelini Sobrinha  
FAEN – UFGD

---

Prof. Dr. Alfa Oumar Diallo  
FADIR – UFGD

DOURADOS-MS

2018

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pois sem ele nada é possível.

Aos meus pais pela educação que me foi dada, contribuindo para que eu chegasse até aqui.

A Universidade Federal da grande Dourados e aos profissionais que a compõem, que em algum momento contribuíram para minha formação.

Ao Professor Eduardo Mirko Valenzuela Turdera pelo apoio e dedicação em vários momentos ao longo do curso de graduação, disponibilizando, correções e sugestões e principalmente, por todo conhecimento específico e experiência compartilhada.

Aos amigos Rita Andrade, Savio Sanabria e Guilherme Bertechini pela paciência e ajuda, que contribuíram para a qualidade deste trabalho.

À célula de N. Sra. de Guadalupe que sempre orou por mim.

## RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo analisar o mercado energético dos derivados de petróleo do Brasil e mais três países latino-americanos perante os novos direcionadores da economia mundial, pois é fato que a transversalidade do setor energético é crucial na economia de qualquer país. Os países escolhidos da região se caracterizam por estarem entre os mais populosos do mundo, sobretudo Brasil e México, ou ter disponibilidade abundante de recursos energéticos como a Venezuela ou ter atingido um desenvolvimento social relativamente equânime, o caso da Argentina. A exploração e distribuição desses recursos energéticos deve direcionar para traçar um perfil energético do mercado de derivados de petróleo dos quatro países mencionados. Além do mais, é feita uma análise e uma comparação do comportamento do mercado energético de cada país.

Palavras-chave: mercados energéticos, derivados do petróleo, perfil energético

## ABSTRACT

*The goal of this work is to analyze the energy market of petroleum derivatives in Brazil and three other Latin American countries the face of the new directions of the world economy. Because, we know that the transversality of the energy sector is very important to the behavior of the economy of any country. The countries chosen by the region are characterized by being among the most populous in the world, especially Brazil and México, or abundant availability of energy resources, such as Venezuela or have achieved an equitable social development, the case of Argentina. The exploration and distribution of these energy resources should direct to draw an energy profile of the oil derivatives market of the four mentioned countries. In addition, an analysis and a comparison of the energy market behavior of each country is made.*

*Keywords: energy markets, oil derivatives, energy profile*

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Consumo de Energia Primária no Mundo (2016).....	20
Figura 2 - Três Combustíveis Fósseis – Carvão Mineral, Gás Natural, Petróleo .....	23
Figura 3 - Diagrama de McKelvey .....	24
Figura 4 - Relação de Reservas Provadas (2016).....	26
Figura 5 – Bandeira referente ao grupo das sete irmãs.....	29
Figura 6 - Transporte do Petróleo.....	35
Figura 7 - Destilação Fracionada do Petróleo .....	36
Figura 8 - Pirâmide do Petróleo .....	37
Figura 9 - Consumo de Combustível Por Região e País .....	39
Figura 10 - Preço do Petróleo (2016).....	40
Figura 11 - Reservas Mundiais provadas de gás natural (2016).....	43
Figura 12 - Cadeia Produtiva do Gás Natural.....	43
Figura 13 - Principais Referências de Preço dos Mercados de Gás Natural.....	45
Figura 14 – Balanço Energético das Região do Mercado de Gás Natural (2016).....	46
Figura 15 - Tipos de Carvão, Reservas e Usos .....	48
Figura 16 - Total Das Reservas Provadas no Mundo.....	49
Figura 17 - Balanço Energético do Mercado de Carvão Mineral (2016) .....	50
Figura 18 - Demanda dos Recursos Renováveis até 2030 .....	52
Figura 19 - Produção de Biocombustíveis.....	53
Figura 20 - PIB em Bilhões de Dólares (2016).....	55
Figura 21 – Evolução do PIB dos Últimos 10 anos.....	58
Figura 22 - PIB per capita .....	60
Figura 23 - Intensidade Energética.....	63
Figura 24 - Capacidade das Refinarias (1965-2016).....	64
Figura 25 - Balanço oferta/demanda do Petróleo (2016).....	66
Figura 26 - Curva de Elasticidade.....	68
Figura 27 - Elasticidade da Demanda (1965-2016) .....	70
Figura 28 - Variação Percentual do Gás Natural (2016).....	74
Figura 29 - Curva Ambiental de Kuznets.....	76
Figura 30 - Evolução da emissão de CO <sub>2</sub> com referência a América Latina.....	78
Figura 31 - Evolução da intensidade de carbono relativa à geração de energia primaria consumida entre 1965 e 2017 (milhões de toneladas de CO <sub>2</sub> por milhões de Tep). ....	79



Figura 32 - Evolução da intensidade de carbono relativa em relação ao número de habitantes em 10 anos (milhões toneladas de CO <sub>2</sub> por habitante) .....	80
Figura 33 - Maiores PIB do Mundo 2016.....	97
Figura 34 - Emissões de CO2 per capita em 2016.....	97

## TABELAS

Tabela 1 - Maiores Reservas Provadas de Petróleo (2016) .....	31
Tabela 2 - Maiores Produtores de Petróleo (2016).....	33
Tabela 3 - Reservas de Petróleo em Diversas Taxas de Crescimento .....	34
Tabela 4 - Maiores consumidores de petróleo (2016).....	38
Tabela 5 - Dados de Exemplo para o Cálculo de Elasticidade .....	69

## EQUAÇÕES

Equação 1 - Estimativa da Reserva de Petróleo.....	33
Equação 2 - Cálculo Para Intensidade Energética .....	60
Equação 3 - Cálculo de Elasticidade.....	68
Equação 4 - Intensidade de emissão de CO2 por unidade consumida do PIB.....	77

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica  
ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis  
API - American Petroleum Institute  
BMV - Bolsa Mexicana de Valores  
BTU - “British Thermal Unit”  
CFCs – Clorofluorcarbonos  
CH<sub>4</sub> - Metano  
CIF - “Cost, Insurance and Freight”  
CNH - Comissão Nacional de Hidrocarbonetos  
CO<sub>2</sub> – Dióxido de Carbono  
Ep - Elasticidade-Preço da Demanda  
EUA - Estados Unidos da América  
FMI - Fundo Monetário Internacional  
FOB - “Free On Board”  
GEE – Gases do Efeito Estufa  
GLP - Gás Liquefeito de Petróleo  
GNL - “Liquified Natural Gas”  
H<sub>2</sub>S - Sulfeto de Hidrogênio  
HCL - Ácido Clorídrico  
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
IRENA - Agência Internacional de Energias Renováveis  
IEA – “International Energy Agency”  
IIE – Índice de Intensidade Energética  
INE - Instituto Nacional de Ecologia  
Kcal/Kg - Quilocaloria obtida por quilo de combustível  
M<sup>3</sup> - Metro Cúbico  
N<sub>2</sub> - Nitrogênio  
N<sub>2</sub>O – Óxido nitroso  
NDC - Contribuição Nacional Determinada  
O<sub>3</sub> – Ozônio  
OCDE – Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico  
OIN - Instituto Nacional de Estatística

OMM - Organização Meteorológica Mundial

OPEP - Organização dos Países Exportadores de Petróleo

PB – *“British Petroleum”*

PDVSA - “Petróleos de Venezuela, Sociedad Anónima”

PEMEX - “Petróleos Mexicanos”

PIB - PIB – Produto Interno Bruto

PNUMA - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

TEP – Tonelada Equivalente de Petróleo

WMO – *“World Meteorological Organization”*

WTI – *“West Texas Intermediate”*

YPF – *“Yacimientos Petrolíferos Fiscales”*

# Sumário

INTRODUÇÃO .....	14
1.1    DEMANDA DE ENERGIA PRIMÁRIA NO MUNDO.....	19
1.2    COMBUSTÍVEIS FÓSSEIS .....	22
1.2.1    PETRÓLEO.....	26
1.2.1.1    CADEIA DE VALOR DO PETRÓLEO.....	26
1.2.1.2    PRINCÍPAIS <i>PLAYERS</i> NO MERCADO DE PETRÓLEO.....	28
1.2.1.3    CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DO MERCADO MUNDIAL .....	31
1.2.1.4    ESTIMATIVA DA RESERVA DE PETRÓLEO UTILIZANDO CRESCIMENTO COMPOSTO .....	33
1.3    DERIVADOS DO PETRÓLEO .....	34
1.3.1    REFINO DO PETRÓLEO.....	34
1.3.2    PETRÓLEO E O SEU CONSUMO MUNDIAL.....	37
1.3.3    PREÇO DO PETRÓLEO.....	39
1.4    GÁS NATURAL.....	41
1.4.1    CADEIA DE VALOR ECONÔMICO DO GÁS NATURAL .....	42
1.4.2    PRODUÇÃO DO GÁS NATURAL .....	43
1.4.3    PRINCÍPIO DA FORMAÇÃO DO PREÇO NO MERCADO GASÍFERO .....	44
1.4.4    DEMANDA DE GÁS NATURAL NO MUNDO.....	46
1.5    CARVÃO MINERAL .....	47
1.4.2    CADEIA PRODUTIVA DO CARVÃO MINERAL.....	48
1.6    RECURSOS RENOVÁVEIS .....	50
1.4.2    BIOCOMBUSTÍVEIS.....	52
2    MERCADOS ENERGÉTICOS, DE QUATRO PAÍSES LATINOAMERICANOS: ARGENTINA, BRASIL, MÉXICO E VENEZUELA. ....	54
2.1    PRODUTO INTERNO BRUTO.....	54
2.2    PIB PER CAPITA.....	58
2.3    INTENSIDADE ENERGÉTICA.....	60

2.4	CAPACIDADE E DEMANDA DE PETRÓLEO.....	63
2.4.1	ELASTICIDADE-PREÇO DA DEMANDA.....	66
2.5	MERCADO DE GÁS NATURAL .....	71
2.6	EMIÇÃO DE GASES ESTUFA ( <i>GEE</i> ).....	74
2.6.1	CURVA AMBIENTAL DE KUZNETS.....	75
2.6.2	EMIÇÃO DE GASES ESTUFA POR UNIDADE CONSUMIDA ( <i>Per-Capita</i> )	76
3	CONCLUSÕES.....	81
3.1	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....	83
4	REFERÊNCIAS .....	84
	ANEXO I.....	97

## INTRODUÇÃO

A moderna indústria do petróleo tem como marco na data de meados do século XIX, quando 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 do petróleo. 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 em 1874. (BAHIA, 2006)

Estima-se que até 1961 em torno de 18 bilhões de toneladas de petróleo haviam sido consumidas (ARAGÃO, 2006). Desse total quase 50% foram gastos na década 1950-60 quando a taxa de consumo aumentou rapidamente na maior parte do mundo. Pois no período pós-guerra, principalmente quando os Estados Unidos suspenderam, em agosto de 1945, o racionamento de gasolina, 26 milhões de carros estavam em circulação. Em 1950 as vendas de gasolina nos EUA foram 42% mais altas que cinco anos atrás, ou seja, o petróleo surgia como a principal fonte para atender à necessidade energética americana.

O Consumo de 1960, de mais de 1 bilhão de toneladas de petróleo, tinha sido relacionado com as reservas descobertas, que se situavam naquele ano, um pouco acima de 40 bilhões de toneladas o que indicava um futuro para a indústria de pouco menos de quarenta anos.

Com exceção de um curto período de tempo que foram ultrapassados pela Rússia, os Estados Unidos sempre ocuparam o primeiro lugar entre os países produtores de petróleo, muito a frente de seus concorrentes. Em 1938, mais de 170 milhões de toneladas de petróleo eram extraídas do solo americano, mesmo sob pressão das exigências da guerra e pós-guerra para atender as necessidades civis principalmente. Em 1956, o nível recorde de exploração tinha sido atingido com 352 milhões de tep<sup>1</sup>. Destacando-se a região dos *Montes Apalaches* (Pensilvânia, Ohio, Virgínia) onde foi o início da indústria petrolífera,

---

<sup>1</sup> Tep = 7,11, 7,33, ou 7,4 barris de petróleo equivalente

o segundo lugar na produção de petróleo pertencia a Rússia, que depois foi ultrapassada pela Venezuela em 1945. (ROSA e GOMES, 2004)

O Irã, cuja produção se desenvolveu consideravelmente, sobretudo após a primeira guerra mundial, chegou a produzir em 1950, cerca de 132 milhões de toneladas por ano. Já a Arábia Saudita encontrava-se ainda, ao começar a II Guerra, no período da descoberta das suas reservas de petróleo.

As hostilidades retardaram o desenvolvimento dessa região, mas logo que se restabeleceu a paz, a península arábica começou a ser explorada por companhias americanas em ritmo acelerado. Com a produção iniciada em 1945, e uma grande quantidade de reservas provadas, em 1948 a produção alcançou 19 milhões de toneladas, já em 1956, a produção era de 48 milhões de toneladas, e a do Iraque de 50 milhões de toneladas em 1961. (MARTIN, 1992)

Kuwait, uma pequena província petrolífera do Golfo Persico, obteve uma ascensão verdadeiramente assombrosa. A produção comercial começou em 1947, em 1951 chegou a 28 milhões de toneladas e, em 1956, num novo salto, atingiu as 55 milhões de toneladas.

Em 1901, pela primeira vez foi encontrado a primeira jazida de petróleo no México e uma das mais importantes para o país, o empresário inglês Weetman Pearson, proprietário da petroleira *Mexican Eagle*, que se tornou uma das maiores do mundo; em seguida ocorreu uma profusão de descobertas de novas reservas, que levaram o México a se tornar, em 1921, o segundo produtor mundial de petróleo, após os Estados Unidos.

Porém, de 1918 a 1927, viu a sua produção decair quase continuamente a partir de 1921, ano em que atingiu sua produção máxima com 29 milhões de toneladas: os depósitos antigos se esgotaram e as novas políticas desencorajaram novas buscas por reservas. Desde 1947, México se vê lutando contra essa decadência, favorecida pelo monopólio governamental de Petróleos Mexicanos – PEMEX, os gestores e sindicatos corruptos.

Com o refino do petróleo e o crescente interesse pelo querosene como fonte barata de iluminação, a procura por fontes de petróleo se intensificou nos Estados Unidos, na década de 1850. Em 1854, um grupo de investidores de Nova York interessado em querosene contratou um cientista renomado, Benjamin Silliman, da Universidade de Yale nos Estados Unidos, para conduzir um estudo sobre o potencial do petróleo para a produção de derivados. (MORAIS, 2013)

Em seu trabalho, Silliman demonstrou que o petróleo, ao ser aquecido a níveis cada vez mais elevados de temperatura, diversos produtos valiosos, compostos de carbono e hidrogênio, podem ser obtidos, entre os quais o querosene para iluminação. E a partir disso o grupo de investidores levantou capital financeiro, por meio da empresa *Pensylvania Rock Oil Company*, com o propósito de empreender a exploração do petróleo.

Assim o primeiro poço explorado foi no estado da Pensilvânia no vilarejo de Titusville, pelo explorador Edwin Drake, quem já usava técnicas de perfuração utilizadas por exploradores de sal. A cerca de 21 metros de profundidade, Edwin encontrou a primeira jazida de petróleo a partir da prospecção.

A partir desta descoberta, diversas acumulações de petróleo foram descobertas em seguida, e a partir de 1860 começou a produção de querosene em grande escala, com a construção de diversas destilarias na região, conhecida pela designação de *Oil Regions*. Como resultado da corrida a descoberta de fontes de petróleo, a produção no estado alcançou 450.000 barris, em 1860, 3 milhões de barris, em 1862 (YERGIN, 2010; SMIL, 2008).

Após a descoberta pioneira, em 1859, o principal acontecimento na indústria petroleira, do século XIX, deu-se em janeiro de 1870, quando cinco empresários, liderados por John D. Rockefeller, fundaram a empresa Standard Oil Company, em Cleveland, no estado de Ohio (EUA). Esta companhia desenvolveu conceitos necessários para desenvolver e estabelecer a padronização dos derivados do petróleo possibilitando ampliação do consumo e melhoria na qualidade.

Na década de 1880, o querosene se tornou o principal produto industrial exportado pelos Estados Unidos, a Standard Oil controlava cerca de 90% das refinarias americanas, todas associadas a Standard Oil, que passou a agir de forma coordenada. (YERGIN, 2010).

Standard Oil dominou o mercado de produtos petrolíferos inicialmente através da integração horizontal no setor de refinação e, posteriormente, integração vertical ; a empresa foi uma inovadora no desenvolvimento da confiança das empresas . A confiança Standard Oil aumentou a produção e a logística, reduziu os custos e prejudicou os concorrentes (YERGIN, 2010).

Com isso o avanço na procura de novas jazidas de petróleo avançou pelo final do século XIX, nos Estados Unidos, Ásia e no Leste Europeu, impulsionados



de obter além do querosene, novos produtos, tais como óleo combustível, graxa, óleos lubrificantes, vaselina, parafina e gasolina que já era usada antes da invenção do motor a combustão interna, na década de 1880, como solvente e na produção de gás iluminante (YERGIN, 2010).

No Oriente Médio, exploradores ingleses começaram a perfurar poços na Pérsia (Irã), em 1901, mas só em 1908 em Masjid-i-Suleiman, foi encontrada a primeira jazida, e em 1909, para administrar a exploração como fonte de energia persa foi fundada a companhia Anglo-Persian Oil Company (atualmente British Petroleum), apoiada pela acionaria da empresa Burmah Oil.

Outras explorações importantes ocorreram no Iraque, em 1925, após a assinatura de uma concessão entre o governo do país e empresários ingleses, seguida da presença de geólogos das empresas Anglo-Persian e Royal-Dutch, além de empresários norte-americanos. Assim, após abundância de petróleo nos campos de Kirkur, na localidade de Baba Gurgur, no Iraque, em 1927, um acordo foi criado em 1928, permitindo dividir a produção entre empresas inglesas, francesas e norte-americanas (YERGIN, 2010).

No Kuwait, foram iniciadas as explorações em 1935, onde em 1938, do campo Burgan, o segundo maior do mundo. Já na Arábia Saudita as descobertas ocorreram em 1938 no campo de Damman, pela empresa norte-americana Standard Oil company, e em seguida, a Socal se associou a Texaco para comercializar o petróleo do Oriente Médio, por meio da empresa Arabian America Oil company (Aramco). Em 1948, foi descoberto no país o maior campo de petróleo e até hoje a região é considerado uma das maiores reservas do mundo, o Campo de Ghawar, responsável pela maior parte de petróleo extraído na Arábia Saudita.

A Standard Oil dominou amplamente o mercado mundial de petróleo até as primeiras décadas do século XX, e com a abertura de novos mercados e a inclusão de novos consumidores mundiais, foi reforçada por investir em tecnologia e na qualidade dos seus derivados. Contudo seu crescente poder usou práticas anticoncorrenciais que levantou forte oposição política. A eliminação de competidores e a prática de suborno para aprovação de leis

favoráveis levou o presidente Theodore Roosevelt a iniciar uma ação antitruste<sup>2</sup> para obter a sua dissolução.

E com um longo processo judicial, a suprema corte determinou em 1911, com base no Ato Antitruste Sherman, de 1890, o desmembramento da Standard Oil em dezenas de companhias, como propósito de diminuir sua força. A maior firma que surgiu após a divisão foi a holding Standard Oil of New Jersey (antiga Esso e, agora, Exxon). Até 1911, a Standard Oil refinava mais de três quartos de todo petróleo dos Estados Unidos (YERGIN, 2010).

E assim as técnicas de exploração de petróleo continuavam a ser aperfeiçoadas nas primeiras décadas do século XX, sempre acompanhando o aumento do consumo de derivados. Após 1920, a procura por petróleo passou a contar com ajuda de uma nova ciência, a geofísica, que com o aprimoramento durante a primeira Guerra Mundial, o sismógrafo de refração, deu uma nova forma de “ver o subsolo”. O sismógrafo foi utilizado em exploração de petróleo na Europa Oriental, e logo depois nos Estados Unidos, em 1923-1924, fornecendo dados e análises geológicas a procura de novas reservas de petróleo (Yergin, 2010, p. 244).

Nos trabalhos de perfuração para atingir maiores profundidades foi adotada a técnica de perfuração rotativa (<sup>3</sup>*Rotary drilling*), a técnica adotada para perfuração de grandes poços, em 1901 no Texas, na cidade de Beaumont a primeira jazida de petróleo em poço jorrante, que chegou a produzir 75.000 barris de petróleo por dia.

Em continuação aos avanços técnicos no refino de petróleo para produção de derivados, uma equipe de pesquisadores da Standard Oil desenvolveu, por meio de pesquisas entre 1909-1912, o processo de craqueamento térmico do petróleo. Esse método ocasionou importantes mudanças da indústria de derivados do petróleo, permitindo dobrar as quantidades de gasolina gerada por barril, e logo em 1910, a gasolina superou

---

<sup>2</sup> Ato de regulação que visava garantir a concorrência entre as empresas nos Estados Unidos, evitando que qualquer delas se tornasse suficientemente grande para ditar as regras do mercado em que atuava.

<sup>3</sup> Perfuração rotativa é caracterizada como um método de perfuração que emprega uma broca afiada rotativa para atravessar a crosta terrestre. Um dos métodos de perfuração mais eficazes e comuns, é usado nas indústrias de construção, mineração e petróleo por sua capacidade de cortar até mesmo as formações mais difíceis

a produção de querosene, mas o fato que incentivou a procura de mais jazidas foi o aumento na produção de óleo diesel para seu uso em navios, trens e máquinas em geral.

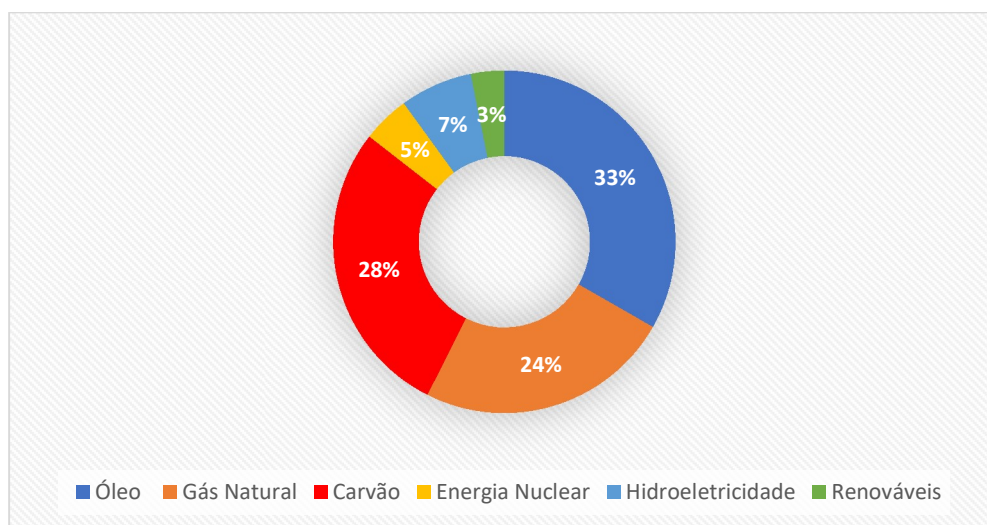
E ao final da Primeira Guerra Mundial o petróleo era o combustível vital para economia e a própria sobrevivência das nações, utilizado no transporte de pessoas e cargas, deslocamento de máquinas de guerra, assim as jazidas passaram a ser consideradas conceito de soberania e independência dos países. Seis anos após o término da guerra, em 1925, os maiores produtores eram os Estados Unidos, que detinham cerca 70% da produção mundial, México, Rússia, Pérsia (Irã), Índias Orientais Holandesas (atual Indonésia), Venezuela e Romênia. Também já se produzia petróleo na Argentina, descoberto na Patagônia, em 1907 (YERGIN, 2010).

## 1.1 DEMANDA DE ENERGIA PRIMÁRIA NO MUNDO

Os padrões de oferta e demanda de energia sofreram modificações ao longo da história. Assim, pode-se destacar alguns momentos importantes na transformação da matriz energética mundial, como uso da madeira como um dos primeiros recursos energéticos, depois a substituição pelo carvão mineral e a introdução do petróleo como principal recurso energético atualmente.

Na figura 1, é demonstrado a energia primária consumida no mundo em porcentagem, conforme o relatório da British Petroil (2014). É de se notar que apesar do desenvolvimento tecnológico para aumentar a utilização de recursos renováveis tais como, solar, eólica, biomassa, entre outras, ainda há barreira geopolítica e estratégica, para atender a demanda mundial.

Figura 1 - Consumo de Energia Primária no Mundo (2016)



Fonte: BP Statistical Review of World Energy 2017

Mas, fatores como o desenvolvimento tecnológico voltado para a extração e a produção, a transmissão e a distribuição de energia, o crescimento demográfico e econômico entre outros, propiciaram as transformações e substituições de fontes energéticas seja para manter os padrões de crescimento, seja para garantir o desenvolvimento e atender as mais diversas necessidades energéticas e desejos de consumo da sociedade.

No ano de 2017 o crescimento econômico global teve acelerado moderadamente para 2,7%, acima dos 2,3% registrados em 2016 à medida que diminuem as dificuldades dos países emergentes para exportarem matérias primas e continuar a sólida demanda doméstica das economias desenvolvidas importadoras. Mantendo, o modelo econômico praticamente imutável. O crescimento nos países de economia desenvolvida estima-se que será de 1,8% em 2017, frente 1,6% no ano passado, segundo o Banco Mundial. (ISTOÉ, 2018)

O estímulo fiscal nas economias desenvolvidas especialmente nos Estados Unidos, poderá gerar um crescimento doméstico e global mais rápido do que o projetado. Agora o avanço nos mercados emergentes e nas economias em desenvolvimento deverá acelerar para 4,2% este ano em comparação com 3,4% no ano passado, em meio a um modesto aumento do preço dos produtos básicos. Para o Brasil a projeção é de leve avanço de 0,5% frente a uma queda de 3,4% ocorrido em 2016.

Dentre os países sob o foco de estudo, a redução da consolidação fiscal e o fortalecimento dos investimentos deverão apoiar o crescimento na Argentina que em 2017 caminhou a um ritmo de 2,7%. Ao passo que, segundo, a República Bolivariana da Venezuela continuou a sofrer graves desequilíbrios econômicos ao passar por uma contração de 4,3% do PIB. No Caribe o crescimento deverá ser amplamente estável em 3,2%. (WORLD BANK, 2017)

Enquanto prevalece o crescimento da economia o sistema energético na América Latina tem sido tradicionalmente marcado por dois vetores paralelos: a integração regional com base em abastecer o mercado norte-americano e a heterogeneidade dos vários modelos energéticos nacionais com os próprios países produtores. Ambos os vetores prevalecem embora, experimentam mudanças significativas nos últimos anos, tanto por eventos perturbadores como a revolução não convencional de quantificar as reservas venezuelanas de petróleo pesado ou a descoberta de jazidas de petróleo em águas ultra profundas do pré-sal brasileiro. (MORAIS, 2013)

Atualmente a Venezuela possui aproximadamente um terço das reservas mundiais de petróleo, uma porcentagem semelhante da Arábia Saudita, com uma estimativa de 297,7 bilhões de barris (bb). (BARBOSA, 2016)

Embora, a Venezuela apresente uma grande quantidade das reservas de petróleo, desde o fim de 2008, assistimos a uma queda continuada no preço do petróleo. Isso não é uma consequência das altas demandas de produção de petróleo e sim, uma questão do mercado mundial e da geopolítica que o permeia.

A queda que se acentuou nas primeiras semanas do ano de 2016, em que o barril custava US\$130,00 antes da crise, foi para US\$ 30 no final do ano, embora especialistas afirmam que a principal causa da queda é o aumento da produção americana, graças a novas tecnologias inovadoras, que apesar de serem caras, no ambiente de preços altos dos últimos anos foi rentável extrair petróleo e gás inalcançável através de poços tradicionais.

Outros motivos seriam também, o aumento da produção de petróleo no mundo, só o Iraque, passou de uma produção diária de 3,3 milhões de barris, em 2014, para 4,3 milhões de barris no final de 2015. A Arábia Saudita, o grande balizador do mercado de petróleo mundial, mesmo com um déficit orçamental recorde de 89,2 bilhões de euros em 2015 devido à queda do preço do petróleo bruto continuou a produzir mais e não menos petróleo, como era de se esperar.

E para todos os efeitos dessa instabilidade financeira, devido a busca de recursos energéticos, seria possível identificar dois cenários de planejamento energético como prováveis soluções para melhorar a economia principalmente nas nações da América Latina. O primeiro é o da utilização de técnicas convencionais, para a produção de energia elétrica com base tanto nos recursos hídricos quanto nos recursos mineirais, principalmente o carvão e o urânio, este último ainda está sujeito a discussões de toda a ordem. (BECK, 2016)

O segundo cenário seria o da utilização de modelos energéticos importados em aprimoramento, tais como gaseificação e liquefação do carvão, a energia eólica, solar e outros, sempre tangenciando o problema da validade e disponibilidade econômica dessas soluções.

Além de que a utilização de recursos energéticos provenientes de combustíveis fósseis, existe a preocupação, que não passa mais despercebida, com as emissões de gases do efeito estufa, dentre eles os principais são, dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) e clorofluorcarbonos (CFCs), estão se tornando cada vez mais preocupantes.

O secretário-geral da *World Meteorological Organization* (WMO), Michel Jarrud, ressaltou que o aumento do efeito estufa na atmosfera atinge “todos os aspectos da vida na terra”. “Já se constata que os oceanos estão ficando mais ácidos, como resultado da absorção de dióxido de carbono, com possíveis repercussões para a cadeia alimentar submarina e corais”, além do aumento da temperatura do planeta em até 2 °C até 2040 (EBC, 2012).

## 1.2 COMBUSTÍVEIS FÓSSEIS

Os combustíveis fósseis são por definição, grupo de recursos naturais são bens extraídos na natureza de forma direta ou indireta e são transformados para a utilização na vida do ser humano.

A produção de energia por meio de sua queima, e que são oriundos da decomposição de material orgânico ao longo do tempo. Os três principais tipos de combustíveis fósseis são o petróleo, o gás natural e o carvão mineral, embora existam outros, como o xisto betuminoso.

Figura 2 - Três Combustíveis Fósseis – Carvão Mineral, Gás Natural, Petróleo



Fonte: próprio autor, 2017.

Mas, antes da formação desses combustíveis fósseis virarem petróleo, gás e/ou carvão, essa matéria orgânica decomposta a milhões de anos, originou-se, segundo muitos cientistas, da formação do querogênio. A matéria orgânica em decomposição e ainda submetida a pequenas profundidades e baixas temperaturas (até 1000 m e 50°C) ocorrem transformações denominadas de diagênese.

O resíduo da degradação microbiana passa em seguida por mudanças químicas que resultam em uma progressiva condensação e insolubilidade da matéria orgânica. Dando como produto final da diagênese o querogênio, definido como a fração insolúvel da matéria orgânica presente nas rochas sedimentares. Além do querogênio, existe uma fração solúvel, composta por hidrocarbonetos e não-hidrocarbonetos, denominado betume. (PGT, 2016)

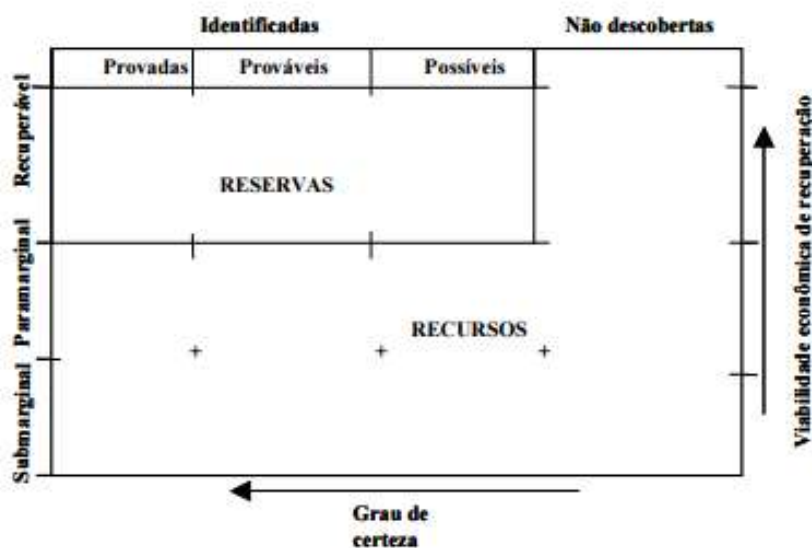
Para o petróleo ter o seu grande valor agregado, quando retirado na sua forma bruta (cru), é levado para o refino e classificada em uma escala hidrométrica criada pelo *American Petroleum Institute* (API), utilizado para medir a densidade relativa de óleos e viscosidade, a partir disso é estabelecido um parâmetro para quais derivados será retirado no refino.

Petróleo leve, sem impurezas, possui o API maior que 30, constituído basicamente por alcanos (petróleo parafínico), e uma porcentagem de 15 a 25% de cicloalcanos, um petróleo que contém de 25 a 30% de hidrocarbonetos aromáticos, um petróleo médio (petróleo naftênico) com um API entre 22 e 30, e com grande concentração de hidrocarbonetos aromáticos temos o petróleo pesado (petróleo aromático) com um API menor que 22. (ANP, 2016)

E depois que é descoberto e classificado, conforme as definições referentes aos recursos energéticos existentes, é possível analisar como esses recursos são encontrados e quantificados referente a sua descoberta, e um dos métodos para esse tipo de análise é mediante o diagrama de McKelvey.

Esse método desenvolvido por Vincent McKelvey, geólogo sênior da U.S Geological Survey, chamado diagrama de McKelvey, é usado para categorizar os diferentes tipos de recursos petrolíferos que existem em uma área determinada. O eixo vertical mostra o custo decrescente do produto final, começando pelo canto inferior esquerdo que indica o produto de maior custo de recuperação, como mostra a figura 2, abaixo.

Figura 3 - Diagrama de McKelvey



Fonte: Adaptado MC Kelvey, *op. Cit.*, (2016)

O eixo horizontal mostra a incerteza decrescente da descoberta. As reservas ocupam o canto superior esquerdo desse retângulo e são definidas como aqueles recursos, que são bem conhecidos por meio da prospecção e que podem ser recuperados com preços e tecnologias atuais. O lado direito do diagrama se refere a recursos ainda não descobertos cuja incerteza aumenta na medida em que se afasta do eixo vertical para a direita.

O lado esquerdo, além da área correspondente às reservas conhecidas (de baixa incerteza), cujo os custos de extração são inviáveis. Geralmente as reservas são divididas em reservas comprovadas, indicadas e inferidas, às



vezes em provadas, prováveis e possíveis sob outra nomenclatura. As comprovadas são aquelas prontas para sua extração e produção em reservatórios conhecidos, sob condições econômicas e tecnologias consolidadas .

Reservas indicadas são quantidades recuperáveis de jazidas conhecidas por meio de melhoramento das técnicas de recuperação. E as inferidas são os depósitos esperados em jazidas identificadas, porém ainda não quantificadas.

E devido à capacidade de descoberta no mercado petrolífero de curto e médio prazo é condicionado por um limite de disponibilidade mais restritivo, denominado capacidade de produção disponível sustentável, para um dado período de tempo, sem comprometer a quantidade de jazidas de óleo extraído.

Este limite, também conhecido como produção econômica das reservas, é medido pela razão, convencionalmente designada, Reserva por produção “R/p”. Esta razão relaciona o fluxo de produção ( $b/d$ = barris por dia;  $b/a$ =barris por ano), num determinado período de tempo  $t$ , e a disponibilidade de reservas. A informação obtida é um valor numérico dado em anos interpretado como as reservas disponíveis para manter de produção nesse fluxo de produção. (BRUCHER, 2008)

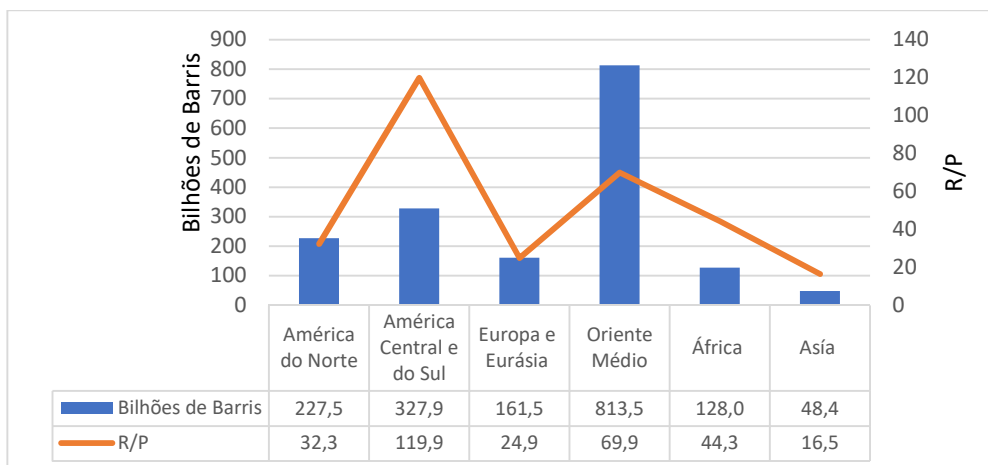
Como já citado, a relação R/p é o principal dado da dinâmica da indústria mundial do petróleo no curto e médio prazo. E tem como objetivo estabelecer a duração, por país ou por região, da produção atual, considerando as reservas fixas.

A figura apresenta no lado esquerdo a relação da quantidade de reservas provadas de petróleo por região geográfica continental, em seu lado direito a relação ao período de tempo disponível das reservas. Mas é pertinente que haja uma variação, devido a busca de novos campos de prospecção do petróleo, condições de produção e consumo, desenvolvimento de novas tecnologias para extração do petróleo, entre outros.

Ou seja, por exemplo, o Oriente Médio é a região que apresentou a maior quantidade de reservas, cerca de 800 bilhões de Barris, mantendo os seus níveis de produção e consumo e sem descobertas de novas jazidas de petróleo, demoraria em torno de 70 anos para suas reservas se esgotem.

Ao contrário, da América Central e do Sul, onde tem-se uma relação maior entre as reservas provadas, em que mantendo seus níveis de produção e consumo supera os 100 anos.

Figura 4 - Relação de Reservas Provadas (2016)



Fonte: BP Statistical Review of World Energy 2017

## 1.2.1 PETRÓLEO

### 1.2.1.1 CADEIA DE VALOR DO PETRÓLEO

Este conceito de cadeia produtiva foi desenvolvido como instrumento de visão sistêmica. Parte da premissa de que a produção de bens pode ser representada como um sistema, no qual os diversos agentes estão interconectados por fluxo de materiais, de capital e de informação, objetivando suprir um mercado consumidor final com os produtos do sistema.

Um dos instrumentos para esse conceito seria um preço negociável entre mercadorias na bolsa de valores internacionais, dependente de algumas circunstâncias do mercado, como a oferta e a demanda. Este instrumento é o que denominamos de *commodity*, que traduzido da palavra inglesa significa mercadoria. (BINI; CANEVER; DENARDIN, 2015)

As commodities são artigos de comércio, bens que não sofrem processos de alteração (ou que são pouco diferenciados). Geralmente, trata-se de recursos

minerais, vegetais ou agrícolas, tais como o petróleo, carvão mineral, soja, entre outros. Esses produtos, em grande parte, influenciam o comportamento em determinados setores econômicos ou até da economia como um todo. (BINI; CANEVER; DENARDIN, 2015)

Outra importância das commodities é no desempenho da economia, sobretudo países que estão em desenvolvimento, e dependem muito de uma cotação no mercado de valores internacional. Pois, nesses países sua economia concentra-se muito na exportação de tais recursos e/ou commodities, normalmente conhecidos como países “rentistas” pois, dependem quase exclusivamente da renda obtida da exportação da commodity.

Assim, quando ocorre uma crise conjuntural ou estrutural, esses países sentem muito as flutuações do mercado, em outras palavras, trata-se de quanto é vulnerável sua economia às flutuações da commodity no mercado internacional. Uma vez que, se as exportações caem a economia nacional entra em choque e sentem muito as oscilações do preço, haja visto que necessita dessas commodities para abastecer e manter sua dinâmica industrial e comercial e as vendas ao mercado externo, no sentido de manter fortalecido seu setor primário<sup>4</sup>.

Assim, no que se refere a um empreendimento ou projeto que requer um alto grau de capital intensivo, muitas vezes de elevados riscos, uma vez que um investimento elevado, de dinheiro ou bens corpóreos, é necessário. Geralmente, muitas empresas ou projetos que produzem bens tangíveis exigem mais capital do que as empresas de serviço.

A indústria de petróleo é uma indústria de capital intensivo pois, para a perfuração de petróleo, um grande investimento inicial é feito na compra da terra

---

<sup>4</sup> O setor primário está relacionado a produção através da exploração de recursos da natureza. Podemos citar como exemplos de atividades econômicas do setor primário: agricultura, mineração, pesca, pecuária, extrativismo vegetal e caça. É o setor primário que fornece a matéria-prima para a indústria de transformação.

O setor secundário está relacionado a economia que transforma as matérias-primas (produzidas pelo setor primário) em produtos industrializados (roupas, máquinas, automóveis, alimentos industrializados, eletrônicos, casas, etc.)

O setor terciário está relacionado aos serviços. Os serviços são produtos não metálicos em que pessoas ou empresas prestam a terceiros para satisfazer determinadas necessidades. Como atividades econômicas deste setor econômico, podemos citar: comércio, educação, saúde, telecomunicações, transporte, serviços de limpeza, serviços de alimentação, turismo, serviços bancários e administrativos, transportes, etc.

e/ou no equipamento de perfuração. Este grande investimento é feito antes da primeira perfuração.

Uma vez que o óleo é golpeado no pedaço de terra, a sua retirada por unidade não será de alto valor agregado; o mesmo equipamento de perfuração e a mesma terra é usado para fazê-lo. Assim, quanto mais o bem produzido pelo investimento de capital, mais baixo o custo real do investimento acaba por ser.

#### 1.2.1.2 PRINCÍPAIS *PLAYERS* NO MERCADO DE PETRÓLEO

O mercado petróleo teve um dos seus maiores agravos, quando a expressão criado por Enrico Mattei, quando era diretor da petrolífera Italiana *Agip-ENi*, que acusava o oligopólio, formado pelo que chamava das “sete irmãs”, de formar um cartel que dominava o mercado petrolífero mundial em 1960.

Essas empresas eram formadas pela *Royal Dutch Shell*, atualmente chamada simplesmente de Shell; *Aglo-Persian Oil Company*, atualmente conhecida pelas iniciais PB (British Petroleum); *Standart Oil of New Jersey* e *Standart Oil of New York*, onde fundiram mais tarde formando a ExxonMobil e a Texaco, *Standard Oil of California* e a *Gulf Oil*, em que a fusão das três deu origem a Chevron.

Esse grupo das sete irmãs, cinco empresas norte-americanas e duas britânicas, dificultava na forma que outras empresas entrassem no mercado petrolífero, dificultando o acesso de novas companhias. Essas petrolíferas além de controlarem o preço do petróleo ao seu favor, também impediam simultaneamente que novas companhias tivessem acesso a essas reservas, bem como impediam que os governos dos países onde petróleo era extraído assumissem o controle. (ARAÚJO, 2017)

Figura 5 – Bandeira referente ao grupo das sete irmãs



Fonte: Adaptado pelo autor (2017).

Em 1960 alguns países do Oriente Médio notaram que detinham grandes reservas e grandes produção de petróleo, notaram que poderiam tomar o controle do mercado petrolífero, que antes era influenciado pelas “Sete Irmãs”. E assim, estatizando essas grandes companhias, criaram pela primeira vez uma organização liderada pelos países que mais exportavam petróleo.

A chamada Organização dos Países Exportadores de Petróleo (OPEP), que atua como um cartel e detém aproximadamente 75% das reservas mundiais de petróleo, sendo responsável pelo abastecimento de 40% do mercado mundial. A OPEP também é responsável por desenvolver estratégias geopolíticas na produção e exportação do petróleo, além de controlar os valores nas vendas do produto.

Os membros fundadores da OPEP foram: Irã, Iraque, Kuwait, Arábia Saudita e Venezuela posteriormente outros países integraram à Opep: Catar (1961); Indonésia (1962), Líbia (1962), Emirados Árabes Unidos (1967), Argélia (1969), Nigéria (1971), Equador (1973) - que suspendeu a sua adesão de dezembro de 1992 a outubro de 2007, Angola (2007) e Gabão (1975-1994). (FRANCISCO, 2017)

Diante da criação da OPEP, e para contestar suas ações, os países desenvolvidos que aceitaram os princípios da democracia representativa e da economia livre de mercado, com propósito de solucionar problemas comuns de

políticas econômicas e coordenar políticas internacionais, fundaram a Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE).

Liderada por Robert Marjolin da França, a OCDE foi criada para ajudar a gerir o Plano Marshall<sup>5</sup> para a reconstrução da Europa após a Segunda Guerra Mundial. A OCDE foi criada em 30 de setembro de 1961, sucedendo à Organização para a cooperação Econômica Europeia, criada em 16 de abril de 1948. A OCDE também é chamada de “Grupo dos Ricos”, porque os 33 países participantes produzem juntos mais da metade de toda riqueza do mundo.

Em virtude da criação da OPEP, foi uma forma de reivindicar perante uma política de achatamento de preços praticada pelo cartel das grandes petroleiras ocidentais – as chamadas “sete irmãs”. O objetivos da OPEP, foram definidos pela organização na conferência de Caracas (1961), em que aumentariam a receita dos países-membros, a afim de promover o desenvolvimento; assegurar um aumento gradativo do controle sobre a produção de petróleo, ocupando o espaço das multinacionais; e unificar as políticas de produção. A OPEP aumentou os royalties pagos pelas transnacionais, alterando a base de cálculo, e as onerou com um imposto.

A crise do petróleo veio a desencadear num *déficit* de oferta, com o início do processo de nacionalização e de uma série de conflitos envolvendo os produtores árabes da OPEP, como a guerra dos Seis Dias (1967), a guerra do Yom Kipur (1973), a revolução islâmica no Irã (1979) e a guerra Irã-Iraque (a partir de 1980), além especulações financeiras. Assim os preços do barril de petróleo atingiram os mais altos valores comerciais o que provocou prolongada recessão nos Estados Unidos e na Europa e desestabilizou a economia Mundial. (VICENTE, 2009)

---

<sup>5</sup> Plano Marshall - Com o final da Segunda Guerra Mundial, muitos países ficaram destruídos. Era necessário muito investimento financeiro para a reconstrução destes países. Neste contexto, foi criado nos Estados Unidos pelo então secretário de Estado George Marshall, um plano econômico cujo principal objetivo era possibilitar a reconstrução dos países capitalistas. A ajuda foi feita, principalmente, através de empréstimos financeiros. Logo foi uma estratégia Americana para fortalecer o Capitalismo e a hegemonia dos Estados Unidos, o plano foi colocado em operação em 1947

### 1.2.1.3 CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DO MERCADO MUNDIAL

Hoje os Estados Unidos, que são donos da maior economia do Mundo e o mais dependente do petróleo, perceberam a importância de manter algum controle sobre as principais regiões produtoras desde o início do século passado.

Na década de 1930, estabeleceram suas primeiras alianças com os países do Golfo Pérsico entre eles a Arábia Saudita. Algum tempo depois, partiram para as reservas da África acompanhados pelos franceses, belgas e britânicos.

Direta ou indiretamente essas potências ocidentais e suas empresas petrolíferas acabaram financiando conflitos travados entre governos corruptos e grupos rebeldes. A China é a mais nova potência econômica a entrar na disputa pelo combustível. O país já participa da prospecção e exploração de petróleo tanto na África quanto em outros dois pontos nevrálgicos<sup>6</sup> do planeta: o Cáucaso e Ásia Central.

Segundo a relatório do relatório da *BP Statistical Review of World Energy*, de 2015, ao longo da última década, as reservas globais aumentaram cerca de 25%. Os países da OPEP continuam a dominar o ranking, controlando 71,6% das reservas mundiais.

Tabela 1 - Maiores Reservas Provadas de Petróleo (2016)

Países	Bilhões de barris (10 <sup>9</sup> )
Venezuela	300,9
Saudi Arábia	266,5
Canadá	171,5
Irã	158,4
Iraque	153,0
Rússia	109,5
Kuwait	101,5
Emirados Árabes Unidos	97,8
Líbia	48,4
Estados Unidos	48,0

Fonte: BP Avaliação estatística da energia mundial, 2017

<sup>6</sup> Relativo ou semelhante à nevralgia. Fig. Ponto nevrálgico, parte mais importante de uma questão qualquer.

Atualmente a Venezuela é o país detentor do maior volume de reservas de petróleo no planeta. Suas reservas são estimadas em 300 bilhões de barris segundo o relatório da BP de 2016.

O óleo que existe no país é considerado muito pesado, com um API abaixo de 22, de difícil refino, o que exige sua mistura com outros tipos de óleo cru, mais leves. Nos últimos dez anos, foram registradas importações de países como Rússia, Angola e Nigéria. O que não é corriqueiro é que a Venezuela importe petróleo dos americanos, pois exportar petróleo foi simplesmente proibido durante a era Chaves.

No entanto, a lei que proibia as vendas de óleo ao exterior foi derrubada em dezembro em 2018, e a petrolífera venezuelana PDVSA, que entrou rapidamente na fila para comprar petróleo americano. Já que as exportações venezuelanas para os EUA bateram recordes de US\$ 48 bilhões em 2008, mas, que de acordo com o FMI, vêm diminuindo drasticamente, chegando a US\$ 26 milhões, em 2014.

Contudo, enquanto a Venezuela é a dona da maior reserva de petróleo global, os Estados Unidos, segundo o relatório da BP de 2017, mostram o país produzindo 12,354 milhões de barris por dia, além de desenvolver tecnologia para a produção de petróleo de xisto.

Os EUA são erguidos pela Arábia Saudita com praticamente a mesma produção com 12,349 milhões de barris por dia, cerca de 13,6% da produção mundial quase similar aos Estados Unidos.

A Rússia segue em terceiro lugar, produzindo 12,3% do petróleo cru do mundo. O país tem reservas de petróleo nas jazidas na região de Bajenovskaia, Sibéria Ocidental.

Mas, a relação R/P não parece trazer números satisfatórios para os Estados Unidos e a Rússia. Por outro lado, é bom frizar que a relação R/p apenas alerta sobre o tempo de esgotamento do petróleo caso se mantenha o atual volume de produção e não haja contínuos investimentos na exploração e descoberta de novas reservas. Contudo, ambos países têm equipes técnicas qualificadas e tecnologia de sobra para descobrir e aumentar suas reservas provadas, conforme o mercado exija.



Tabela 2 - Maiores Produtores de Petróleo (2016)

Países	Milhões de barris por dia ( $10^6 / d$ )	Reserva/Produção (R/p)
Estados Unidos	12.353,8	10,6
Arábia Saudita	12.349,3	59
Rússia	11.227,4	26,6
Irã	4.599,9	94,1
Iraque	4.465,1	93,6
Canadá	4.460,2	105,1
Emirados Árabes Unidos	4.073,3	65,6
China	3.999,2	17,5
Kuwait	3.151,4	88
Brasil	2.604,8	13,3

Fonte: BP Avaliação estatística da energia mundial, 2017

#### 1.2.1.4 ESTIMATIVA DA RESERVA DE PETRÓLEO UTILIZANDO CRESCIMENTO COMPOSTO.

A partir da equação abaixo, podemos adotar uma estimativa de quanto tempo levaríamos para dobrar a produção de petróleo.

Equação 1 - Estimativa da Reserva de Petróleo

$$A_n = A_0(1 + r)^n$$

- Onde  $A_0$  é o valor inicial da produção no ano zero
- $r$  a taxa de crescimento (%) da produção
- $n$  período (anos)

Ajustando a equação temos:  $\ln A_n = \ln A_0 + n * \ln(1 + r)$

$$n = \frac{\ln\left(\frac{A_n}{A_0}\right)}{\ln(1+r)}$$

$$n = \ln \frac{2A_0}{A_0} / \ln(1 + r)$$

$$n = \frac{\ln 2}{\ln(1+r)} = \frac{0,6931}{\ln(1+r)}$$

Assumindo valores de  $r$

Entre  $0,01 \leq r \leq 0,12$

Na tabela 3 é apresentado os respectivos anos da reserva de petróleo para diferentes taxas de crescimento. A leitura da tabela é a seguinte: para uma taxa de crescimento de 10% ( $r=0,10$ ) da produção por ano, ela dobraria em 7,3 anos.

Tabela 3 - Reservas de Petróleo em Diversas Taxas de Crescimento

$r$	0,01	0,03	0,05	0,06	0,07	0,09	0,10	0,12
$n$	69,6	23,4	14,2	11,9	10,2	8,0	7,3	6,1

Apenas para afirmar esta análise, os Estados Unidos correspondem com uma produção de petróleo que cresce a uma taxa de 13,4% a.a. Segundo o relatório da BP (statistical, 2017). Utilizando a fórmula referida anteriormente temos que caso os Estados Unidos dobrassem sua produção em aproximadamente 5,52 anos estariam esgotadas suas reservas.

### 1.3 DERIVADOS DO PETRÓLEO

#### 1.3.1 REFINO DO PETRÓLEO

Após ser extraído o petróleo, é transportado aos portos de embarque. E para transportar-lo o petróleo são utilizados oleodutos, ou seja, tubos subterrâneos que transportam a matéria prima ou, navios tanques, conhecidos como superpetroleiros, respectivamente.

Este setor da extração é conhecido como *Upstream* que é a parte da cadeia produtiva que antecede o refino, quando o petróleo é retirado cru e transportado até o refino.

Figura 6 - Transporte do Petróleo



Fonte: Adaptado pelo autor, 2017

A partir do momento que o petróleo é extraído, segue para o setor logístico ou setor intermediário que é conhecido como *Midstream*, que envolve o transporte (por trilho, barcaça, navio petroleiro ou caminhão), armazenamento e comercialização por atacado de produtos petrolíferos brutos ou refinados.

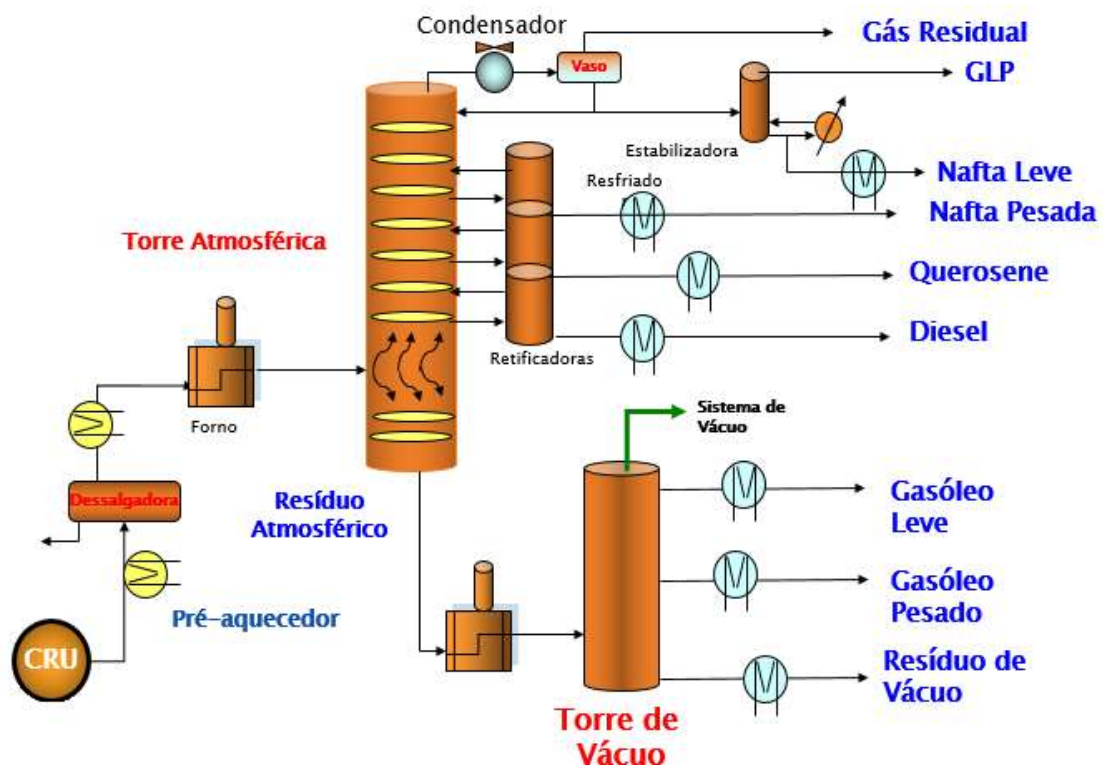
Quando o petróleo é extraído, ele vem cheio de impurezas, que são então separados por meio de processos físicos, como é composto por uma mistura complexa de hidrocarbonetos, por isso, ele é enviado para as refinarias a fim de que seus componentes sejam separados e tenham um melhor aproveitamento.

O primeiro método utilizado é a destilação fracionada, seus componentes passam para o estado gasoso, sendo que os mais pesados (de maior massa molar) não sobem, mas ficam líquidos na parte inferior e são separados.

As demais frações no estado gasoso sobem pela torre atmosférica, e quando uma dessas frações atinge uma bandeja no condensador, com uma temperatura menor que seu ponto de ebulição, ela liquefaz-se e é coletada nesta altura da torre.

As demais frações que ainda permanecem no estado gasoso passam para a próxima bandeja e esse processo vai se repetindo. Desse modo, cada uma das frações liquefaz-se em um dos pratos e são coletadas separadamente, como mostra a figura abaixo.

Figura 7 - Destilação Fracionada do Petróleo



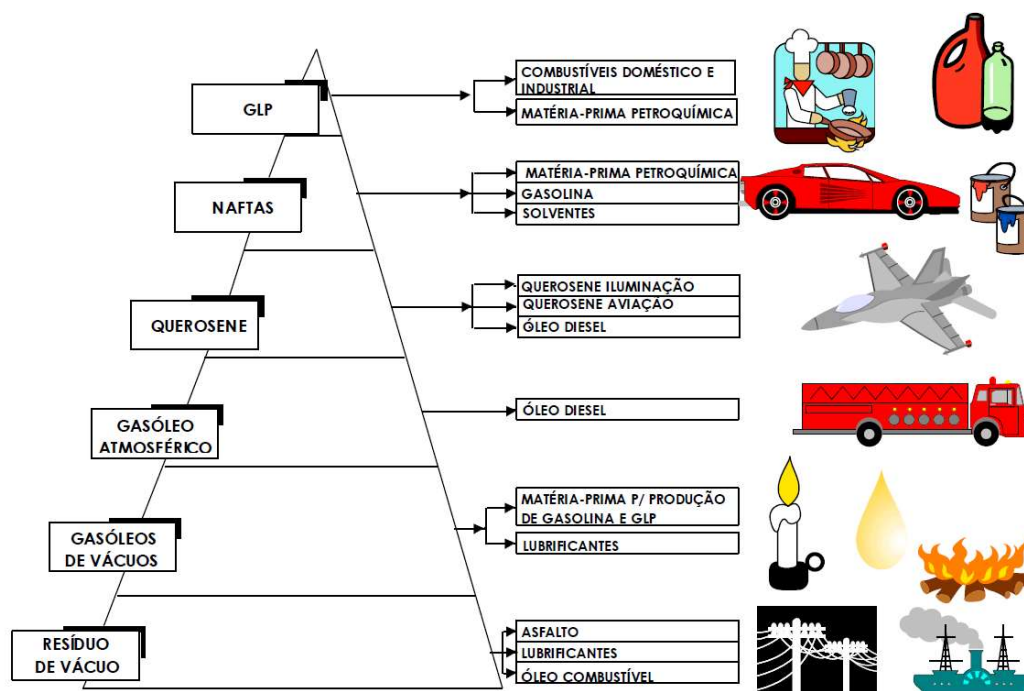
Fonte: TURDERA, 2017

Cada prato do condensador retém uma pequena parte do líquido formado. O excesso transborda e escorre até um recipiente chamado panela, onde será bombeada, seguindo para fora da torre por meio de dutos. O vapor de cada subproduto do petróleo, como a gasolina e o diesel vira líquido em uma certa temperatura, atingida em “andares” diferentes da torre. Assim, subprodutos enche uma panela específica.

Os derivados a partir do refino, vão para um processo de purificação em tanques, sofrendo reações químicas para quebrar e recombinar suas moléculas até atingirem um nível satisfatório de pureza da refinaria.

Os derivados de petróleo obtidos mediante o processo de refino, dependem do tipo do petróleo. Contudo, os principais são: GLP, Naftas, Querosene, Gasóleo atmosféricos e de vácuo e os resíduos a vácuo. Quanyo mais denso é o petróleo, menos se condensa e menos é retirado, derivados com grande consumo mundial como: gasolina, Solventes, gás, querosene, entre outros.

Figura 8 - Pirâmide do Petróleo



Fonte: TURDERA, 2017

### 1.3.2 PETRÓLEO E O SEU CONSUMO MUNDIAL

Depois do processo de refino obtêm-se diversos derivados de petróleo, cada refinaria adapta o seu processo de refinamento ao mercado em que atua, de forma a produzir os derivados demandados pelos seus consumidores. O que se denomina setor *Downstream* que será inserida a exportação.

Atualmente os Estados Unidos ainda seguem na liderança no consumo dos derivados do petróleo, com 19,63 milhões de barris por dia aproximadamente (20,3%) do consumo mundial, segundo o relatório da BP, (2016). A China fica com a segunda posição com 12,3 milhões de barris e (12,8%) do mundo. Juntos somam mais de um terço do consumo mundial.

Tabela 4 - Maiores consumidores de petróleo (2016)

Países	Milhões de barris por dia (10 <sup>6</sup> /d)
Estado Unidos	19631,2
China	12381,3
Índia	4489,3
Japão	4036,7
Arábia Saudita	3905,6
Rússia	3203,1
Brasil	3017,8
Coreia do Sul	2763,0
Alemanha	2394,5
Canadá	2343,3

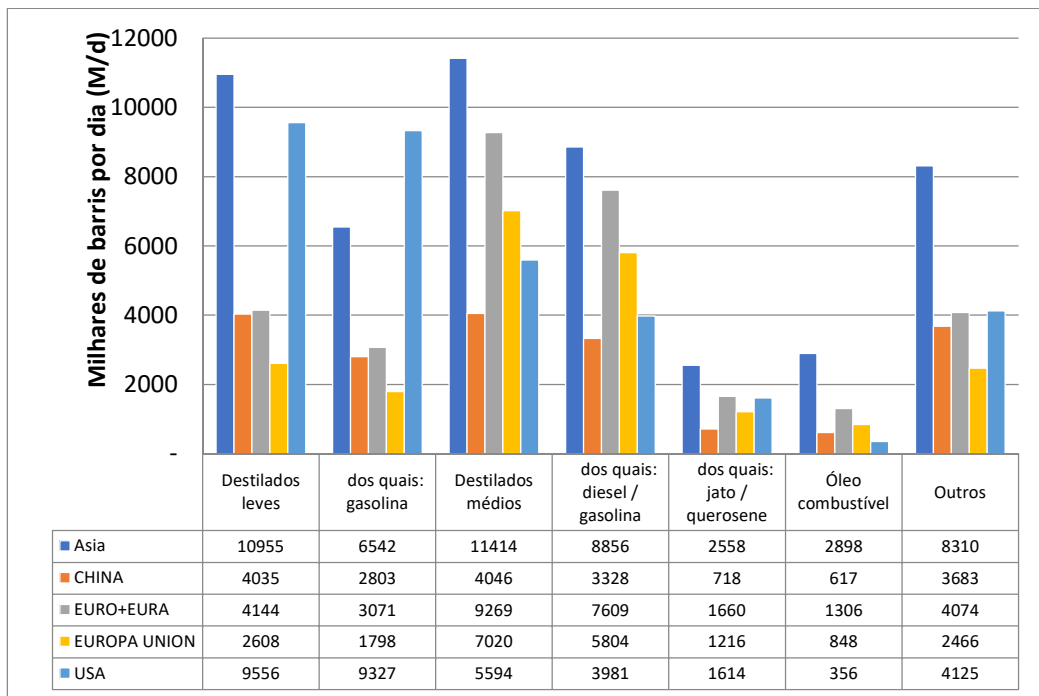
Fonte: BP Avaliação estatística da energia mundial, 2017

Sendo uma economia fortemente dependente do petróleo, os Estados Unidos, consomem cerca de 50% do petróleo na produção de gasolina, devido ao país possuir uma grande frota de veículos, estima-se que exista um carro para cada 2,4 cidadãos americanos. (PRATES, 2016)

E o restante é dividido entre diesel e querosene e outros, como na utilização na fabricação de plástico, tecidos sintéticos, asfalto, produtos de limpeza, lubrificantes e até em uso de remédios que contêm benzeno que é um derivado do petróleo ou até na própria comida, onde são usados direta (corantes, flavorizantes e conservantes) ou indiretamente (em fertilizantes artificiais e pesticidas).

Na figura 9 , é mostrado por região e país, os derivados do petróleo mais consumidos e milhares de barris por dia, os dados coletados mostram as quantidade de petróleo produzido, da qual uma parte é destinada para o refino de gasolina, diesel, querosene, óleo combustível e outros dependendo da sua classificação de petróleo leve e médio.

Figura 9 - Consumo de Combustível Por Região e País



Fonte: BP Avaliação estatística da energia mundial, 2017

### 1.3.3 PREÇO DO PETRÓLEO

O petróleo é a *commodity* de maior volatilidade do mercado internacional, sendo um dos contratos mais negociados por todo o mundo. Nesses últimos anos houve aumento no consumo e na demanda de petróleo em todo o mundo, mas o preço que era para ser estável caiu mais de dois terços.

Em fevereiro de 2014 o barril do tipo Brent (qualidade de referência definida pelo campo de Brent no Mar do Norte) teve um pico e alcançou mais de US\$110. Desde então, o preço caiu para atualmente cerca de US\$ 50.

E para que Estados Unidos não sofressem com o aumento do preço do barril, devido ser o maior consumidor, conseguem aumentar sua produção de 10 para 14 milhões de barris por dia, entre 2012 e 2015, por meio de extração não convencional de óleo nas rochas de xisto. (MACHADO, 2016)

Nas cotações do petróleo hoje, duas referências sobre tipos do barril são usadas no mercado: a West Texas Intermediate (WTI) e Brent. Há ainda o barril de Dubai e Nigerian Forcados, que são menos conhecidos como preço de

referência. Este diferencial de preço reflete basicamente as diferenças de qualidade e de custos de refino e transporte do petróleo.

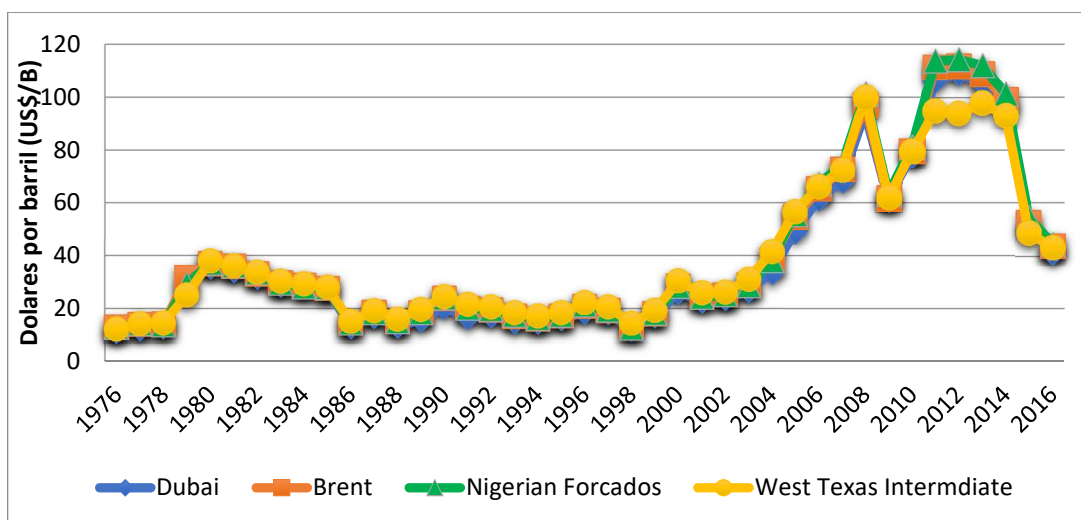
O WTI é o petróleo comercializado na Bolsa de Nova York, e se refere ao produto extraído principalmente na região do Golfo do México. Já o Brent é comercializado na Bolsa de Londres, tendo como referência tanto o petróleo extraído no mar do Norte, como no Oriente Médio. Por esse motivo, o Brent é referência de valor para a commodity no mercado europeu e o WTI, no mercado americano.

Mas as diferenças vão além da geografia. Há diferenças também no grau de leveza desses petróleos. O WTI é mais leve, com um grau API entre 38 e 40, portanto, mais fácil de ser refinado, o que geralmente confere um preço mais alto em relação ao Brent.

E por meio de uma unidade, o barril, que o petróleo bruto é cotado nos mercados financeiros, qualquer seja sua origem. É preciso saber que um barril corresponde a aproximadamente 159 litros. A cotação do barril de petróleo ocorre no mercado internacional 24 horas por dia.

Na figura 10, é apresentado o preço das 4 maiores referências do petróleo mundial, desde 1976. Nota-se que a um crescimento no preço do barril entre 2004 a 2014, em que especialistas atribuem alguns fatores que desestabilizaram o mercado mundial, como os lançamentos de mísseis da Coreia do Norte, a crise entre Israel e o Líbano e as ambições nucleares do Irã.

Figura 10 - Preço do Petróleo (2016)



Fonte: BP Avaliação estatística da energia mundial, 2017



## 1.4 GÁS NATURAL

O gás natural assim como o petróleo tem diversas teorias da sua origem. Uma delas sustenta que é pela degradação da matéria orgânica a milhões de anos atrás, e decomposto por bactéria anaeróbias em camadas muito profundas da crosta terrestre, junto com o processo natural de formação do planeta (ANP, 2016)

A matéria orgânica proveniente de vegetais, de natureza seca, alcança maiores profundidades e sofre maior aquecimento transformando-se em carvão mineral, xisto e metano. Enquanto os restos de algas e animais, de natureza gordurosa, não passam por esse cozimento gradual e originam o petróleo.

Nos últimos estágios a degradação dessa matéria gordurosa, o petróleo transforma-se em um condensado volátil como os hidrocarbonetos gasosos, entre os quais predomina o metano. Pois, é comum encontrar o gás associado ao petróleo, chamado gás natural associado. Quando há pouca ou nenhuma quantidade de petróleo, é dito gás natural não associado. (GASNET, 2013)

O gás natural não associado possui maiores teores de metano, e na forma associada ao petróleo contem quantidades significativas de etano, propano, butano e hidrocarbonetos mais pesados. Fazem parte da composição também gases como dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), nitrogênio ( $\text{N}_2$ ), hidrogênio sulfurado ( $\text{H}_2\text{S}$ ), água, ácido clorídrico (HCL) e impurezas mecânicas.

No final o gás natural varia de acordo como será comercializado. Para adquirir características adequadas o gás passa por unidades de processamento, onde são retiradas impurezas e separados os hidrocarbonetos pesados. Como exemplos são: gás natural (com predomínio de metano, propano ou etano), gasolina natural (butano), diesel (octano), querosene (tetradecano), entre outros. (ANP, 2016)

#### 1.4.1 CADEIA DE VALOR ECONÔMICO DO GÁS NATURAL

Para compreender o panorama do mercado do gás natural, primeiramente é importante ter o embasamento desde a sua exploração, que é a etapa inicial dentro da cadeia da matéria prima, que são constituintes em duas fases.

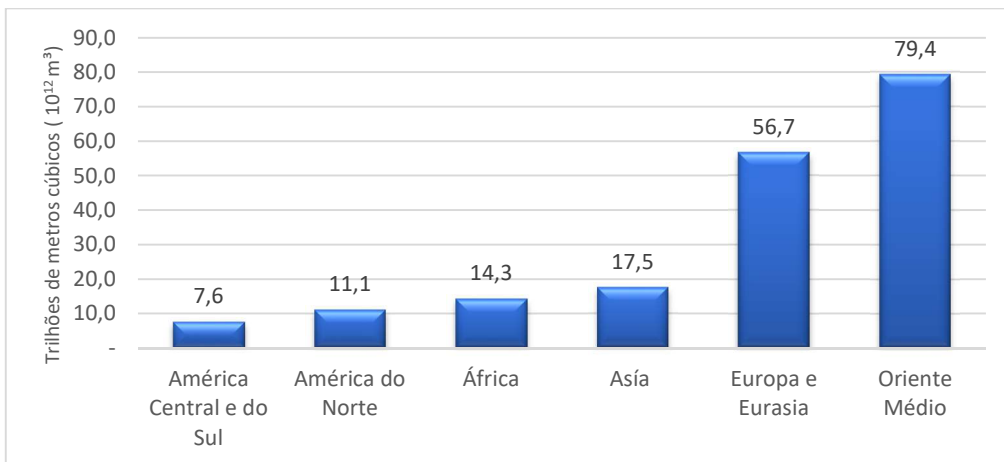
A primeira fase é a sondagem em que, através de testes sísmicos, verifica-se existência em bacias sedimentares de rochas reservatórias (estruturas propícias ao acúmulo de petróleo e gás natural). Caso seja encontrado, iniciasse a segunda fase, e é perfurado um poço de delimitação para a comprovação da existência de gás natural em nível comercial e mapeamento do reservatório, que será encaminhado para a produção.

São técnicas similares utilizadas na extração do petróleo, podendo ser no mar (*offshore*) ou na terra (*on-shore*). Quando é retirado o gás natural é submetido para remoção ou redução dos teores de contaminantes para atender as especificações legais do mercado, condições de transporte e segurança (gasodutos). O gás natural também pode ser armazenado na forma líquida a pressão atmosférica, mantido a temperatura inferior ao seu ponto de condensação é chamado de liquefeito ou GNL.

Na figura 11 abaixo apresenta as regiões com as maiores reservas provadas no mundo, segundo o relatório da BP Statistical, 2017. Onde o Oriente Médio se encontra com 42,5% das reservas mundiais, Europa e Eurásia detém 30,4%. Visto que o Irã possui uma das maiores reservas do planeta com 33,5 trilhões de metros cúbicos com cerca de 18% das reservas mundiais, junto a Rússia, que detém 17,3%, com 32,3 trilhões de metros cúbicos.

África e Ásia detém 7,6% e 9,4%, respectivamente. Tanto América do Norte quanto América Central e Sul são regiões menos favorecidas no que tange ao volume das reservas, possuindo 10,1% do total.

Figura 11 - Reservas Mundiais provadas de gás natural (2016)

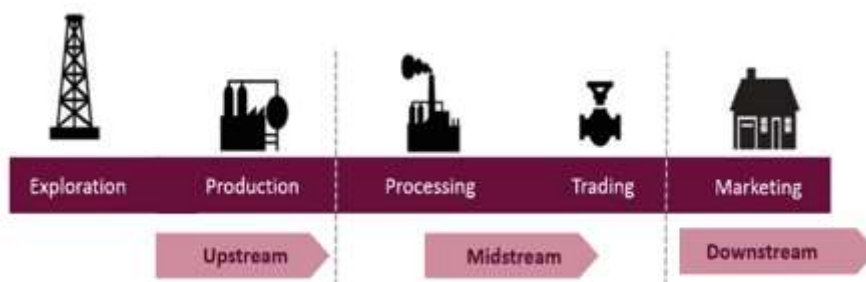


Fonte: BP Avaliação estatística da energia mundial, 2017

#### 1.4.2 PRODUÇÃO DO GÁS NATURAL

O gás natural somente tem o valor econômico quando existe produção, transporte e consumo, conhecido como cadeia de valor do gás natural. O excedente econômico é atribuível à cadeia energética de valor como um todo, ou seja, o conjunto integrado: produção (*upstream*) e, transporte e desenvolvimento das atividades de mercado (*downstream*), onde segue o mesmo processo do petróleo. (TURDERA, 2009)

Figura 12 - Cadeia Produtiva do Gás Natural



Fonte: TURDERA, Adaptado pelo autor, 2017

Em 2016, a produção mundial de gás natural foi de  $3,55 \times 10^{12}$  metros cúbicos (m<sup>3</sup>), após alta de 2,4% em relação a 2015. A Austrália registrou maior crescimento volumétrico ( $+18 \times 10^9$  m<sup>3</sup>) na produção anual. Outros países como

Irã ( $+13 \times 10^9 \text{ m}^3$ ), Argélia ( $+6,7 \times 10^9 \text{ m}^3$ ), Arábia Saudita ( $+4,9 \times 10^9 \text{ m}^3$ ) e Rússia ( $+4,3 \times 10^9 \text{ m}^3$ ) também obtiveram significativos aumentos de produção.

Por outro lado, os Estados Unidos ( $-17 \times 10^9 \text{ m}^3$ ), México ( $-6,9 \times 10^9 \text{ m}^3$ ) e Nigéria ( $-5,2 \times 10^9 \text{ m}^3$ ) foram responsáveis pelos maiores declínios em termos volumétricos.

No ranking global de maiores produtores de gás natural, os Estados Unidos se mantiveram em primeiro lugar, com  $749,2 \times 10^9 \text{ m}^3$  (21,1% do total do mundo), mesmo após a queda de 2,5% comparado com 2015. Em seguida veio a Rússia, com  $579,4 \times 10^9 \text{ m}^3$  (16,3% do total do mundo), após um aumento de 0,5% ante 2015.

Dentre as regiões, a área que compreende Europa e Eurásia se manteve como a maior produtora global de gás natural, com  $1000,1 \times 10^9 \text{ m}^3$  (28,2% do total do mundo), em seguida veio América do Norte, com produção de  $948,4 \times 10^9 \text{ m}^3$  (26,7% do total do mundo), mesmo após baixa de -2,4% ante 2015.

Enquanto as demais regiões, Ásia, Oriente Médio e África obtiveram um aumento respectivamente de 2,7%, 3,5% e 1,4%, exceto América Central e do Sul que teve um recuo de -2,5% (BP Statistical, 2017)

#### 1.4.3 PRINCÍPIO DA FORMAÇÃO DO PREÇO NO MERCADO GASÍFERO

As estruturas de formação de preços variam naturalmente com o grau de complexidade e maturidade dos modelos e do mercado de competição. Quanto mais evoluído for o mercado, mais dinâmica passa a ser sua estrutura de formação de preços e mais instável o equilíbrio entre demanda e oferta de gás natural.

Quando o GN é importado o preço base, a partir do qual se fixará o preço ao consumidor (normalmente é estabelecido em US\$/ Milhão por BTU), quase sempre é referido ao preço FOB (*Free On Board*) ou traduzido “Livre a bordo”. Neste tipo de frete, o comprador assume todos os riscos e custos com o transporte da mercadoria, assim que ela é colocada a bordo do navio.

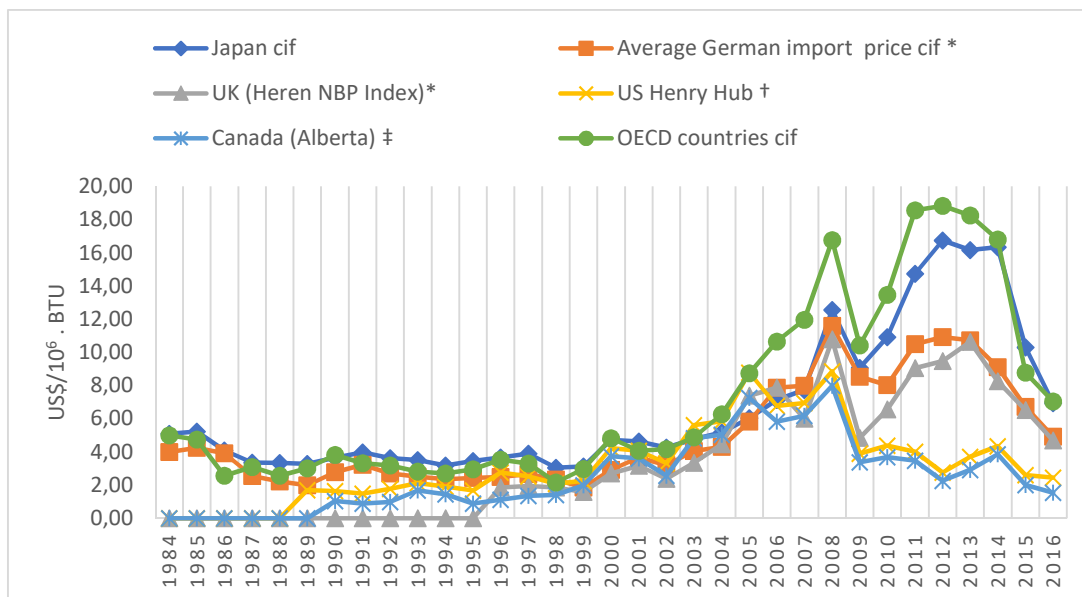
Dentro da cláusula, a indexação do preço base é feita de “sorte”, ou seja, sem previsão futura, que o preço do gás natural não suba no futuro, independentemente dos preços dos demais energéticos.

A formação dos preços é uma questão fundamental para a consolidação do mercado de GN e está sujeita às injunções dos agentes privados. Acordos, onde se definem claramente o preço do GN na boca de poço (*wellhead price*), podem melhorar as possibilidades de estabelecer o mercado, que estaria assentado na negociação dos contratos.

Similarmente, políticas de preço bem elaboradas para o consumidor são essenciais para propiciar o desenvolvimento dos mercados de GN. Ao tomar o preço do petróleo cru como referência, pode se afirmar, que o mercado está mais favorável para o vendedor, enquanto que o mercado está mais favorável para o comprador se o GN estiver mais fortemente indexado ao preço dos energéticos que irá substituir, especialmente o óleo Diesel e também a energia elétrica

A figura 13 mostra a comparação de preços de diferentes mercados energéticos, entre Japão e Alemanha com preços do Gás Natural Liquefeito – GNL, USA Henry Hub, Canadá e Grã-Bretanha com preços do GN em gasodutos e OCDE em preços médios do barril de petróleo.

Figura 13 - Principais Referências de Preço dos Mercados de Gás Natural



Fonte: BP Statistical Review of World Energy 2017

#### 1.4.4 DEMANDA DE GÁS NATURAL NO MUNDO

Em 2016, foram consumidas  $3,54 \times 10^{12}$  m<sup>3</sup> de gás natural, apresentou um aumento 1,5%, abaixo da média de crescimento dos últimos 10 anos (2,3%).

China e o Irã foram os países com maior incremento volumétrico no consumo de gás natural, respectivamente,  $15 \times 10^9$  m<sup>3</sup> (7,7%) e  $10 \times 10^9$  m<sup>3</sup> (+5%). Em contrapartida a Rússia obteve a maior queda, de  $11,9 \times 10^9$  m<sup>3</sup> (-3,9%).

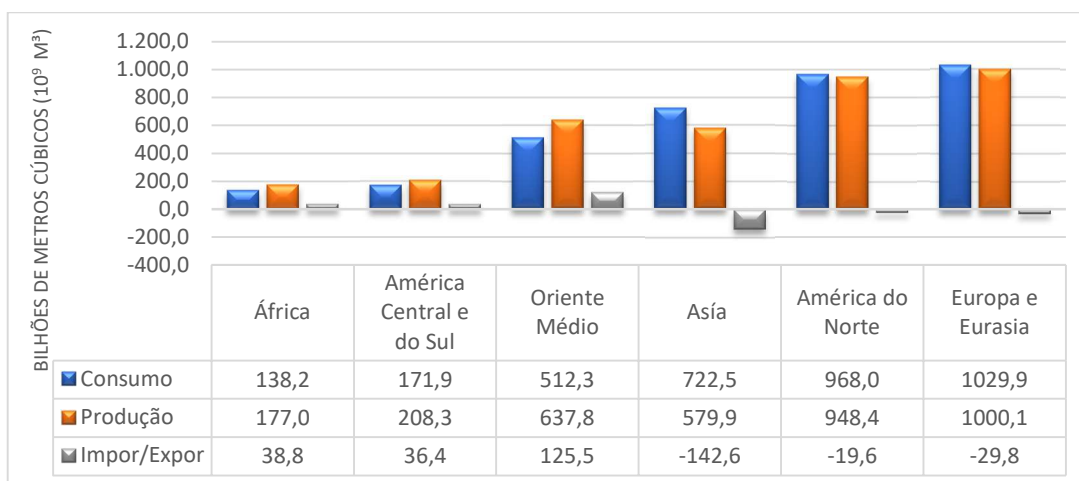
No ranking de maiores consumidores de gás natural, os Estados Unidos permaneceram na primeira posição, com  $778,6 \times 10^9$  m<sup>3</sup> (22% do total mundial), seguindo da Rússia, com  $390,9 \times 10^9$  m<sup>3</sup> (11% do total do mundial).

Por regiões, a área que compreende Europa e Eurásia continua com a maior consumidora de gás com mais de 1 trilhão de m<sup>3</sup>, apesar de o consumo ter caído na última década (-0,8%). Em seguida, vem a América do Norte, com  $968 \times 10^9$  m<sup>3</sup> com um aumento de 2,1% na última década.

Enquanto as demais regiões da Ásia, Oriente Médio e África aumentaram seu consumo respectivamente em, 2,7%, 3,5% e 1,4%. América do Sul e Central também recuou no seu consumo em -2,5%.

Portanto temos na figura 9, regiões como Oriente Médio, África e mesmo com o decaimento na produção e no consumo a América Central e do Sul, importando mais. Ao contrario Ásia, América do Norte e Europa e Eurásia importando mais para atender seus respectivos consumos. (BP Statistical, 2007)

Figura 14 – Balanço Energético das Região do Mercado de Gás Natural (2016)



Fonte: BP Avaliação estatística da energia mundial, 2017

## 1.5 CARVÃO MINERAL

Assim como petróleo e o gás natural, o carvão mineral é de origem fóssil, resultante da transformação química do soterramento de troncos, raízes, galhos e folhas de árvores, sendo que esse processo leva milhões de anos para se decompor. O tempo e as condições (pouco oxigênio, pressão da terra, altas temperaturas, etc.) que esses vegetais ficam depositados, favorecem a formação de uma massa negra homogênea, denominada jazida de carvão mineral. (FRANCISCO, 2017)

A extração (ou mineração) do carvão pode ser subterrânea ou a céu aberto. A opção por uma outra modalidade depende, basicamente, da profundidade e do tipo de solo sob o qual o minério se encontra.

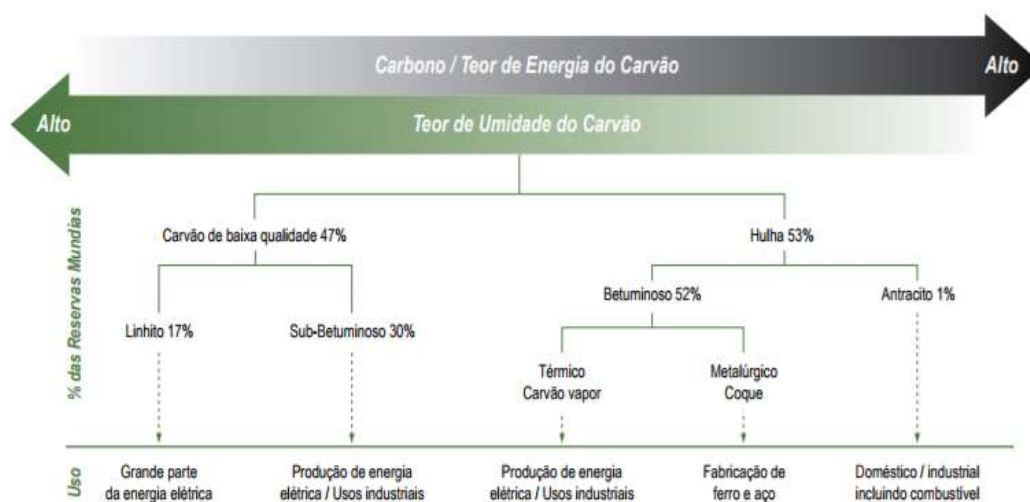
Se a camada recobre o carvão é estreita ou o solo não é apropriado à perfuração de tuneis (por exemplo, areia ou cascalho), a opção é a mineração a céu aberto. Se, pelo contrário, o mineral está em camadas profundas ou se apresenta no meios de rocha, há a necessidade da construção de tuneis. Nesse último caso, a lavra pode ser manual, semi-mecanizada ou mecanizada.

O transporte é a atividade mais complexa e dispendiosa da cadeia produtiva do carvão. A título de exemplo, conforme está no Plano Nacional de Energia 2030, em 2004 o preço CIF (*Cost, Insurance and Freight*), que inclui frete e seguro – de uma tonelada de carvão metalúrgico no Japão era de US\$ 61, enquanto o custo do frete chegava a US\$49,5 por tonelada (ANEEL, 2017) Para distancias curtas, o método mais eficiente de transporte é a esteira. Para trajetos mais longos, utiliza-se caminhões, trens e barcaças. O carvão também é transportador por meio de dutos.

Tanto o carvão vegetal quanto o mineral podem ser usados na indústria siderúrgica e na produção de energia elétrica. Mas o seu consumo depende muito a qualidade do carvão, medida pela capacidade de produção de calor, expresso em Kcal/Kg (Quilocaloria obtida por quilo de combustível). Este poder calorífico, é favorecido pela incidência de carbono e prejudicado pelas quantidades de impurezas encontradas.

Na figura 13, apresenta 53% das reservas mundiais de carvão mineral são compostas por carvão com alto teor de carbono (hulha) e 47% com baixo teor de carbono. A produção e o consumo mundial concentram-se nas categorias intermediárias: os carvões tipos betuminoso/sub-betuminoso e lignito. O primeiro, de maior valor térmico é utilizado na geração termoelétrica local. (ANEEL, 2017)

Figura 15 - Tipos de Carvão, Reservas e Usos



Fonte: PAULA, 2013

#### 1.4.2 CADEIA PRODUTIVA DO CARVÃO MINERAL

O carvão mineral é o combustível fóssil, com maior disponibilidade no mundo. As reservas totalizam 1,14 trilhões de toneladas em 2016, quantidade suficiente para atender a produção atual por 153 anos.

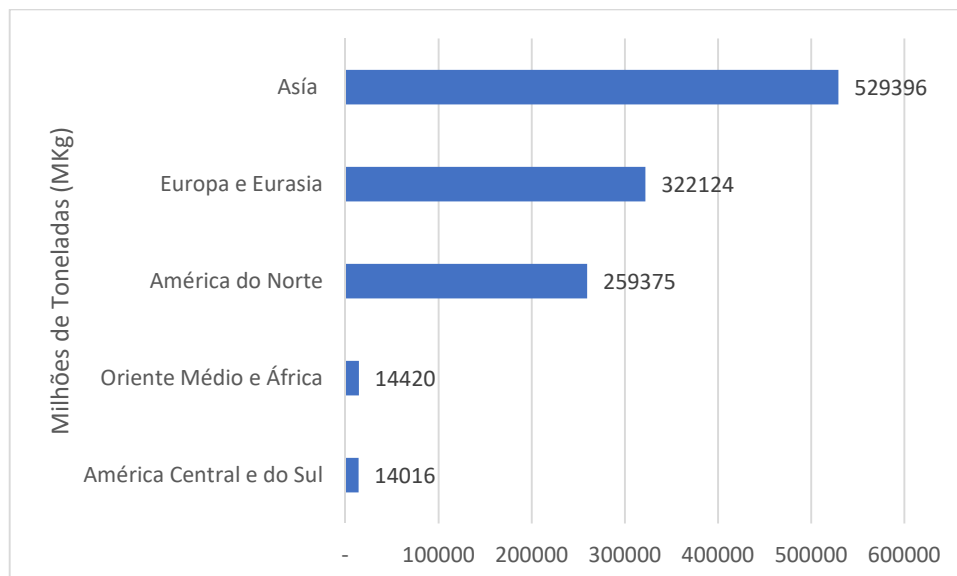
Como mostra a figura 14, as reservas estão bem distribuídas pelos continentes, com ênfase maior no hemisfério norte. Onde o Estados Unidos (22,1%), China (21,4%) e a Rússia (14,1%) – concentram mais de 50% do volume total. (BP Statistical, 2017)

O volume é extraído e produzido, porém, não é diretamente proporcional a disponibilidade dos recursos naturais. Relaciona-se, também, a fatores



estratégicos, como a existência de fontes primárias na região e, em consequência, a maior ou menor dependência da importação de combustíveis.

*Figura 16 - Total Das Reservas Provadas no Mundo*



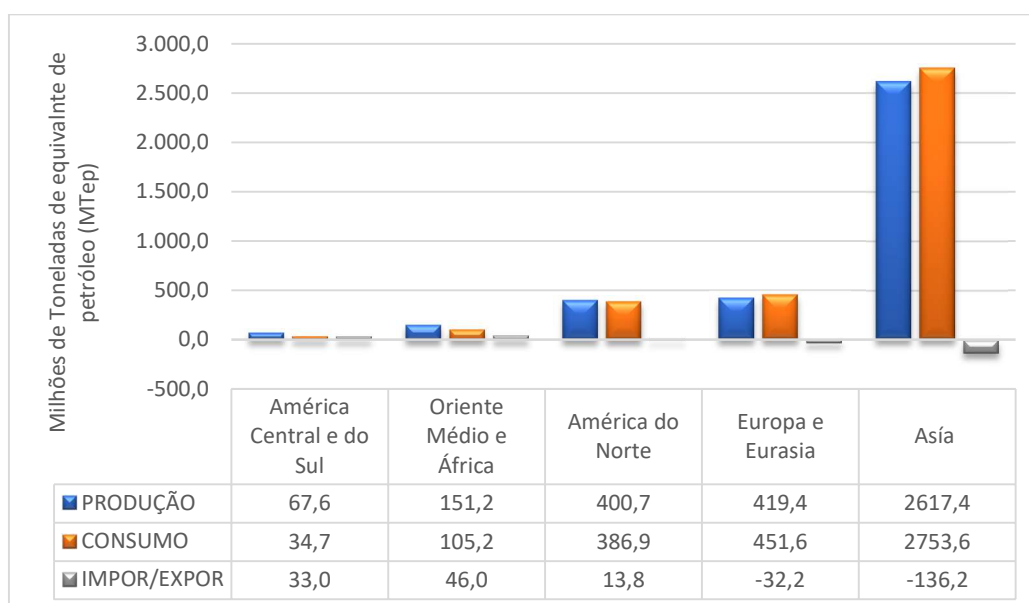
Fonte: BP Avaliação estatística da energia mundial, 2017

Atualmente, o maior produtor mundial de carvão é a China que, também estimulada pelo ciclo de acentuado desenvolvimento econômico, tornou-se a maior consumidora do minério. Em 2016, a China produziu 1.685,7 milhões de toneladas equivalente de petróleo (Mtep), enquanto consumiu 1.887,6 Mtep.

A figura 15, a seguir mostra a distribuição do consumo e produção mundial de carvão mineral por região, medida em toneladas equivalente de petróleo (tep).

No ranking dos maiores produtores de carvão, também figuram os seguintes países: Estados Unidos (364,8 Mtep), Índia (288,7 Mtep) e Austrália (299,3 Mtep), maiores exportadores de minério do mundo, com 255,5 Mtep. A Rússia, a terceira maior em termos de reservas, ocupa apenas a sexta posição no ranking da produção e do consumo.

Figura 17 - Balanço Energético do Mercado de Carvão Mineral (2016)



Fonte: BP Avaliação estatística da energia mundial, 2017

Seja pelo alto custo ou pelas dificuldades de transporte, seja por que o carvão se constitui em fator estratégico para a segurança nacional (por ser utilizado na geração de energia elétrica), o comércio internacional do mineral é pequeno em relação as reservas e produção. Apenas cinco países dominam o mercado: Austrália, Rússia, Indonésia, África do Sul e Colômbia. (ANEEL, 2017)

A maioria das transações concentra-se na Ásia e na Oceania, onde estão os grandes exportadores e importadores. Assim, a maior parte do carvão exportado navega pelo Oceano Pacífico.

## 1.6 RECURSOS RENOVÁVEIS

A busca por fontes de energia renováveis e limpas tornou-se um desafio global, permitindo constante estudos, de modo que as tecnologias de transformação da energia fossem introduzidas e aprimoradas a partir de tais recursos naturais.

Um recurso natural renovável é aquele recurso que, normalmente, não se esgota facilmente devido à sua capacidade de renovação e capacidade de manutenção. Os recursos naturais são elementos da natureza que serão

transformados em bens para atender às necessidades das pessoas. A energia solar por exemplo é um recurso natural renovável.

Existem vários tipos de energia renováveis, e cada vez mais, com o constante desenvolvimento das tecnologias e inovações, se descobrem novas formas de produção de energia elétrica, como energia gerada pelo movimento da água resulta da energia cinética, existe também a energia das marés que resulta da deslocação da água do mar, ou seja, com as variações de marés.

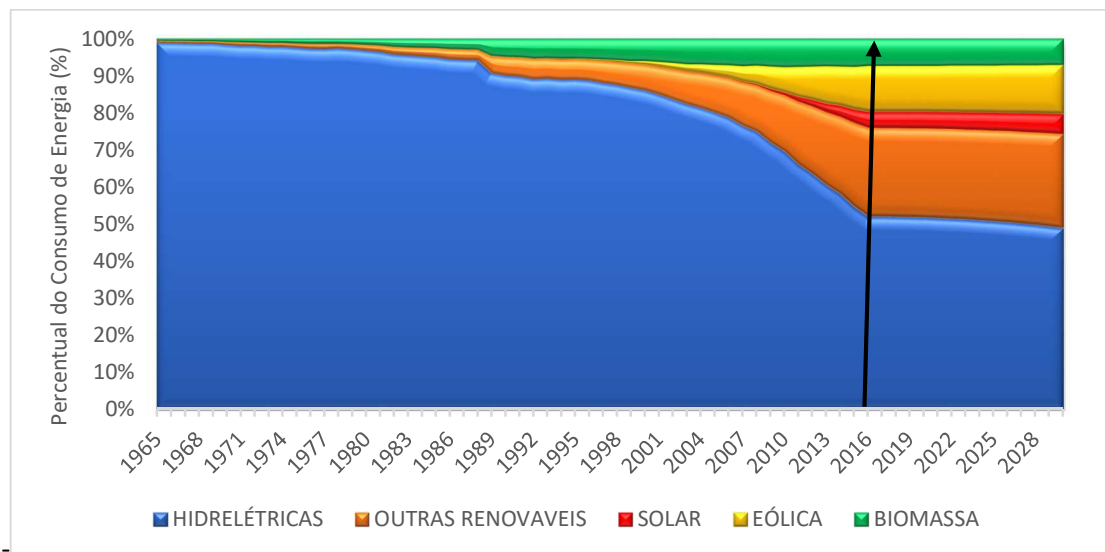
A figura 18 , mostra uma estimativa dos recursos renováveis até 2030, tendo em vista que ainda apresentam 15% de da matriz energética mundial. Enquanto as gandes multinacionais estão em crise, as energias renováveis estão aumentando sua demanda. Segundo a Agência Internacional de Energias Renováveis (IRENA), a capacidade de produção de energias renováveis aumentou de 152 Gigawatts (GW) em 2015, representando um acréscimo relativo de 8,3%.

No caso da energia eólica, o crescimento de 63 GW (17%) foi impulsionado por uma redução de até 45% no preço das turbinas terrestres desde 2010. A capacidade fotovoltaica, por sua vez, aumentou em 47 GW (37%) em decorrência da queda de 80% nos preços das células solares. A capacidade hidrelétrica teve um aumento menos 35GW (3%), assim como a capacidade de bioenergia e a de energia geotérmica aumentaram 5% cada (5 GW e 1GW, respectivamente). (ALVES, 2015)

Visando esse aumento na demanda de geração de energia elétrica, nota-se que buscar um equilíbrio entre produção de energia, desenvolvimento sustentável, meio ambiente e manutenção da vida na terra, não é desafio par ao futura, todas as nações precisam de energia para o desenvolvimento tecnológico e econômico, então se faz necessário em pesquisas aprimorar e descobrir novas formas de enrgias renováveis.

Neste tópico evidência uma realidade em todo o planeta , a cada dia que passa as nações desenvolvidas que sempre defenderam o cescimento econômico sem vistas para o meio ambiente, estão hoje buscando e apoiando projetos que envolvam energias limpas sem agredir o meio ambiente, seja por pressão popular ou por uma demonstração das diversas catástrofes ambientais, está deixando o ser humano cada vez mais em alerta.

Figura 18 - Demanda dos Recursos Renováveis até 2030



Fonte: BP Avaliação estatística da energia mundial, 2017

#### 1.4.2 BIOCOMBUSTÍVEIS

Biocombustíveis são por definição combustíveis produzidos a partir de material vegetal que não sofreu processo de fossilização, e que podem ser usados em motores a combustão interna ou para a geração de energia, de forma que possam substituir completamente ou parcialmente uso de combustíveis de origem fóssil (SILVA; VILELA; BERNSTEIN, 2013).

Mas de maneira básica os biocombustíveis são provenientes da biomassa que são dejetos orgânicos (restos de comida, pó de madeira, esterco, etc...). Trata-se de uma massa (sólida quase sempre) que entra em processo de decomposição “controlada” formando gás metano e biocombustíveis.

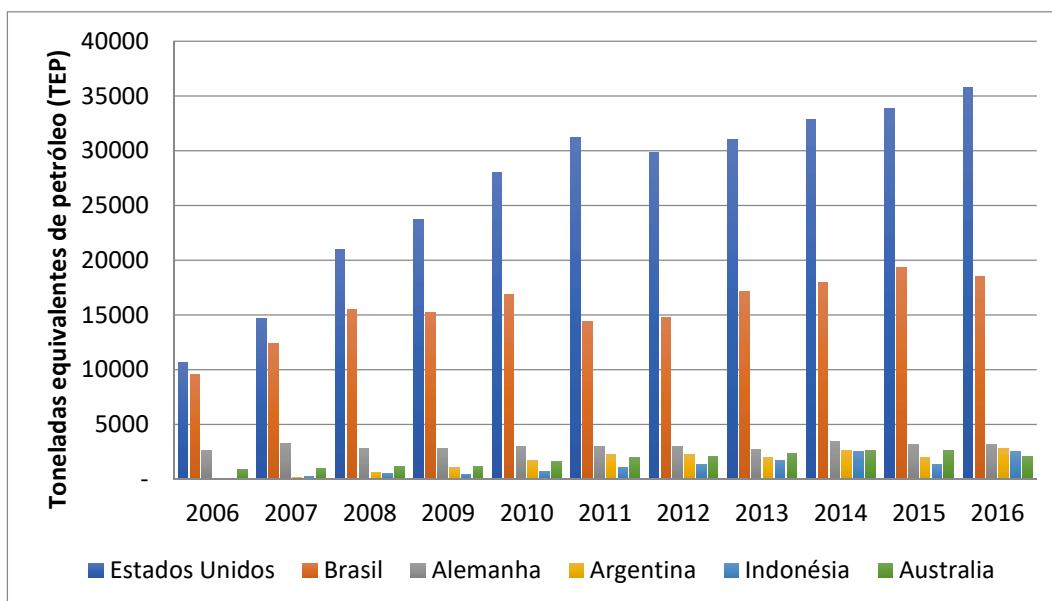
O termo biocombustível pode ser aplicado a produção alternativa de óleo combustível tanto a partir de gordura vegetal como a partir de sementes oleaginosas (mamona). Mas poderia ser aplicada também ao álcool que é utilizado em motores de combustão ou em Biometano que é um biocombustível gasoso oriundo do biogás. Por sua vez, o biogás é produzido a partir da decomposição da matéria orgânica (resíduos orgânicos) por ação de bactérias. (ANP, 2017)

Nos próximos parágrafos será apresentado um panorama sobre a produção e demanda de biocombustível no âmbito mundial, retirados e elaborados a partir do relatório de energia BP (2017). A demanda de biocombustíveis não é apresentada de forma isolada, assim os dados apresentados abaixo, levam em considerações o consumo de etanol combustível e biodiesel.

Atualmente, os Estados Unidos é a principal referência mundial para a produção de biocombustíveis, o país se tornou, em 2006, o maior produtor mundial, com uma produção de um pouco mais que 10 milhões de tep, ultrapassando o Brasil que no ano de referência produziu em torno de 9,5 milhões de tep, conforme apresentada na figura 19.

Em 2014 os EUA produziram pouco mais de 30 milhões de tep, sendo responsável por 42,5% da produção mundial de biocombustíveis. O grande volume da produção estadunidense é atribuído por Pires e Schechtman (s.d.) P. cit., a uma série de combinações de caráter regulatório e tributários que incentivam seu aumento. No que tange ao mercado varejista, verifica-se maior demanda de biocombustíveis no país originada pela obrigatoriedade de misturar o etanol na gasolina, destacando a sua produção proveniente principalmente do milho.

Figura 19 - Produção de Biocombustíveis



Fonte: BP Avaliação estatística da energia mundial, 2017

## 2 MERCADOS ENERGÉTICOS, DE QUATRO PAÍSES LATINOAMERICANOS: ARGENTINA, BRASIL, MÉXICO E VENEZUELA.

Após a Segunda Guerra Mundial países como Brasil, México, Argentina e Venezuela, tiveram que se industrializar, pois os países que os abasteciam de mercadorias industrializadas estavam em processo de reconstrução devido a guerra, então, não tendo insumos produzidos, tiveram que conduzir sua auto-sustentação, essa é conhecida como industrialização por substituição de importação.

A partir desse processo as multinacionais ingressaram na América Latina a partir do século XX, devido as condições favoráveis, como mão-de-obra barata (farto numero de trabalhadores e baixos salários), matéria prima (concentração de recursos naturais e leis ambientais não rigorosas), mercado consumidor (países populosos com milhões de pessoas propícias a consumir) e isenção de impostos (os países dão incentivo fiscais para a instalação de uma empresa).

Com as multinacionais dominando o mercado, esse processo favoreceu o não surgimento de empresas genuinamente nacionais. Por isso a maioria dos países Latino-americanos, apresentam dividas contraídas no processo de descolonização, junto a inflação, aumento nos produtos e taxas de juros elevadas e inapropriada governança

As questões apontadas são realidades comuns a todos os países latinos, pois tiveram bases históricas semelhantes de colonização de exploração e que refletem na realidade atual, os países são diferentes, porém os problemas são basicamente os mesmos (saneamento básico, educação, saúde, transporte, etc...).

### 2.1 PRODUTO INTERNO BRUTO

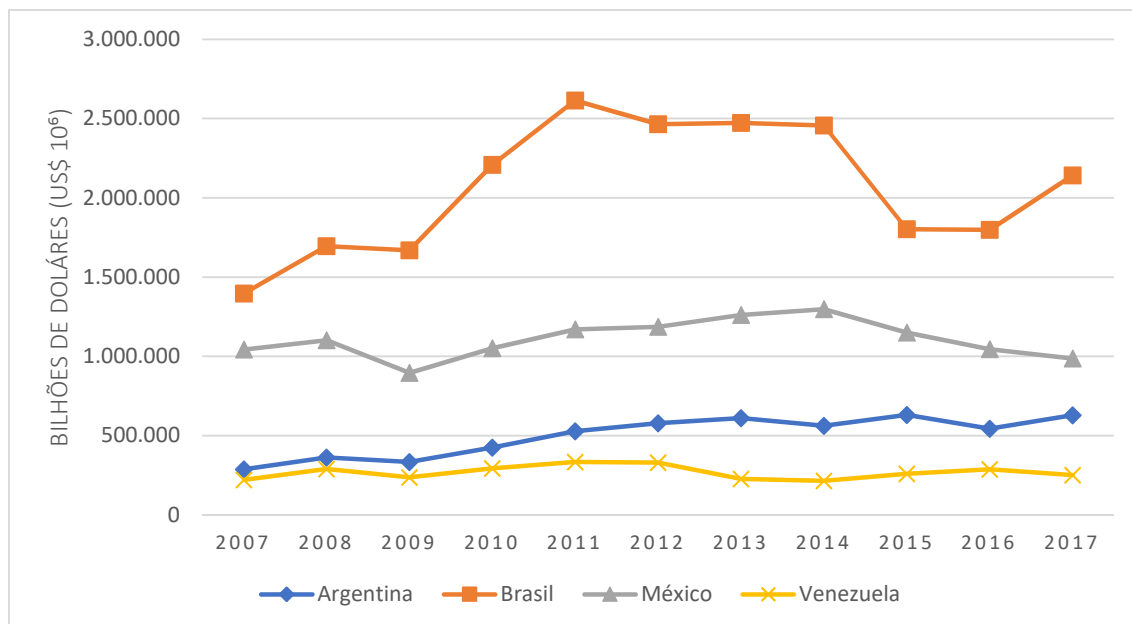
O PIB é um indicador para medir a atividade econômica do país, pode ser calculado de duas maneiras. Uma delas é pela soma das riquezas produzidas dentro do país, incluindo nesse cálculo empresas nacionais estrangeiras localizadas em território nacional. Nesse cálculo entram os resultados da indústria de serviços e agropecuária. Entra no cálculo apenas o produto final

vendido, por exemplo, um carro pronto para ser comercializado e não o aço e ferro produzidos para construir o carro. Evita-se, assim, a contagem dupla de certas produções, referido no Anexo I (figura 33) tem-se em escala os países com maiores PIB do Mundo.

Outra maneira de medir o PIB é pela ótica da demanda, ou seja, de quem compra essas riquezas. Nesse caso, são considerados o consumo das famílias, o consumo do governo, os investimentos do governo e de empresas privadas e a soma das exportações e das importações. Esses dois cálculos devem sempre chegar ao mesmo resultado (CURY; SILVEIRA, 2017).

Assim, após saber como o PIB é calculado, tem-se a análise na figura 20, o PIB dos quatro países referido nos últimos 10 anos. De acordo com o relatório do FMI (Fundo Monetário Internacional), o Brasil teve em torno de 1,79 trilhões de dólares em 2016, enquanto Argentina obteve 545,9 US\$ bilhões, México 1,046 US\$ trilhões e a Venezuela um PIB estimado em 287,2 US\$ bilhões. (WORLD BANK, 2017)

Figura 20 - PIB em Bilhões de Dólares (2016)



Fonte: Fundo Monetário Internacional, FMI 2017

A crise política que começou em 2014, afeta principalmente o Brasil, devido aos desvios do dinheiro público, a intervenção governamental e seus estímulos fiscais, gerou deterioração das contas públicas, causando

instabilidade no país. Juntamente, há uma crise energética, devido ao déficit hídrico nas barragens neste ano, fato que contribuiu na diminuição do seu PIB em 600 US\$ bilhões.

Já no México uma das razões que não ajudam o crescimento do PIB é que grande parte do capital investido no país é estrangeiro e é um especulativo que entra na Bolsa Mexicana de Valores (BMV). Outro fator é que a acumulação de riquezas está concentrada em menos de quarenta empresas listadas na BMV apesar de não representar mais de 4% de todas as empresas existentes. (MENA, 2018)

De acordo com a revisão do PIB base 2004, o Produto Interno Bruto Real da Argentina cresceu de 2004 até 2015 em 48,6%, enquanto que de acordo com o Kirchnerismo, o aumento acumulado atingiu 62,9% até 2014, a estagnação de 2015, segundo a presidenta Cristina Kirchner é explicado principalmente pela queda da indústria (6,2%). (PETERSON, 2018)

Com a intensificação da crise econômica a Venezuela houve uma queda de 14% do seu Produto Interno Bruto, a indústria petrolífera é responsável por 96% da receita do país, com a queda do preço do barril e pelo fato de ser tipicamente um país dependente totalmente da renda que o petróleo gera a economia só está regredindo. O governo culpa o colapso dos preços do petróleo e uma “guerra econômica” de empresários de direita pela crise. (APF, 2018)

A partir de 2010 com o estímulo da economia houve uma recuperação, mas que em 2013 temos a Venezuela e o Brasil passando novamente por uma crise, com baixíssimos índices econômicos, instabilidade política e aumento da violência, principalmente na Venezuela, que após a morte de Hugo Chávez no ano referido, Nicolás Maduro assumiu o poder por ser vice-presidente, e deu continuidade ao trabalho que vinha sendo feito pelo seu antecessor.

Mesmo com diversas greves que prejudicaram a economia (não foram apenas as greves, o governo central começou a expropriar todas as indústrias de forma autoritária, fato que gerou insegurança jurídica, o conjunto dessas ações promoveu uma fuga de capitais.



Antes de morrer, o governo de Hugo Chávez<sup>7</sup> conseguiu realizar a distribuição de renda e a redução da pobreza, assim como havia prometido em suas campanhas. (PALACIOS, 2018)

No entanto, na busca de manter os programas sociais financiados pela exportação do petróleo, o governo foi forçado a adotar uma política de desvalorização da moeda, como o país é extremamente dependente de produtos importados, inclusive os de primeira necessidade, como alimentos e produtos de higiene pessoal. Isso fez com que a população iniciasse uma greve devido a falta desses recursos, e muitos venezuelanos imigrando para o Brasil.

Porém, Maduro assumindo o país numa crise política e social, a isso se agregava a crise econômica gerada em grande parte pela queda do preço do Barril de petróleo. Esse conjunto de fatores fez com que o país atingisse um recorde histórico de queda do PIB (-18%) e uma inflação acumulada em 249%, segundo a Assembleia Nacional Venezuelana em janeiro de 2017.

Em 2014, a indústria havia caído, mas os serviços continuavam crescendo. Em 2015, caíram a indústria e os serviços. Já em 2016, a agropecuária mostrou queda (-6,6%) fato que nunca havia acontecido antes. O consumo das famílias, que por muitos anos sustentou o crescimento do PIB do Brasil, também seguiu ladeira abaixo, e em 2016 consumiram 4,2% a menos que em 2015, acima da queda registrada entre 2014 e 2015 de 3,9%.

A economia da Venezuela deve ter uma queda de 15% em 2018, segundo projeção divulgada Fundo Monetário Internacional (FMI). Como membro da Organização dos Países Exportadores de Petróleo (OPEP), a Venezuela tem designada uma quota de produção de petróleo que vem descumprindo de forma sistemática nos últimos anos. Em outubro de 2017, o país extraía 1,86 milhão de

---

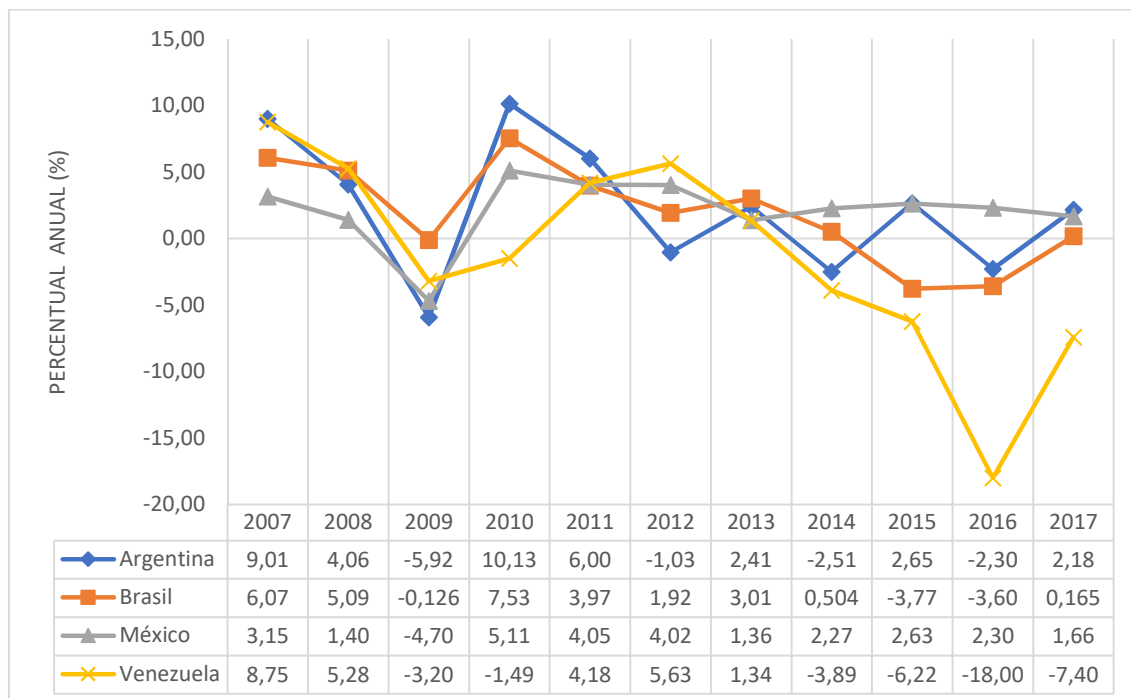
<sup>7</sup> Hugo Chávez foi eleito em 1999 pela primeira vez. Para modificar a Constituição e aumentar o poder do presidente, realizou um referendo assim que foi eleito. Com a mudança, foi preciso realizar outra eleição e Chávez foi eleito novamente em 2000. Em 2002, o presidente sofreu um golpe de Estado e chegou a ser detido por militares. O golpe durou apenas 47 horas e Chávez voltou ao poder. Como aprovou uma emenda constitucional que permite a reeleição ilimitada, poderia ficar no poder por tempo indeterminado.

Entre as medidas impopulares do presidente, estão a desvalorização da moeda, o racionamento de energia e o fechamento de emissoras de televisão.

Hugo Chávez, depois de 14 anos ocupando o posto mais alto do governo Venezuelano, morreu de câncer em 5 de março de 2013. Presidente polêmico, Chávez deixa como legado a erradicação do analfabetismo, a redução da pobreza e da desigualdade social. Como índice negativo, a criminalidade e a inflação.

barris por dia, 110.000 barris a menos do que o especificado pela organização. (MOLEIRO, 2018)

Figura 21 – Evolução do PIB dos Últimos 10 anos



Fonte: Fundo Monetário Internacional, FMI 2017

## 2.2 PIB PER CAPITA

O PIB per capita foi o primeiro indicador utilizado para analisar a qualidade de vida em um país, a expressão *per capita* vem do latim e significa por cabeça, ou seja, é calculado pela renda total de um país, região ou cidade e dividido pelo número total de uma determinada população.

Normalmente, países desenvolvidos têm uma renda per capita maior que a de países subdesenvolvidos, não é necessariamente uma regra que isso aconteça, por que número de habitantes é uma variável. Um país pode ser bastante desenvolvido socioeconomicamente e ter uma população expressiva, mas ainda assim ter renda per capita baixa. É o caso da China: segunda maior economia do mundo, cujo o PIB é de 2,44 trilhões de dólares (dados de 2016), não tem uma renda per capita tão alta, quando comparada ao seu PIB. A renda per capita chinesa foi de 6,8 mil dólares em 2017. A população, que é de 1,3

bilhão de pessoas para realizar a média de renda por pessoa, o resultado não será muito chamativo.

O contrário também é verdadeiro: os Emirados Árabes, por exemplo, têm renda per capita altíssima, de 43 mil dólares. Devido ao fato existir bilionários no país, e ter uma população pequena de aproximadamente 4 milhões, por isso uma elevação de renda por pessoa. (FMI, 2016)

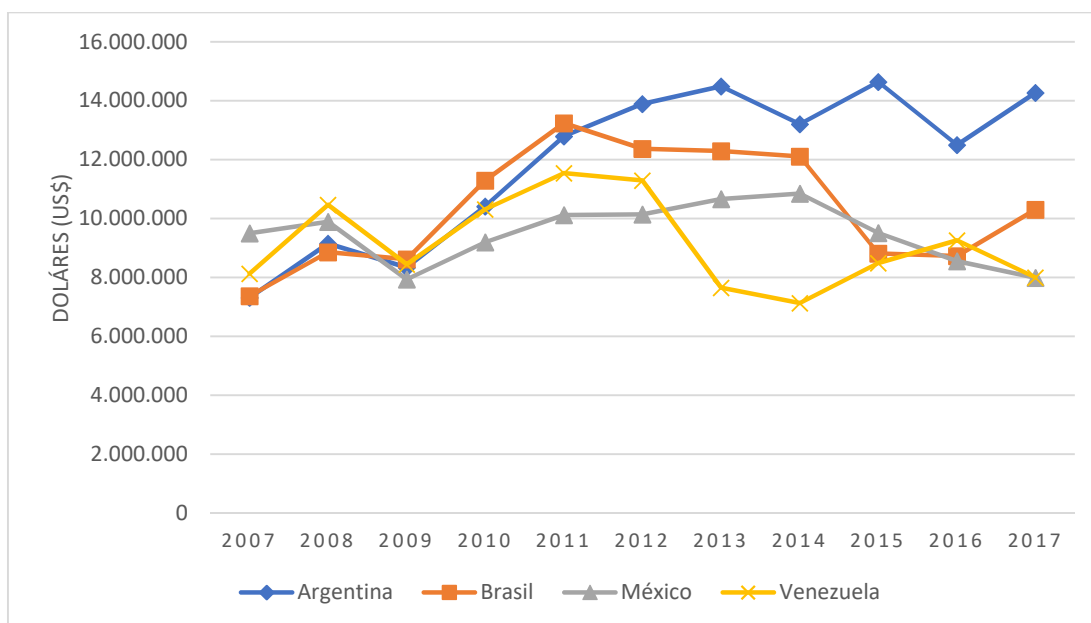
Essas informações nos levam a concluir que, apesar de a Renda *per capita* ser um indicador de desenvolvimento de um país, ela não traduz a sua realidade. Pois, não leva em consideração fatores importantes ao desenvolvimento das nações, como a desigualdade social e concentração de renda. Que é o caso dos Emirados Árabes com uma renda que está concentrada em uma parcela ínfima da população.

Eleito em dezembro de 2015, o presidente da Argentina, Mauricio Macri anunciou uma grande virada para o país ao se desvincular das políticas populistas e assistencialistas que caracterizaram a presidência Kirchner.

Em 2016, a Argentina enfrentou grandes desafios: inflação em 40%, alto número de desemprego e o consumo em declínio. Enquanto o presidente vem tentando combater a pobreza, na realidade tem aumentado. Os cidadãos protestaram contra esta situação e os sindicatos se mobilizaram contra a perda de empregos industriais.

A situação social do país é complicada: o desemprego está aumentando (cerca de 7% em 2016), a desnutrição continua sendo um problema, e 30% da população vive abaixo da linha da pobreza. Desde que Macri assumiu o cargo em dezembro, as tensões entre os sindicatos e o governo cresceram, assim como os acalorados debates entre autoridades centrais e locais sobre a distribuição das receitas federais para as províncias.

Figura 22 - PIB *per capita*



Fonte: Fundo Monetário Internacional, FMI 2017

### 2.3 INTENSIDADE ENERGÉTICA

O índice de intensidade energética (IIE) é representado pela razão entre o consumo total de energia de um país, em unidade de energia, e o PIB da economia, expresso em unidades monetárias. O IIE evidencia o grau de eficiência da utilização energética em relação à riqueza do país, desta forma quanto menor o uso de energia por unidades monetárias, maior a eficiência da economia, ou seja, quanto de energia consumida para gerar mil unidades do PIB. A eficiência é interpretada de modo que o consumo de energia domina, conforme o PIB aumente.

Equação 2 - Cálculo Para Intensidade Energética

$$IIE = \frac{a}{b}$$

Variáveis

a – Energia final consumida em toneladas equivalentes de petróleo

b – PIB a preços constantes, com base 1.000 (mil dólares)

O referido índice não está relacionado apenas a utilização eficiente dos recursos energéticos, ou seja, como minimizar as perdas nos processos de transformação. As dimensão econômica e a ambiental inerentes ao indicador de intensidade energética. A intensidade energética é afetada diretamente em função de variações no consumo energético, da produção, de mudanças tecnológicas e estruturais. Além de variações econômicas, políticas e de preços relativos, que alteram a utilização dos recursos energéticos e a relação do consumo sobre a produção. (BARTOLO, 2008)

A dimensão econômica, que mede a alocação dos recursos energéticos em relação a produção, está relacionada ao conceito de eficiência econômica, que se define por maximizar o bem-estar dos indivíduos, não existindo uma alocação que os deixe em melhor situação. Esta dimensão da eficiência ou produção tem ganhado importância no plano internacional, em função da ocorrência de custos crescentes, do caráter finito dos recursos energéticos e da presença de externalidades<sup>8</sup> ambientais negativas (TURDERA, 2017).

Segundo Pinto Jr. et al. (2007) a variação do consumo final de energia de um país em determinado período de tempo, depende: i) do crescimento econômico (efeito atividade); ii) das mudanças na estrutura do produto (efeito estrutura) e; iii) da evolução do conteúdo energético de cada produto (efeito conteúdo).

Conforme Motta e Araújo (1988) os três efeitos são explicados da seguinte forma: i) efeito atividade: está relacionado a variações no nível de atividade econômica que podem modificar a utilização de equipamentos, com diferentes níveis de eficiência, ou provocar a subutilização da estrutura, em caso de capacidade ociosa; ii) efeito estrutura: variações na composição do produto são influenciadas por variações na participação de setores com diferentes intensidades energéticas; iii) efeito conteúdo: mudanças no conteúdo energético são decorrentes de diferentes combinações de capital, trabalho e energia,

---

<sup>8</sup> As externalidades podem ocorrer no consumo (quando o consumo de um agente é influenciado pela produção ou pelo consumo de outro agente) ou na produção (quando as possibilidades de produção de uma firma são influenciadas por escolhas de uma firma ou consumidor). As externalidades são ditas negativas quando tem efeitos negativos sobre o consumo ou a produção do agente, e positivas, caso contrário.

decorrentes de variações nos preços relativos, melhorias técnicas ou de progresso tecnológico.

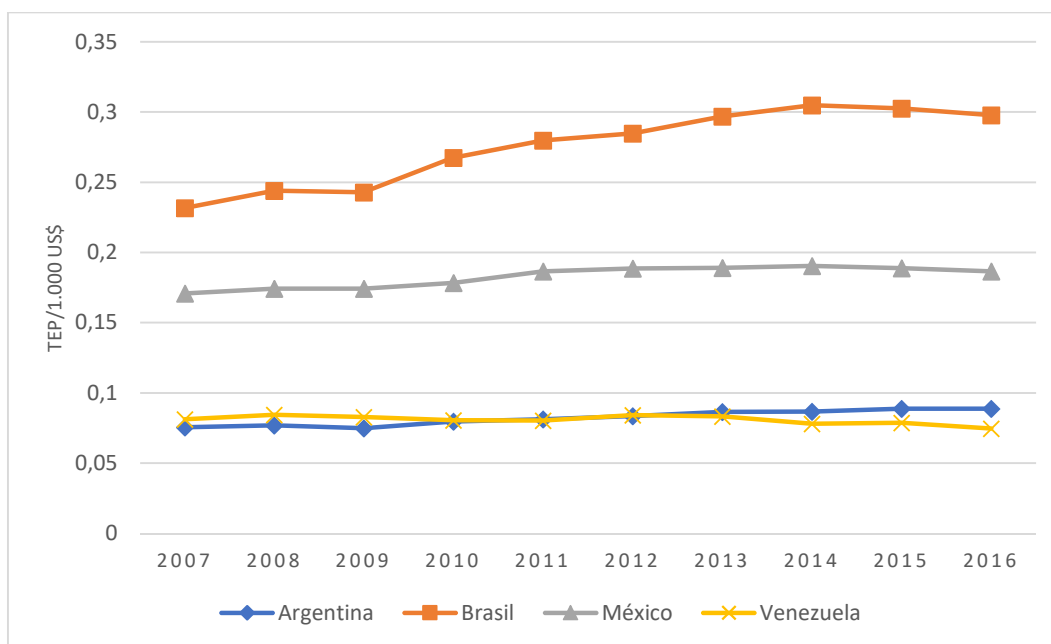
E como pode-se notar na figura 23, o Brasil apresenta uma divergência devido ter um PIB acentuado, mas com a crise econômica atual, a intensidade energética do país volta a se elevar após um período de relativa estabilidade desde 2009. Por conseguinte, mesmo com uma retração significativa da atividade econômica do setor industrial, seu consumo de energia aumentou. Isso ocorre devido ao fato de que Produto Interno Bruto (PIB) tende a cair em momentos de crise mais abruptamente do que o consumo de energia.

Diferente da Venezuela, que apesar de não ter um grande PIB, apresenta uma enorme atividade do setor energético decorrente da produção do petróleo, enquanto México e a Argentina se mantêm constantes, equilibrando-se na balança entre a produção de energia primária com a renda do país. (BARTOLO, 2008)

O ideal é que a intensidade energética seja uma linha descendente em função do tempo, isso significa menor e mais eficiente utilização da energia para gerar US\$ 1.000,00 do PIB. Por isso, países que ainda usam recursos ineficientes na sua transformação, como lenha, gastam muita energia para aumentar 1.000 US\$ do PIB

No caso dos quatro países sob análise, nenhum tem curva descendente, assim conclui-se que tem uso ineficiente da energia ou não há uma política energética voltada para o uso eficiente da energia. Por outro lado, também se entende que a queda do PIB propicia que a relação Intensidade Energética cresça, fato que não é desejável. Finalmente, a pior situação é quando se verifica contração do PIB e diminuição do consumo de energia, isso faz com que a IE, aparentemente se mantenha estável, portanto é preciso dispor de outros indicadores para medir o desempenho econômico de um país.

Figura 23 - Intensidade Energética



Fonte: BP Avaliação estatística da energia mundial, 2017

## 2.4 CAPACIDADE E DEMANDA DE PETRÓLEO

Apesar das eventuais crises nos países referenciados, a capacidade de refino do petróleo ainda é um mercado promissor, principalmente para Brasil, que com a crise econômica levaram o país a amargar o maior recuo no processamento de petróleo em suas refinarias dos últimos seis anos.

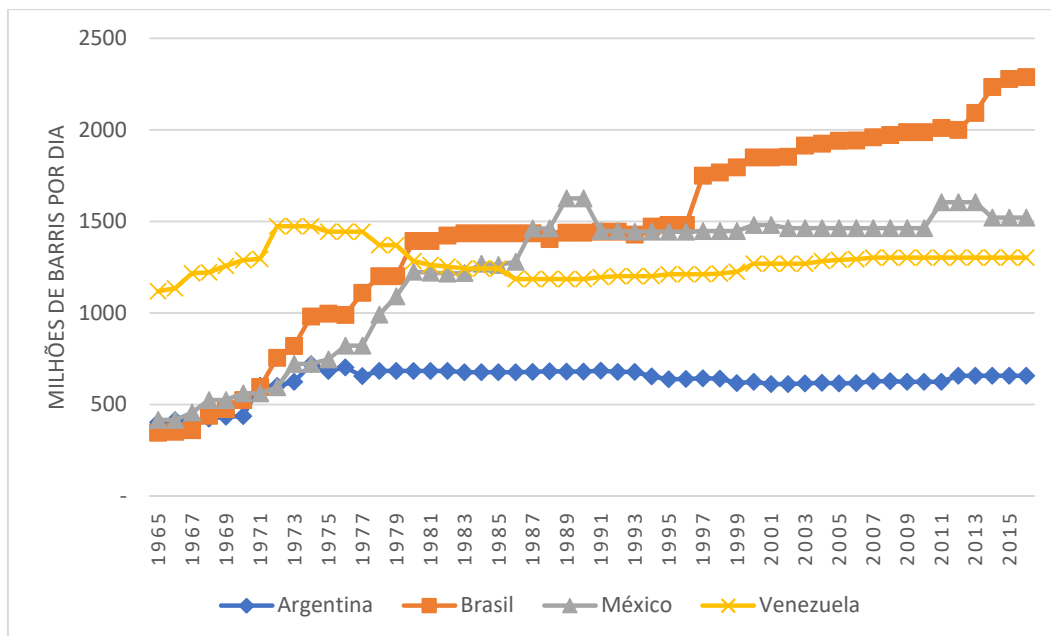
De acordo com dados da Agência Nacional do Petróleo (ANP), o volume refinado chegou a 670,0688 milhões de barris no ano início de 2017, uma queda de 7,5% em relação a 2015. Trata-se de um patamar desde 2010, quando foram refinados 661,838 milhões de barris.

O Brasil conta hoje com 17 refinarias. Desse total, a Petrobrás detém 13 unidades, que juntas, respondem por 98% do petróleo refinado no Brasil, diz a ANP (2016). Parte do recuo do refino está atrelado ao aumento das importações de combustíveis pelos concorrentes da Petrobrás.

Esse avanço ocorreu porque a estatal manteve, os preços de gasolina e diesel mais elevados no Brasil em relação ao mercado internacional. Como consequência, essas empresas optaram por trazer o combustível do exterior do

que comprar da Petrobras. Assim, a importação da gasolina subiu 18,5%, e a do diesel teve alta de 14,1%, mostra a ANP. (ROSA; ORDOÑEZ, 2017)

Figura 24 - Capacidade das Refinarias (1965-2016)



Fonte: BP Avaliação estatística da energia mundial, 2017

Segundo o relatório de 2017 do "BP Statistical Review of World Energy", o Brasil superou a produção da Venezuela e do México em 2016. Enquanto o Brasil registrou média diária de 2,6 milhões de barris/dia, a Venezuela encerrou o ano em 2,41 milhões, e o México em 2,45 milhões. Em 2015 a produção venezuelana era de 2,64 milhões de barris/dia e ainda superava a do México (2,58 milhões) e do Brasil (2,52 milhões)

De acordo com a figura 25, no Brasil as importações, subiram para 41,4% com relação ao mesmo período do ano passado, para 79,138 milhões de barris, o maior valor, desde 2000, segundo os dados compilados pela Agencia Nacional do Petróleo (ANP, 2016).

Enquanto as importações de combustíveis crescem, a produção das refinarias nacionais atingiu em 2017 o pior nível desde a crise, para especialistas, o país vem trocando produtos nacionais por importados como reflexo da política de preços da Petrobras. (PAMPLONA, 2017)

Já a Argentina que apesar, de não apresentar uma grande demanda no consumo de petróleo, ainda segue com as importações ativas. O governo do



presidente Mauricio Macri tenta reverter uma crise energética que é produto de um longo tempo sem investimentos, e que se fez visível a partir de 2010, quando o país perdeu o autoabastecimento de petróleo e gás natural, pela primeira vez em 17 anos.

Com a crise energética já admitida em 2012, ao fim de um processo de grave queda na produção e nas reservas de hidrocarbonos, que levou o país a gastar milhares de dólares em importações, impulsionou a nacionalização da petroleira *Yacimientos Petrolíferos Fiscales* (YPF), privatizada a 19 anos. (Guarexick J., 2017)

O México registrou superávit comercial este 2017, uma vez que o crescimento das exportações superou o das importações, devido ao aumento dos preços do barril e das fortes exportações de bens manufaturados. As exportações subiram 69% para US\$ 1,91 bilhão, enquanto as importações de gás natural e derivados aumentaram de 65% para, US\$ 3,05 bilhões, informou o Instituto Nacional de Estatística (INE).

A Venezuela é um país que baseia sua economia na produção e exportação de petróleo, ou seja, um país que é considerado monoprodutivo e rentista. Portanto, por sua vez, monoexportador, pois o petróleo é o recurso pelo qual obtém a maior parte d receita do país , o que permite, de uma forma ou outra, a compra de todos os bens e serviços que o país não produz para satisfazer as necessidades dos venezuelanos.

É por isso altas quantidades de derivados do petróleo são importadas, embora, a Venezuela disponha decapacidade tecnológica e trabalho para produzi-los, porém não é feito pela simples conveniência de ter alta receita com a venda de barris de petróleo cru, ou seja, há conformidade de ser um país rentista. (KROEHN, 2015)

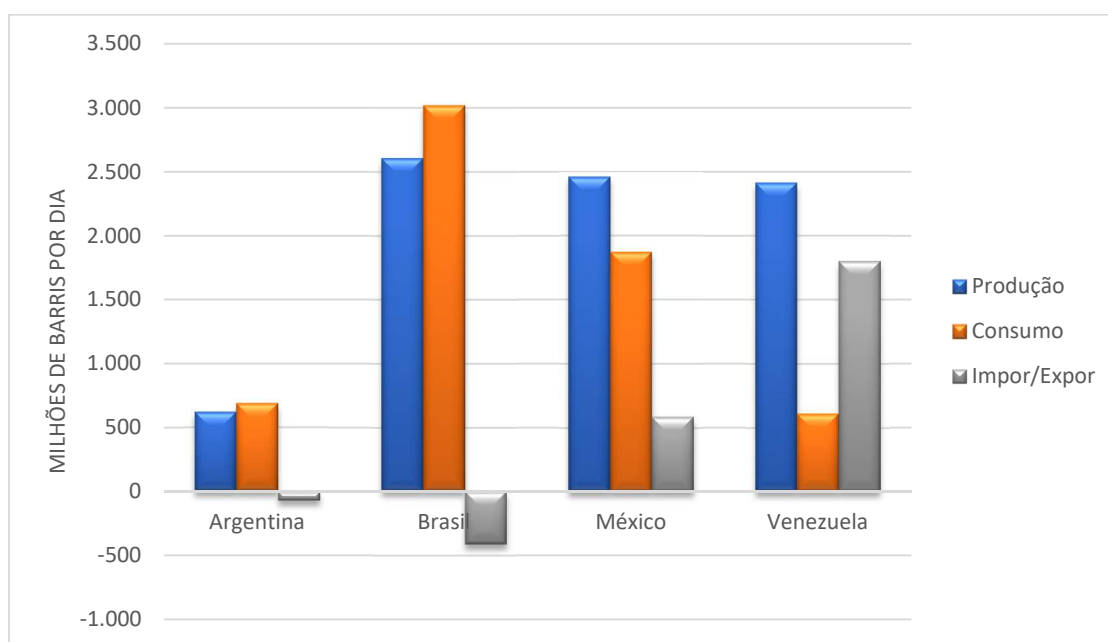
Detentora de uma das reservas de petróleo bruto do mundo a Venezuela, mantém uma volumosa exportação com quase 2 milhões de barris por dia, mas a estatal, Petróleos de Venezuela, Sociedad Anónima (PDVSA), empresa que passa por reformas e que levou a demitir 18 mil funcionários da empresa.

Embora o volume de exportações de petróleo não tenha mudado desde 2015, os dados oficiais revelam um aumento nos embarques da PDVSA para o mercado asiático. Recentemente, o Ministério do Petróleo e Mineração anunciou

que a Venezuela envia 1,3 milhões de barris por dia para a China e a Índia. Como não há estatística oficiais, o resto dos números deve ser estimado.

Isso representa cerca de 80% do petróleo exportado, enquanto 20% do restante é importado para os Estados Unidos.

Figura 25 - Balanço oferta/demanda do Petróleo (2016)



Fonte: BP Avaliação estatística da energia mundial, 2017

#### 2.4.1 ELASTICIDADE-PREÇO DA DEMANDA

Para analisar especificamente a variação percentual na quantidade demandada de petróleo em relação ao seu preço, é usado o conceito chamado de elasticidade, que é a relação de variação percentual. Que mede a sensibilidade, resposta, reação de variável.

Essa relação é associada com o preço e a demanda, que é chamado de elasticidade preço da demanda, que é a variação percentual na quantidade demandada em relação a uma variação percentual do preço. Que mede a resposta dos consumidores quando ocorre uma variação no preço de um produto ou serviço. De acordo com a elasticidade-preço demanda, pode ser classificada como elástica, inelástica ou de elasticidade-preço unitária.

Afirma-se que a demanda é elástica quando indica que a variação percentual na quantidade demandada é maior que a variação percentual do preço. Em outras palavras, elevação no preço provoca redução na quantidade demandada relativamente maior do que a elevação do preço. Interpreta-se como a sensibilidade relativamente alta da demanda em relação ao preço.

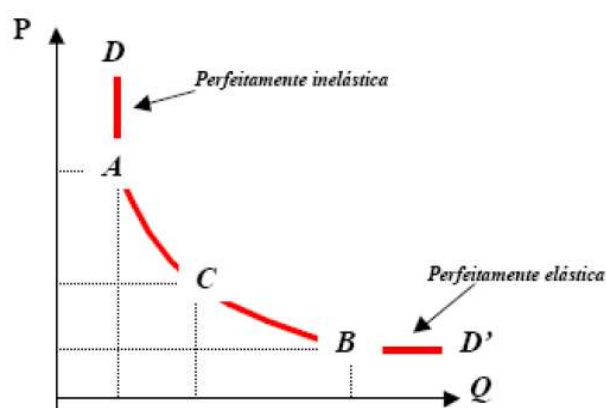
Quando a demanda é inelástica. Indica que a variação percentual na quantidade demandada é menor que a variação percentual no preço. Em outras palavras, elevação no preço provoca aumento na quantidade demandada relativamente menor que a elevação no preço. Interpreta-se como a sensibilidade relativamente baixa da demanda em relação ao preço.

E quanto a elasticidade-preço unitária. Indica que a variação percentual na quantidade demandada é igual a variação percentual de preço, ou seja, não ocorre variação percentual na demanda e no preço. Interpreta-se que os bens são independentes.

Mas para a determinação da elasticidade, a exemplo da demanda pode ser procedida no arco de oferta, em um ponto determinado da curva apresentada na figura 26 tem-se os seguimentos de elasticidade, onde é interpretado como elástica, inelástica e perfeitamente unitária. A partir disso é analisado o conceito do preço e demanda do produto.

Quando a quantidade demandada não responde a variação nas alterações nos preços é dada como inelástica (PONTO CB) ou quando a quantidade demandada responde com intensidade a alteração nos preços é dada como elástica (PONTO AC). Quando a variação quantidade demandada muda na mesma proporção que o preço se altera, tem-se a elasticidade unitária, ou seja, o preço e a demanda caminham nas mesmas condições da oferta e procura (PONTO C).

Figura 26 - Curva de Elasticidade



Fonte: TURDERA, 2017

Onde:

Segmento AC= elástica

Segmento CB = inelástica

Ponto C = elasticidade unitária

Para o cálculo da Elasticidade-Preço da Demanda ( $E_p$ ), é necessário a variação percentual na quantidade de demanda de um bem ou serviço em consequência da variação percentual do preço. Matematicamente temos que:

Equação 3 - Cálculo de Elasticidade

$$E_p = \frac{\Delta Q\%}{\Delta P\%} = \frac{\frac{q_{x1} - q_{x0}}{q_{x0}}}{\frac{p_{y1} - p_{y0}}{p_{y0}}}$$

Onde:

A variação percentual da demanda é dada:  $\Delta Q\%$

A variação percentual do preço:  $\Delta P\%$

Demanda inicial:  $q_{x1}$

Demanda final:  $q_{x0}$

Preço inicial:  $p_{y1}$

Preço final:  $p_{y0}$

A título de exemplo é considerado na tabela 5, os cálculos de elasticidade, considerando os seguintes valores para período, preço e quantidade:

Tabela 5 - Dados de Exemplo para o Cálculo de Elasticidade

Período	Preço	Quantidade
	US\$	UNI
2015	10,00	500
2016	10,50	480

Fonte: TURDERA, 2017

Aplicando a fórmula:

$$E_p = \frac{\Delta Q\%}{\Delta P\%} = \frac{\frac{q_{x1} - q_{x0}}{q_{x0}}}{\frac{p_{y1} - p_{y0}}{p_{y0}}} = \frac{\frac{480 - 500}{500}}{\frac{10,50 - 10,00}{10}} = -0,80$$

O resultado é expresso em porcentagem, e para compreender melhor o resultado, para cada variação de 1% no preço do produto, a quantidade variará em 0,8%. O sinal negativo é porque quando o preço sobe a quantidade diminui ou quando o preço diminui, a quantidade demandada aumenta, então geralmente é descartado o sinal negativo.

No exemplo o preço aumentou em 5% de R\$10,00 para R\$10,50 enquanto a quantidade caiu em 4% de 500 para 480. Para verificar a quantidade demandada para as diferentes variações de preço basta multiplicar a variação de preço pela elasticidade. Se variasse o preço em 15% a variação na quantidade seria 12% (15%\*0,8).

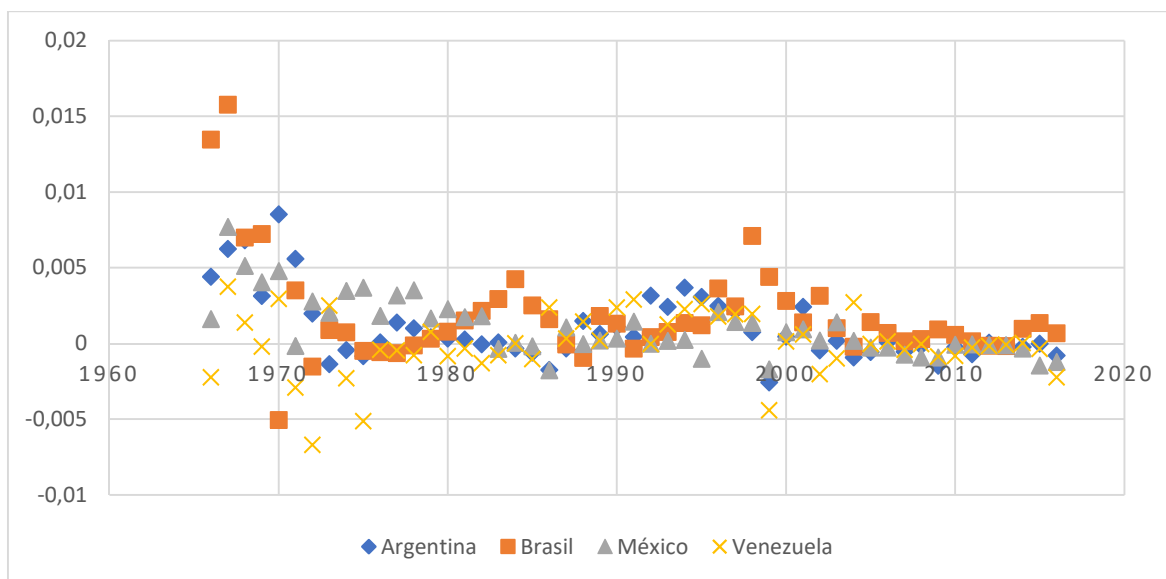
Apresentados os cálculos de elasticidade-preço e demanda, pode-se analisar a figura 27, onde os dados retirados da PB (statistical, 2017), de consumo e preço dos países referidos, temos que os quatro países apresentam curvas coincidentes, e quanto mais inclinada a curva de demanda for, menor é a redução da quantidade consumida quando o preço aumenta. Neste caso, afirma-se que a demanda é inelástica. Isto é muito comum em bens essenciais, dos quais os indivíduos não podem abrir mão, de exemplo: gasolina e energia elétrica.

Quando a elasticidade for menor que um ( $\xi \leq 1$ ), significa que se o preço aumentar em 1%, a quantidade demanda será reduzida em menos do que 1%, e quando é maior que um ( $\xi \geq 1$ ), significa que se o preço aumentar 1%, a quantidade demandada será reduzida em mais do que 1%.

Constata que a inelasticidade se apresenta para os quatro países referidos, notando que o sinal negativo, apresentado pela Venezuela, indica que a variação na quantidade de petróleo será em sentido contrário a variação do preço. Deste modo a é possível compreender que a Venezuela controla o seu nível de produção, por ser um grande país produtor de petróleo.

Diferente do Brasil, México e Argentina, que além de serem grandes produtores de petróleo, ainda precisam suprir sua demanda, e necessitam de importações. Desde modo interpreta-se que quanto mais o preço aumenta, a quantidade na demanda diminui. Mas, como percebe-se no gráfico, a variação de elasticidade-preço e elasticidade-demanda é mínimo a devido aos derivados de petróleo serem de extrema necessidade no cotidiano, e que só através do cálculo de elasticidade e perceptível observar.

Figura 27 - Elasticidade da Demanda (1965-2016)



Fonte: BP Avaliação estatística da energia mundial, 2017

## 2.5 MERCADO DE GÁS NATURAL

O mercado de gás natural na América Latina é um pouco diferente dos outros mercados em todo o mundo. É um mercado incipiente e desenvolvido com importações e exportações de todo o país, mas é segmentado, relativamente pequeno, dominado por empresas estatais, que utilizam por meio de importação, mediante gasodutos ou LNG, quanto como definidor de preço (*price maker*). Embora, para um mercado realmente competitivo o ideal é que os países sejam tomadores de preço – *price takers*.

A região atualmente importa gás sob forma de GNL (Gás Nacional Liquefeito), onde o mercado é conjugue com o petróleo. Também importa por gasodutos Os dados da figura 28, revelam para o ano de 2016 o mercado do gás natural.

O México como grande importador, os dados disponíveis pelo relatório da BP (Statistical ,2017), cerca de 89% do gás natural consumido foi importado por conta dos baixos níveis de produção da PEMEX.

O consumo doméstico, que é o fornecimento de gás natural após dedução do consumo PEMEX, ascendeu aos 89,5 Bcm (Bilhões de Metros Cúbicos), e as importações foram de 42,4 5 Bcm. Por outro lado, a PEMEX produziu 47,2 Bcm, porém a estatal tenta reverter essa crescente dependência de gás importado, com novos contratos.

De acordo com a Análise da Comissão Nacional de Hidrocarbonetos (CNH), para obter esses contratos, as empresas comprometeram a perfuração de 36 poços exploratórios, dos quais 16 buscarão gás natural. Com isso, o investimento mínimo comprometido, podendo alcançar uma produção subsequente de 448 milhões de dólares para a atividade mexicana de gás por empresas privadas em dois anos (MÉXICO, 2016).

Cerca de 41% do gás natural consumido no México é usado para geração de eletricidade. Agora, o setor busca beneficiar-se dos baixos preços que vêm da fronteira do norte dos EUA. "O preço estimado do gás natural, de 2015 a 2040, estará dentro de uma faixa de 2,6 a 5 dólares por milhão de BTU", explica Pech, analista da consultoria *Caraiva y Asociados*. (SIGLER, 2016)

Quanto à Argentina, o país começou a receber suprimentos de gás de xisto de sua reserva que detém mais de 22,7 trilhões de metros cúbicos na jazida denominada de Vaca Muerta<sup>9</sup>. Essa produção deve substituir, por enquanto, parte das importações de gás natural liquefeito feitas pelo país. O objetivo do governo é não depender mais de GNL importado a partir de 2022, a produção de gás natural argentino passou por oito anos de decréscimo, transformando o país de maior exportador de América do Sul a importados do produto.

Em 2015, cerca de 23% do consumo local de gás natural dependia da importação da Bolívia ou de GNL Caribenho, quadro de que a Argentina busca reverter explorando a reserva de Vaca Muerta. Porém, informações de agência de energia dos Estados Unidos ressaltam que existem ainda obstáculos a serem vencidos para que o objetivo seja atingido.

A companhia de petróleo *Yacimientos Petrolíferos Fiscales* (YPF) é o principal operador em Vaca Muerta, e estabeleceu parcerias com empresas como a Chevron e a Petronas para explorar o campo. Pois além da Argentina e do Canadá, os Estados Unidos é o único país a comercializar petróleo e gás de xisto proveniente de camadas profundas de rochas.

Embora a Argentina tenha uma indústria de energia estabelecida, o atual setor de petróleo e gás é relativamente pequeno, e o país depende dos custos de mão-de-obra e equipamentos importados, plataformas e capacidade limitada de *proppant*<sup>10</sup>, fatores que dificultam os esforços para aumentar rapidamente a produção, só o ano passado a Argentina importou mais de 11 bilhões de metros cúbicos, cerca de 30% do total produzido (MAXIQUIM, 2017).

O Brasil importa aproximadamente 13 bilhões de metros cúbicos em 2017, cerca de 45% desta importação de gás é do país vizinho, cerca de 24 milhões de metros cúbicos/dia. A Bolívia é fortemente dependente da exportação de gás natural, e com a Argentina autossuficiente no suprimento de gás natural, o Brasil

---

<sup>9</sup> Vaca Muerta - É uma formação geológica de 30.000 km<sup>2</sup> (12.000 km<sup>2</sup> concessionado a YPF), localizado principalmente na província de Neuquén, que contém gás e petróleo com mais de 2.500 metros de profundidade, longe das mesquitas de água que, nesta região, estão entre 300 e 400 metros.

A relevância da Vaca Muerta é tão significativa que o desenvolvimento de uma pequena parte deste treinamento poderia cobrir o déficit energético do país.

<sup>10</sup> *Proppant* - (na extração de óleo) um material usado na fratura de rocha hidráulica para manter as fissuras abertas e assim ajudar a extração



aparece naturalmente como o principal mercado consumidor para o gás boliviano.

A produção de gás da Petrobras no Brasil somou um recorde de cerca de 23,5 bilhões de metros cúbicos em 2016, em média, ante em 2014 de 22,7 bilhões de metros cúbicos. O Contrato de venda de gás da Bolívia para o Brasil foi assinado em 1996 e entrou em vigor em 1999 por um período de 20 anos.

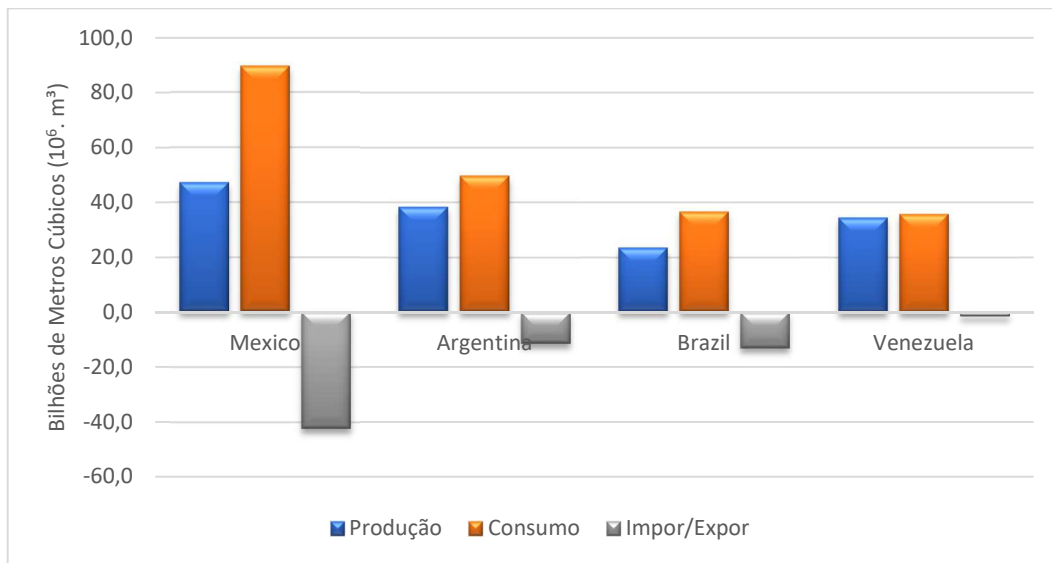
A Petrobras destacou que o atual contrato de importação está previsto para terminar em 31 de dezembro de 2019, podendo ser automaticamente prorrogado ou não. Uma vez que a Petrobras está reduzindo sua participação neste mercado, vendendo ativos de gás e abrindo espaço para novos competidores. Por outro lado, a produção da estatal está crescendo impulsionada pela extração do pré-sal (NOGUEIRA, 2017).

A Venezuela mesmo sendo a proprietária das maiores reservas provadas de petróleo e gás natural, atualmente sua economia atravessa um período instável devido o que os economistas, dizem que é resultado das políticas de Hugo Chávez e do atual presidente Nicolás Maduro, uma “combinação tóxica” entre controle cambial, estímulos fictícios à demanda e controle do setor produtivo.

Em 2016 o país importou 1,3 bilhões de metros cúbicos, cerca de 3,7% do total consumido, e produziu cerca de 34,3 bilhões de metros cúbicos. Segundo o ministro do Petróleo da Venezuela, Eulogio Del Pino, diz que o projeto de exploração de gás denominado "Gran Mariscal Sucre", situado na península de Paria, poderá transformar o país no maior exportador de gás da região.

"Em menos de um ano, o projeto Cardon, desenvolvido no Golfo da Venezuela, está produzindo cerca de 600 milhões de metros cúbicos (m<sup>3</sup>) por dia. Enquanto isso, o campo de Dragón começará a produzir 300 milhões de m<sup>3</sup>, o que junto com o restante dos campos que fazem parte do projeto Mariscal Sucre, pode chegar à produção de mais de 1 bilhão de m<sup>3</sup> nos próximos anos".

Figura 28 - Variação Percentual do Gás Natural (2016)



Fonte: BP Avaliação estatística da energia mundial, 2017

## 2.6 EMISSÃO DE GASES ESTUFA (*GEE*)

Os gases de efeito estufa (*GEE*) são os gases que absorvem uma parte dos raios do sol e os redistribuem em forma de radiação na atmosfera, aquecendo o planeta em um fenômeno chamado efeito estufa. Dentre eles os principais *GEE* são:  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{O}_3$ , e halocarbonos. A denominação efeito estufa foi dada em analogia ao aquecimento gerado pelas estufas, normalmente feitas de vidro para o cultivo de plantas. O vidro permite que a luz solar passe e essa energia é absorvida e refletida ao passar novamente pelo vidro, sendo reirradiada e responsável pelo aquecimento da estufa.

O mesmo raciocínio pode ser usado para o aquecimento da terra, onde os gases de efeito estufa fazem o papel do vidro. Então esse processo nada mais se trata de um processo natural para manter a terra aquecida. O problema é que esse efeito tem se intensificado bastante devido as ações humanas, houve recorde de emissão de  $\text{CO}_2$  na atmosfera em 2014, segundo a Organização Meteorológica Mundial (OMM).

Esta intensificação se deve, principalmente, à queima de combustíveis fósseis, pelas indústrias e pelos automóveis, substâncias de origem mineral

formadas por compostos de carbono, entre eles o carvão mineral, o gás natural e os derivados do petróleo. A queima de florestas, pecuária e o desmatamento também tem contribuído com esse desequilíbrio, pois além de liberar o gás pela queima da madeira, reduz o número de árvores responsáveis pela fotossíntese, que absorvem o CO<sub>2</sub> presente na atmosfera, tendo como consequência o aquecimento global acelerado como segue em Anexo I (figura-33) as emissões de CO<sub>2</sub> *per capita* em 2016.

Neste tópico será apresentado a quantidade de GEE por unidade de energia primária consumida, utilizando a curva ambiental de KUNETS para relacionar o crescimento econômico com a emissão de gases de efeito estufa. (CABRAL, 2017)

### 2.6.1 CURVA AMBIENTAL DE KUZNETS

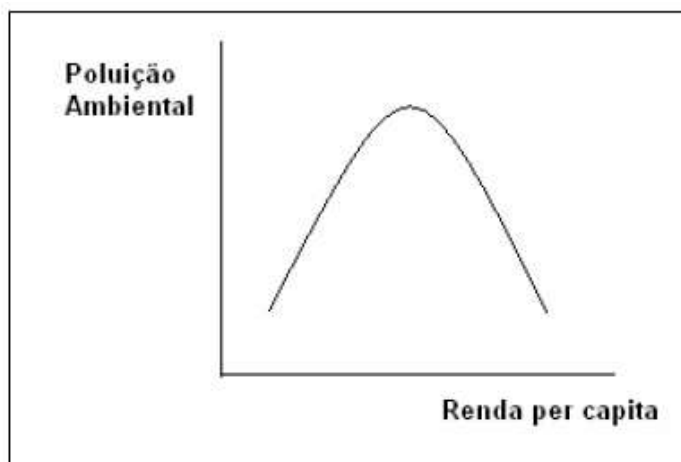
A partir da década de 1990, a Curva de Kuznets, passou a ser utilizada para relacionar variáveis ambientais em função do crescimento econômico. Esta curva, que ficou conhecida como Curva Ambiental de Kuznets, apresenta uma porção ascendente que representa a transição de uma economia agrária, considerada limpa, para uma economia industrializada, com maior emissão de poluentes.

Em níveis mais elevados de renda per capita, fatores contrários a esta tendência provocariam uma desaceleração, que reverteria a tendência crescente da poluição. Segundo Selden e Song (1994), os fatores contrários a elevação da poluição ambiental são os seguintes: i) elasticidade-renda positiva para qualidade ambiental, ii) mudanças na composição da produção e do consumo, iii) aumento do nível educacional e, iv) elevação da consciência ambiental.

Paralelamente ao desenvolvimento econômico elevam-se as exigências do mercado e a regulação ambiental, o que estimula o desenvolvimento tecnológico, e eleva a produtividade e auxilia na redução das emissões de poluentes (SELDEN e SONG, 1994).

A Curva Ambiental de Kuznets, como é conhecida, tem forma de “U-invertido”, conforme a figura abaixo.

Figura 29 - Curva Ambiental de Kuznets



Fonte: Adaptado Programa de Recursos Humanos da ANP,2017

Segundo os princípios da Curva Ambiental de Kuznets os países em desenvolvimento, ainda em estágios incipientes de desenvolvimento, localizam-se no lado esquerdo da curva, onde os níveis de intensidade energética e de emissão de monóxido de carbono são crescentes. Enquanto os países desenvolvidos já teriam ultrapassado o pico de intensidade energética e de emissão de monóxido de carbono possuem uma tendência crescente.

### 2.6.2 EMISSÃO DE GASES ESTUFA POR UNIDADE CONSUMIDA (*Per-Capita*)

A elevação do consumo de energia no início do desenvolvimento econômico está fortemente relacionada á produção de poluentes como o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). As variáveis que influenciam nas emissões de CO<sub>2</sub> são facilmente visualizadas na expressão abaixo, que relaciona as variáveis da população, PIB e consumo de energia com a variável de CO<sub>2</sub>. A expressão a seguir é uma decomposição dos efeitos das referidas variáveis que permite a visualização da influência de cada variável nas emissões de CO<sub>2</sub>.

Equação 4 - Intensidade de emissão de CO<sub>2</sub> por unidade consumida do PIB

$$CO_2 = POPULAÇÃO * \frac{PIB}{POPULAÇÃO} * \frac{CONSUMO\_ENERGIA}{PIB} * \frac{CO_2}{CONSUMO\_ENERGIA}$$

Esta expressão pode ser simplificada cortando-se a variável população.

$$CO_2 = PIB * \frac{CONSUMO\_ENERGIA}{PIB} * \frac{CO_2}{CONSUMO\_ENERGIA}$$

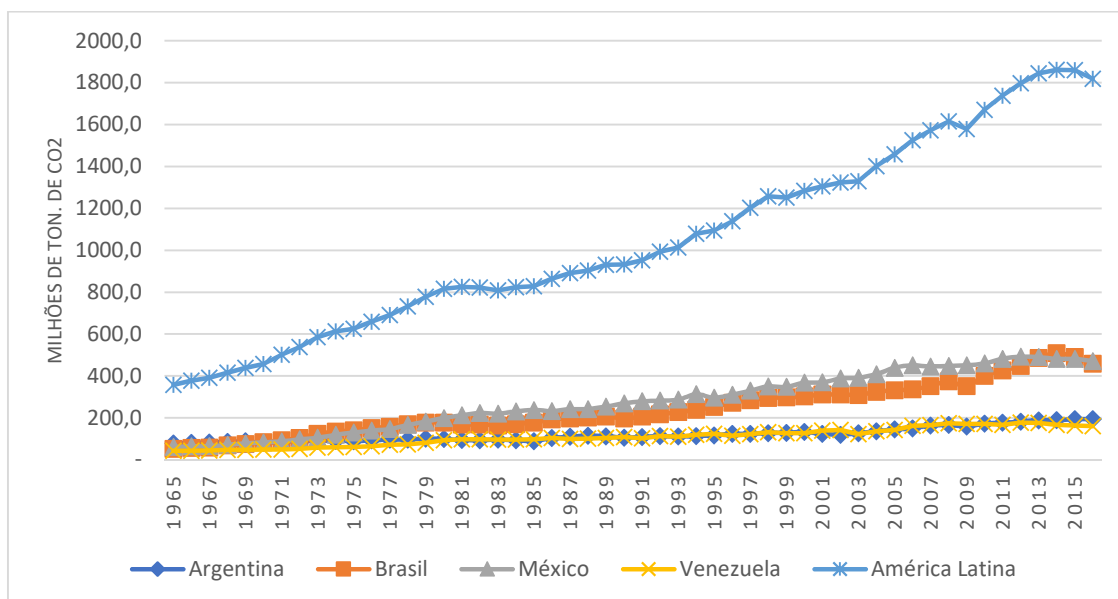
Reescrevendo a função obtemos o valor da Intensidade de Emissão de CO<sub>2</sub> ( $\frac{CO_2}{PIB}$ )

$$\frac{CO_2}{PIB} = \frac{CONSUMO\_ENERGIA}{PIB} * \frac{CO_2}{CONSUMO\_ENERGIA}$$

De acordo com a expressão acima, a Intensidade de Emissão de CO<sub>2</sub> está diretamente relacionada ao índice de intensidade energética ( $\frac{CONSUMO\_ENERGIA}{PIB}$ ) e ao coeficiente de emissão ( $\frac{CO_2}{CONSUMO\_ENERGIA}$ ). Portanto, as variações de Intensidade de CO<sub>2</sub> dependem de variações no índice de intensidade energética que varia em função do efeito atividade, estrutura ou conteúdo e no coeficiente de emissão, decorrente da matriz de consumo energético.

Embora a mudança que afete o mundo ocorra a uma velocidade muito mais rápida do que o esperado, as emissões de dióxido de carbono estão aumentando, como no caso da América Latina. Dentre os países referidos, México, Brasil e Venezuela, cada um excedendo 160 milhões de toneladas por ano. Isso torna imperativo que os governos atuem para reverter o dano causa pelas emissões de gases poluentes, diz o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA).

Figura 30 - Evolução da emissão de CO<sub>2</sub> com referência a América Latina



Fonte: BP Avaliação estatística da energia mundial, 2017

Assim temos que as principais causas da poluição ocasionado pelos Gases de Efeito Estufa (GEE), é a queima de combustíveis fósseis, na produção de eletricidade, no setor de transporte e no setor industrial. A figura 31, relata a evolução na energia consumida primária em toneladas equivalentes de petróleo (TEP) em relação na quantidade emitida de CO<sub>2</sub> ao longo de 50 anos.

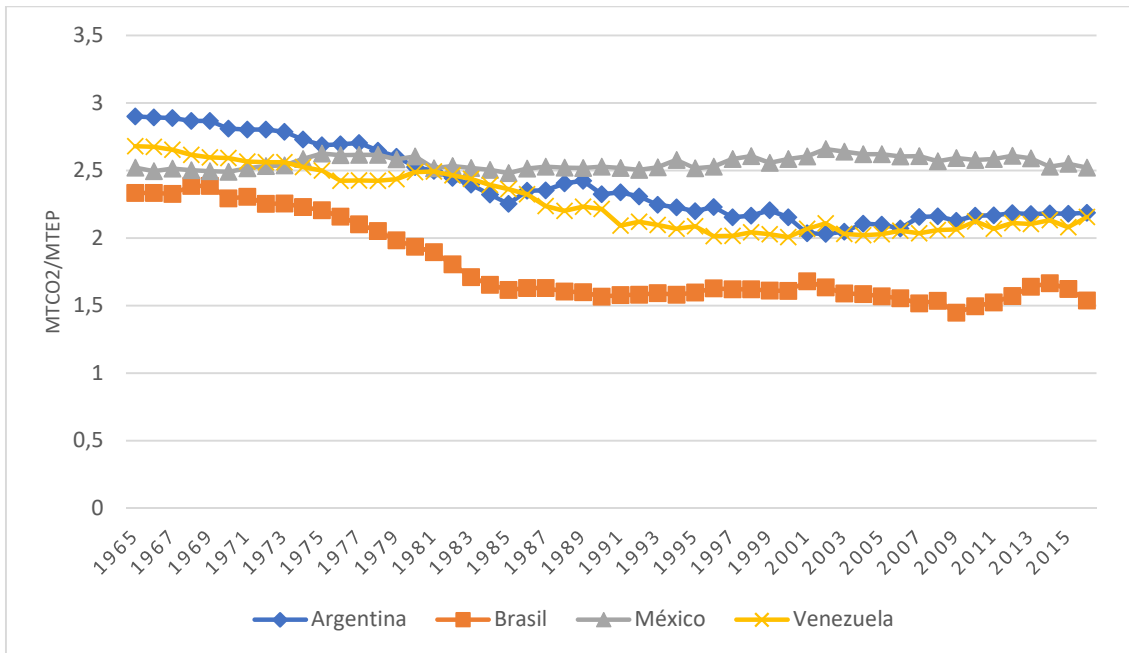
Dentre os países referidos o Brasil é o que apresenta maior eficiência na energia primária consumida, devido a matriz de energia elétrica brasileira estiver composta de 60% da energia hídrica e apenas 16% provida de energia fóssil, segundo o relatório da ANEEL, 2017.

Diferente do México que tem 70% da sua matriz proveniente ida de recursos fósseis e 25% de recursos renováveis, segundo o relatório da SENER, Secretaria de Energia do México (2017).

A matriz elétrica argentina é composta por 87% de combustíveis fósseis, dentre eles o gás natural que apresenta 69% na produção de energia elétrica, e somente 17% de energia hídrica. (ARGENTINA, 2016)

O consumo da matriz energética venezuelana provém de 77% de energia fóssil, sendo 31,79 % de gás natural e 45,69% do petróleo, já para recursos renováveis obtém 22,22% em 2015. (SERRANO, 2016)

Figura 31 - Evolução da intensidade de carbono relativa à geração de energia primária consumida entre 1965 e 2017 (milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> por milhões de Tep).



Fonte: BP Avaliação estatística da energia mundial, 2017

A Venezuela é o país da América Latina sem incluir as nações caribenhas, com o maior consumo de combustíveis derivados do petróleo por habitante, começando pela gasolina. Como consequência, aparece também como o país latino-americano com as maiores emissões de dióxido de carbono por habitante.

As tarifas de todos os produtos refinados na Venezuela, sobretudo o diesel e a gasolina para automóveis, não sofreram variação durante 20 anos. Isso ocasionou uma diminuição do preço dos combustíveis líquidos devido as elevadas taxas de inflação e as sucessivas desvalorização da moeda do país: Bolívar. Foi assim que a Venezuela figurou, por vários anos, como a nação com a gasolina mais barata.

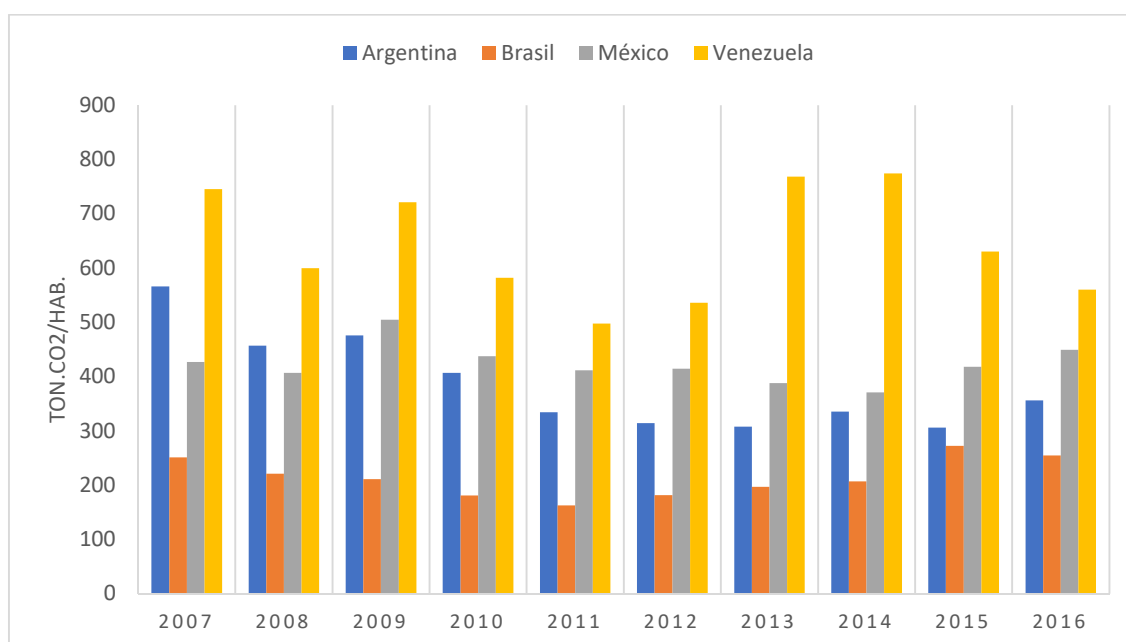
Dados do Banco Mundial indicam que cada venezuelano registrava um consumo médio de 1.272 litros anuais de combustível até o fim de 2014, pois usufruía do benefício de só pagar um centavo de dólar americano por litro. Entretanto, a partir de 18 de fevereiro de 2016, o custo de venda da gasolina de maior octanagem foi elevado a 60 centavos de dólar por litro, assumindo a paridade oficial de 10 bolívares por dólar. (JIMÉNEZ, 2016)

A demanda interna petrolífera per capita se encontra entre 8 e 10 barris por ano até 2014, de acordo com o Banco Mundial, enquanto que o México é de

6,5 barris por habitante, a Argentina com 5,3; e as quantidades caem a 5,3 e 3,7 barris por ano o Brasil e a Colômbia respectivamente. No entanto os anos de 2014 e 2015 a crise dos recursos hídricos no Brasil, fez com que o país ligasse as termoelétricas para atender a demanda de energia elétrica no país.

Na última década, houve um aumento dramático na propriedade de automóveis particulares nos países da região com alto crescimento do PIB. Uma pesquisa divulgada pelo Instituto Nacional de Ecologia (INE) do México aponta que a frota da capital mexicana é a maior do mundo em emissão de dióxido de carbono. Para isso, contribui a larga presença de veículos antigos, de baixa tecnologia. “Basicamente, poluição na capital é provocada por veículos, sendo que metade da frota tem mais de 12 ou 13 anos de circulação”.

Figura 32 - Evolução da intensidade de carbono relativa em relação ao número de habitantes em 10 anos (milhões toneladas de CO<sub>2</sub> por habitante)



Fonte: BP Avaliação estatística da energia mundial, 2017



### 3 CONCLUSÕES

De fato, o petróleo é ainda uma das principais matérias-primas e a mais importante fonte de energia do mundo na atualidade. Por ele, guerras foram travadas, disputas econômicas ocorreram e muito se investiu. Por se tratar de uma fonte de energia com grande abundância, e ao contrário do que muitos pensam, o petróleo não é importante somente para a produção e consumo de energia elétrica. É também uma matéria-prima de grande relevância econômica, na produção de plásticos, asfalto, borracha sintética, além de combustíveis (Gasolina, Diesel), entre outros como foi explicitado neste trabalho.

Segundo esta análise, os quatro grandes países latino-americanos consumidores de energia proveniente dos recursos fósseis, uma elevada porcentagem de seus respectivos PIB provêm da exportação desta matéria prima. Principalmente a Venezuela que basicamente 80% de toda sua matriz energética é suprida pelo petróleo e gás natural.

Isso faz com que o país fique vulnerável as ações do mercado mundial do preço do petróleo e gás natural. Podendo ou não levar um país estável a ruínas.

O Brasil, porém, é provido de uma matriz energética bastante diversificada, onde o principal recurso para geração de energia elétricas vem das hidrelétricas, depois é segmentado em termoelétricas, eólica e solar. México e Argentina por outro lado, são também dependentes de combustíveis fósseis, México faz uma maior utilização do petróleo e a Argentina do gás natural para geração de energia elétrica.

O trabalho também traz uma análise macroeconômica e ambiental de grandes consumidores de energia da América Latina. Assim, com este estudo é possível observar claramente a eficiência na demanda do uso dos combustíveis fósseis. Através da intensidade energética e do PIB per capita é perceptível compreender o desenvolvimento dos países em relação a economia para diminuir a emissão de gases do efeito estufa.

Como o crescimento da economia é altamente interligado com o consumo de energia, é proporcionalmente em relação ao PIB, é evidente que a demanda energética dos mesmos será equivalente maior. Por isso, este crescimento deverá refletir como um incremento na intensidade energética agregada ou pelo

menos na estabilidade do seu valor, se considerarmos os esforços que os países referidos vem fazendo para promover o uso racional e eficiente da energia.

Do ponto de vista de eficiência energética o preço dos derivados de petróleo quase não tem efeito sobre a demanda, no curto e médio prazo. No entanto, no longo prazo pode existir uma considerável substituição por fontes alternativas. Em economia, disse que a elasticidade-preço da demanda é pequena no curto prazo, mas elevada no longo prazo. Por exemplo o programa do Prálcool, incentivado pelos choques do petróleo nos anos 70 ocorreu devido ao elevado preço do petróleo que estimulou ao governo militar brasileiro a procurar fontes alternativas para atender a demanda por combustíveis. Ees fato levou a elaborar uma política que demandou investimentos em pesquisa, inovações e investimentos na produção do etanol. (NAKABASHI, 2014)

A América Latina contribui com cerca de 10% das emissões globais. Brasil e México são os que mais emitem desta balança. No caso do Brasil, o fim do desmatamento é crucial para queda de CO<sub>2</sub>, o que o país prometeu fazer até 2020, segunda sua Contribuição Nacional Determinada (NDC, na sigla em inglês).

A trajetória do México, por sua vez, é avaliada apesar de ser ainda muito dependente de energia fóssil, como positiva. “O México trabalhou anos na implementação política nacional para impulsionar a economia de baixo carbono, a mais avançada entre os latinos”, pontua Viola, pesquisador da Universidade de Brasília. O país, que já cobra impostos daqueles que poluem mais, mesmo antes de assinar o Acordo de Paris, os mexicanos já sabiam quanto custaria a mudança para diminuir suas emissões, cerca de 1,3 bilhão de dólares. Uma conta que nenhum outro país da América Latina fez, afirma Vieira, da NDC Partnership.

### 3.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Para maior abrangência do tema abordado e visando a complementariedade das discussões, é sugeridos os seguintes estudos:

- Políticas tributárias econômicas de incentivo para geração de energias renováveis;
- Estudo de elasticidade-preço e elasticidade-demanda do Mercado de Petróleo no curto prazo e no longo prazo;
- Influência da matéria prima utilizada para a produção de biocombustíveis;
- Análise do setor de transporte caso houvesse diversificação do combustível;
- Análise da utilização de etanol em veículos pesados;
- Análise de mercado futuros da compra e venda de petróleo ;

#### 4 REFERÊNCIAS

ALVES, José Eustáquio Diniz. **O avanço das energias renováveis no mundo**. 2016. Disponível em: <<https://www.ecodebate.com.br/2016/06/17/o-avanco-das-energias-renovaveis-no-mundo-artigo-de-jose-eustaquio-diniz-alves/>>. Acesso em: 07 mar. 2018.

AMBIENTE BRASIL. **América Latina gera 10% das emissões globais; veja países que mais poluem**. 27 de outubro de 2017. Disponível em: <<http://noticias.ambientebrasil.com.br/clipping/2017/10/27/139710-america-latina-gera-10-das-emissoes-globais-veja-paises-que-mais-poluem.html>>. Acesso em 12/02/2018.

ANEEL. **Matriz de Energia Elétrica – Capacidade Brasil**. Agência Nacional de Energia Elétrica, 2018. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/OperacaoCapacidadeBrasil.cfm>>. Acesso em 12/02/2018.

AFP. **Venezuela teve inflação de 2.616% e queda do PIB de 15% em 2017, diz Parlamento**. [mensagem pessoal] Mensagem recebida por: <[https://www.em.com.br/app/noticia/internacional/2018/01/08/interna\\_internacional,929512/venezuela-teve-inflacao-de-2-616-e-queda-do-pib-de-15-em-2017-diz-p.shtml](https://www.em.com.br/app/noticia/internacional/2018/01/08/interna_internacional,929512/venezuela-teve-inflacao-de-2-616-e-queda-do-pib-de-15-em-2017-diz-p.shtml)>. em: 15 fev. 2018.

ARAÚJO, André. **A Itália contra as sete irmãs do petróleo**. Portal GGN. 07 de março de 2016. Disponível em: <<http://jornalgggn.com.br/noticia/a-italia-contra-as-sete-irmas-do-petroleo-por-andre-araujo>>. Acesso em 12/02/2018.

ARGENTINA. **Balances Energéticos Nacionales**. Ministerio de Energia y Minería. 2017. Disponível em: <<http://www.energia.gob.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=3366>>. Acesso em 12/02/2018.

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

BINI, Dienice Ana; CANEVER, Mario Duarte; DENARDIN, Anderson Antônio. **Correlação e causalidade entre os preços de commodities e energia**. Nova Economia. Belo Horizonte. v25 n1 p.143-160, janeiro-abril de 2015.

BARBOSA, Vanessa. **Estes 10 países têm as maiores reservas de petróleo no mundo. 2016**. Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/economia/estes-10-paises-tem-as-maiores-reservas-de-petroleo-no-mundo/>>. Acesso em: 20 fev. 2018.

BARTOLO, Tamara di. Relação entre o Índice de Intensidade Energética e a Evolução das Emissões de CO2 no Brasil (1980-2005). 2008. Disponível em: <<file:///C:/Users/Usuário/Downloads/2008tamaradibartolo1.pdf>>. Acesso em: 20 fev. 2018.

BP. British Petroil. **2014 Statiscal Review of World Energy**. Página de Internet. 2014. Disponível em: <<http://www.bp.com/en/global/corporate/about-bp/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html>>. Acesso em 12/02/2018.

BP. British Petroil. **2017 Statiscal Review of World Energy**. Página de Internet. 2017. Disponível em: <<http://www.bp.com/en/global/corporate/about-bp/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html>>. Acesso em 12/02/2018

BRUCHER, Gregor Almeida. **O PICO DE PRODUÇÃO DO PETRÓLEO: UMA ANÁLISE DAS VISÕES OTIMISTA E PESSIMISTA**. 2008. 68 f. Monografia (Especialização) - Curso de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008. Cap. 3. Disponível em: <<file:///C:/Users/Usuário/Downloads/monografiafinal.pdf>>. Acesso em: 20 fev. 2018.

CABRAL, Lorena. Conheça os gases de efeito estufa e sua influência no aquecimento global. [mensagem pessoal] Mensagem recebida por: <<https://www.ecycle.com.br/6037-gases-de-efeito-estufa/>>. em: 15 fev. 2018.

COSTA, Fernando Nogueira. **Queda nas Reservas de Petróleo.** Blog do Fernando Nogueira da Costa. 14 de abril de 2017. Disponível em: <<https://fernandonogueiracosta.wordpress.com/2017/04/14/queda-nas-reservas-de-petroleo/>>. Acesso em 12/02/2018.

CURY, Anay; SILVEIRA, Daniel. **PIB recua 3,6% em 2016, e Brasil tem piorecessão da história.** Portal de notícias G1. 07 de março de 2017. Disponível em: <<https://g1.globo.com/economia/noticia/pib-brasileiro-recua-36-em-2016-e-tem-pior-recessao-da-historia.ghtml>>. Acesso em 12/02/2018.

DATAMARK LTDA. **Argentina busca substituir GNL por produção a partir de gás de xisto.** 13 de fevereiro de 2017. Disponível em: <<http://www.datamark.com.br/noticias/2017/2/argentina-busca-substituir-gnl-por-producao-a-partir-de-gas-de-xisto-225301/>>. Acesso em 12/02/2018.

DE BRUNS, Romeu. **México promove controle da emissão de CO2.** Gazeta do Povo. 21 de janeiro de 2017. Disponível em: <<http://www.gazetadopovo.com.br/mundo/mexico-promove-controle-da-emissao-de-co2-accqkf7nbohnil3hqcf74ia1a>>. Acesso em: 12/02/2018.

DIÁRIO DE PERNAMBUCO. **Demanda por petróleo desacelera em 2017, mas EUA produzirão mais.** 13 de abril de 2017. Disponível em: <[http://www.diariodepernambuco.com.br/app/noticia/mundo/2017/04/13/interna\\_mundo,699095/demanda-por-petroleo-desacelera-em-2017-mas-eua-produzirao-mais.shtml](http://www.diariodepernambuco.com.br/app/noticia/mundo/2017/04/13/interna_mundo,699095/demanda-por-petroleo-desacelera-em-2017-mas-eua-produzirao-mais.shtml)>. Acesso em 12/02/2018

EBC, Empresa Brasileira de Comunicação. **Emissão de gases de efeito estufa no mundo aumenta 30% entre 1990 e 2011.** Agência Brasil. 21 de dezembro de 2012. Disponível em: <<http://www.ebc.com.br/2012/11/emissao-de-gases>>

de-efeito-estufa-no-mundo-aumenta-30-entre-1990-e-2011>. Acesso em 12/02/2018.

EBC, Empresa Brasileira de Comunicação. **Venezuela quer ser o maior exportador de gás da América Latina**. Agência Brasil. 04 de outubro de 2016. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/internacional/noticia/2016-10/venezuela-que-ser-o-maior-exportador-de-gas-da-america-latina>>. Acesso em 12/02/2018.

EIA, United States Energy Information Administration. **International Energy Outlook 2014**. Disponível em <[https://www.eia.gov/outlooks/ieo/pdf/0484\(2017\).pdf](https://www.eia.gov/outlooks/ieo/pdf/0484(2017).pdf)>. Acesso em 12/02/2018.

ERGIN, Daniel. **O Petróleo - Uma história mundial de conquistas, poder e dinheiro**. São Paulo: Editora Paz e Terra, 2010.

ERGIN, Daniel. **O Petróleo - Uma história mundial de conquistas, poder e dinheiro**. São Paulo: Editora Paz e Terra, 2010.

EXAME. **Venezuela acumula inflação de 249% em 2017, segundo parlamento**. 09 de agosto de 2017. Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/economia/venezuela-acumula-inflacao-de-249-em-2017-segundo-parlamento/>>. Acesso em 12/02/2018.

FRANCISCO, Wagner de Cerqueira e. **Opep**. Brasil Escola. Disponível em: <<http://brasilecola.uol.com.br/geografia/opep.htm>>. Acesso em 12/02/2018.

GARCÍA, Karol. **México importa 81% del gas natural que consume**. El economista, 24 de julho de 2017. Disponível em: <<https://www.eleconomista.com.mx/empresas/Mexico-importa-81-del-gas-natural-que-consume-20170725-0100.html>>. Acesso em 12/02/2018.

GOMBATA, Marsílea. **Brasil produz mais petróleo que Venezuela e México.** Valor econômico. <http://www.valor.com.br/internacional/5011818/brasil-produz-mais-petroleo-que-venezuela-e-mexico> ou as ferramentas oferecidas na página.

GRUPO MÍDIA. Petrobras: compra de gás natural da Bolívia reduzirá em 45%. portal Full Energy. 16 de fevereiro de 2017. Disponível em: <<http://fullenergy.grupomidia.com/2017/02/petrobras-compra-de-gas-natural-da-bolivia-reduzira-em-45/>>. Acesso em 12/02/2018.

GUTMAN, Daniel. **A Argentina e sua longa crise energética.** Instituto Enverde, 2017. Disponível em: <<http://envverde.cartacapital.com.br/argentina-e-sua-longa-crise-energetica/>>. Acesso em 12/02/2018.

INDEX MUNDI. **Mapa Comparativo entre Países Gás natural - importações – Mundo.** 2015. Disponível em: <<https://www.indexmundi.com/map/?v=139&l=pt#sthash.1njpUBVZ.uxfs>>. Acesso em 12/02/2018.

ISTOÉ. **Banco Mundial eleva projeção de crescimento do PIB mundial em 2017, 2018 e 2019.** 09 de janeiro de 2018. Disponível em: <<https://istoe.com.br/banco-mundial-eleva-projecao-de-crescimento-do-pib-mundial-em-2017-2018-e-2019/>>. Acesso em 12/02/2018.

JIMÉNEZ, Andrés Rojas. **A Venezuela, petróleo de graça e muito CO2.** Democracia Abierta. 23 de março de 2016. Disponível em: <<https://www.opendemocracy.net/democraciaabierta/andr-s-rojas-jimenez/venezuela-petr-leo-de-gra-e-muito-co2>>. Acesso em 12/02/2018.

JORNAL DO BRASIL. **'El País': Petróleo mexicano tem maior queda de sua história.** 19 de janeiro de 2016. Disponível em: <<http://www.jb.com.br/economia/noticias/2016/01/19/el-pais-petroleo-mexicano-tem-maior-queda-de-sua-historia/>>. Acesso em 12/02/2018.



KROEHN, Márcio. **O país do rentismo**. 2015. Disponível em: <<https://www.istoedinheiro.com.br/noticias/artigo/20150918/pais-rentismo/298681>>. Acesso em: 20 fev. 2018.

LANGNER, Ana. **México, de los países en AL con más emisiones de CO2**. El Economista, 19 de maio de 2016. Disponível em: <<https://www.eleconomista.com.mx/politica/Mexico-de-los-paises-en-AL-con-mas-emisiones-de-CO2-20160519-0128.html>>.

MACHADO, Murilo. **Os limites do preço do petróleo**. Desafios do Desenvolvimento. IPEA, ano 13 ed. 87. 17/06/2016. Disponível em: <[http://www.ipea.gov.br/desafios/index.php?option=com\\_content&id=3261&itemid=39](http://www.ipea.gov.br/desafios/index.php?option=com_content&id=3261&itemid=39)>. Acesso em 12/02/2018.

MARANHÃO, Ricardo. **A importância do gás natural**. IE-UFRJ, IFES nº 1.367, 16 de junho de 2004. Disponível em: <<http://www.provedor.nuca.ie.ufrj.br/provedor/artigos/maranhao.htm>>. Acesso em 12/02/2018

MARTIN, Jean-marie. A ECONOMIA MUNDIAL DA ENERGIA. São Paulo: Unesp, 1992. 131 p.

MAXIQUIM. Argentina busca substituir GNL por produção a partir de gás de xisto. 2017. Disponível em: <<http://www.datamark.com.br/noticias/2017/2/argentina-busca-substituir-gnl-por-producao-a-partir-de-gas-de-xisto-225301/>>. Acesso em: 18 fev. 2018.

MCKELVEY, V. E. **Mineral resource estimates and public policy**. *American Scientist*, vol 60. 1972.

MENA, Antonio Ortíz. **Crecimiento del PIB de México**. [mensagem pessoal] Mensagem recebida por:

<[https://www.economia.com.mx/crecimiento\\_del\\_pib\\_de\\_mexico.htm](https://www.economia.com.mx/crecimiento_del_pib_de_mexico.htm)>. em: 15 fev. 2018.

MEXICO, Secretaria de Energía. **Balance Nacional de Energía 2014**. Subsecretaría de Planeación y Transición Energética. Cidade do México, México, 2015. Disponível em: <[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/44353/Balance\\_Nacional\\_de\\_Energ\\_a\\_2014.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/44353/Balance_Nacional_de_Energ_a_2014.pdf)>. Acesso em 12/02/2018.

MEXICO, Secretaria de Energía. **Reporte de Avance de Energías Limpias Primer Semestre 2017**. Subsecretaría de Planeación y Transición Energética. Cidade do México, México, 2017. Disponível em: <[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/279723/Informe\\_Renovables\\_2017\\_11122017.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/279723/Informe_Renovables_2017_11122017.pdf)>. Acesso em 12/02/2012.

MÉXICO. Pedro Joaquín Coldwell. Secretaría de Energía. **Prospectiva de Gas Natural 2016-2030**. 2016. Disponível em: <[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/177624/Prospectiva\\_de\\_Gas\\_Natural\\_2016-2030.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/177624/Prospectiva_de_Gas_Natural_2016-2030.pdf)>. Acesso em: 18 fev. 2018.

MOLEIRO, Alonso. A economia venezuelana, em estado de coma: Nem sequer a tendência à alta do preço do petróleo freia a deterioração econômica do país latino-americano. 2018. Disponível em: <[https://brasil.elpais.com/brasil/2018/01/05/internacional/1515108139\\_270673.html](https://brasil.elpais.com/brasil/2018/01/05/internacional/1515108139_270673.html)>. Acesso em: 20 fev. 2018.

MORAIS, José Mauro de. **Petróleo em águas profundas: Uma história tecnológica da PETROBRAS na exploração e produção offshore**. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - Ipea, 2013. 424 f.

MOTTA, Ronaldo Seroa; ARAUJO. João Lizardo. **Decomposição dos efeitos de intensidade energética no setor industrial brasileiro**. Rio de Janeiro, IPEA, INPES, 1988.

NAKABASHI, Luciano. **Petróleo em queda? Novamente a oferta e a demanda.** 2014. Disponível em: <<http://www.gazetadopovo.com.br/opiniaio/artigos/petroleo-em-queda-novamente-a-oferta-e-a-demanda-ehrf9nc6elvr1ixfl823yn7f2>>. Acesso em: 17 fev. 2018

NOGUEIRA, Marta. Petrobras reduz importação de gás da Bolívia para 45% do total contratado. 2017. Disponível em: <<https://br.reuters.com/article/businessNews/idBRKBN15U232>>. Acesso em: 18 fev. 2018.

O GLOBO. **Venezuela volta a importar petróleo dos EUA após 40 anos de embargo.** 04 de fevereiro de 2018. Disponível em: <<https://oglobo.globo.com/economia/venezuela-volta-importar-petroleo-dos-eua-apos-40-anos-de-embargo-18606156#ixzz56wWxlt14>>. Acesso em 12/02/2018.

ONU. Organização das Nações Unidas. **Banco Mundial: economia global deve crescer 2,7% em 2017, leve avanço frente a 2016.** Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/banco-mundial-economia-global-deve-crescer-27-em-2017-leve-avanco-frente-a-2016/>> Acesso em 12/02/2018.

PALACIOS, Ariel. Nicolás Maduro especializou-se em delírios políticos: Cinco anos de patacoadas da mente do presidente da Venezuela. 2018. Disponível em: <<https://epoca.globo.com/mundo/noticia/2018/02/nicolas-maduro-especializou-se-em-delirios-politicos.html>>. Acesso em: 20 fev. 2018.

PAMPLONA, Nicola. **Importação cresce e produção das refinarias nacionais cai a pior nível.** Folha de São Paulo Digital. 19 de junho de 2017. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/mercado/2017/06/1893968-importacao-de-combustivel-afeta-refinarias.shtml>>. Acesso em: 12/02/2018.

PAULA, Dielson Moura de. Carvão: Seminário Sistemas de Energia. 2013. Disponível em: <<http://slideplayer.com.br/slide/1637552/>>. Acesso em: 18 fev. 2018.

PÉREZ, Adreina. **Consecuencias de ser um pais rentista**. 23 de novembro de 2012. Disponível em: <<https://andreina18p.wordpress.com/2012/11/23/consecuencias-de-ser-un-pais-rentista/>>. Acesso em 12/02/2018.

PETERSEN, Javier Rodríguez. **Según el PBI revisado, Argentina creció mucho menos que lo que decía el kirchnerismo**. [mensagem pessoal] Mensagem recebida por: <<https://www.cronista.com/economiapolitica/Segun-el-PBI-revisado-Argentina-crecio-mucho-menos-que-lo-que-decia-el-kirchnerismo-20160629-0115.html>>. em: 15 fev. 2018.

PGT - Petroleum Geoscience Technology. **Geologia do Petróleo**. Assessoria Empresarial. Rio de Janeiro, sem data. Disponível em: <[https://albertowj.files.wordpress.com/2010/03/geologia\\_do\\_petroleo.pdf](https://albertowj.files.wordpress.com/2010/03/geologia_do_petroleo.pdf)>. Acesso em 12/02/2018.

PINTO JR., H. Q.(Org.) et al. **Economia da Energia: Fundamentos Econômicos, Evolução Histórica e Organização Industrial**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

PIRES, Adriano; SCHECHTMAN, Rafael. **ANÁLISE DE PREÇOS DE COMBUSTÍVEIS E DE POLÍTICAS INTERNACIONAIS PARA PROMOÇÃO DE BIOCOMBUSTÍVEIS**. Disponível em: <[http://www.sindalcool.com.br/download/CD/Estudos\\_Etanol/ANÁLISE DE PREÇOS DE COMBUSTÍVEIS E DE POLÍTICAS INTERNACIONAIS.pdf](http://www.sindalcool.com.br/download/CD/Estudos_Etanol/ANÁLISE_DE_PREÇOS_DE_COMBUSTÍVEIS_E_DE_POLÍTICAS_INTERNACIONAIS.pdf)>. Acesso em: 20 fev. 2018.

PORTAL BRASIL. **Brasil se torna maior produtor de petróleo da América Latina**. 07 de agosto de 2017. Disponível em: <

<http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2017/07/brasil-se-torna-maior-produtor-de-petroleo-da-america-latina>>. Acesso em 12/02/2017.

PORTAL MARÍTIMO. **Petróleo na Venezuela – Uma faca de dois gumes**. 19 de abril de 2017. Disponível em: <<https://www.portalmaritimo.com/2017/04/19/petroleo-na-venezuela-uma-faca-de-dois-gumes/>>. Acesso em 12/02/2017.

PRATES, Marco. **As cidades do país com tanto carro que deixam EUA no chinelo: No Brasil, existe um carro para cada 4 habitantes**. Nos EUA, para cada 2,4 cidadãos. Pois nestas cidades brasileiras há um automóvel para cada duas pessoas (ou até menos. 2016. Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/brasil/as-cidades-do-pais-com-tanto-carro-que-deixam-eua-no-chinelo/>>. Acesso em: 20 fev. 2018.

ROGGIA et al. **Design of a sustainable residential microgrid system including PHEV and energy storage device**. In: Proceedings of the 2011-14th European Conference on Power Electronics and Applications. p. 1-9, 2011.

ROSA, Bruno; ORDOÑEZ, Ramona. Volume de petróleo processado na Petrobras é o menor desde 2010. 2017. Disponível em: <<https://oglobo.globo.com/economia/volume-de-petroleo-processado-na-petrobras-o-menor-desde-2010-20827366>>. Acesso em: 20 fev. 2018.

SCHIERMEIER Quirin , et al. Electricity without carbon. Nature, n,454, p.816-823, 2008. Disponível em: <<https://www.nature.com/news/2008/080813/full/454816a.html>>. Acesso em 12/02/2018.

SEEG. Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa. **Panorama – Energia**. 2015. Disponível em <<http://seeg.eco.br/panorama-energia/>>. Acesso em 12/02/2018

SELDEN, T. M.; SONG, D. **Environmental Quality and Development: Is there a Kuznets Curve for Air Pollution Emission?** Journal for Environmental Economics and Management. Elsevier, v. 27, n.2, p.147-162, set. 1994.

SERRANO, Raúl. **Venezuela: Una potencia energética mundial y regional.** Energía Bolivia, CECAL, Centro de Comunicación Alternativa. 2016. Disponível em:

<[http://www.energiabolivia.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=3903&Itemid=105](http://www.energiabolivia.com/index.php?option=com_content&view=article&id=3903&Itemid=105)>. Acesso em 12/02/2012.

SIGLER, Edgar. **Gas natural, un mercado que promete mayor competencia en México.** Rev. Expansión, ed. 1195, ago/2016. Disponível em: <[https://expansion.mx/empresas/2016/10/24/gas-natural-un-mercado-que-promete-mayor-competencia-en-mexico?internal\\_source=PLAYLIST](https://expansion.mx/empresas/2016/10/24/gas-natural-un-mercado-que-promete-mayor-competencia-en-mexico?internal_source=PLAYLIST)>. Acesso em 12/02/2018.

SILVA, Bárbara de Fátima Rodrigues; VILELA, Pamela Cardoso; BERNSTEIN, Any. A busca por uma matriz energética sustentável por meio do biodiesel de algas: características, implicações e perspectivas. 2013. Disponível em: <<http://www.educacaopublica.rj.gov.br/biblioteca/meioambiente/0044.html>>. Acesso em: 18 fev. 2018.

SMIL Vaclav. **Science, energy, ethics, and civilization.** in CHIAO et al. (eds.). Visions of Discovery: New Light on Physics, Cosmology and Consciousness, Cambridge University Press, pp. 709-729, 2010. Disponível em: <<http://vaclavsmil.com/wp-content/uploads/docs/smil-articles-science-energy-ethics-civilization.pdf>>. Acesso em 12/02/2018.

TURDERA, Eduardo Mirko Valenzuela. **Disponibilidade de energia termoelétrica a gás natural na região centro-oeste.** 130. ed. Dourados: Ufgd, 2009.

TURDERA, Mirko V.. Economia da Energia: Dourados: Sonoro, 2017. 66 slides, color.

TURDERA, Mirko V.. Economia da Energia: Dourados: Sonoro, 2017. 81 slides, color.

UOL, Universo Online. **Exportação de gás boliviano ao Brasil cai para menos da metade.** 10 de janeiro de 2017. Disponível em: <<https://economia.uol.com.br/noticias/efe/2017/01/10/exportacao-de-gas-boliviano-ao-brasil-cai-para-menos-da-metade.htm>>. Acesso em 12/02/2018.

UOL, Universo Online. **IBGE: Queda de juros e inflação menor puxam consumo das famílias no 3º tri.** 01 de dezembro de 2017. Disponível em: <<https://economia.uol.com.br/noticias/redacao/2017/12/01/consumo-das-familias-pib-terceiro-trimestre-ibge.htm>>. Acesso em 12/02/2018.

URQUIAGA, Segundo; ALVES, Bruno José Rodrigues, BOODEY, Roberto Michael. **Produção de biocombustíveis a questão do balanço energético.** Revista de Política Agrícola. v. 14, n. 1, 2005. Disponível em: <<https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/530>> Acesso em: 12/02/2018.

VERÓN, Santiago R; PROPATO, Tamara S. **La matriz energética argentina y su impacto ambiental.** Ciencia Hoy. 31/07/2015. Disponível em: <<http://cienciahoy.org.ar/2015/07/la-matriz-energetica-argentina-y-su-impacto-ambiental/>>. Acesso em 12/02/2018

VICENTE, Maximiliano Martin. **A crise do Estado de bem-estar social e a globalização.** 2009. Disponível em: <<http://books.scielo.org/id/b3rzk/pdf/vicente-9788598605968-08.pdf>>. Acesso em: 07 mar. 2018.

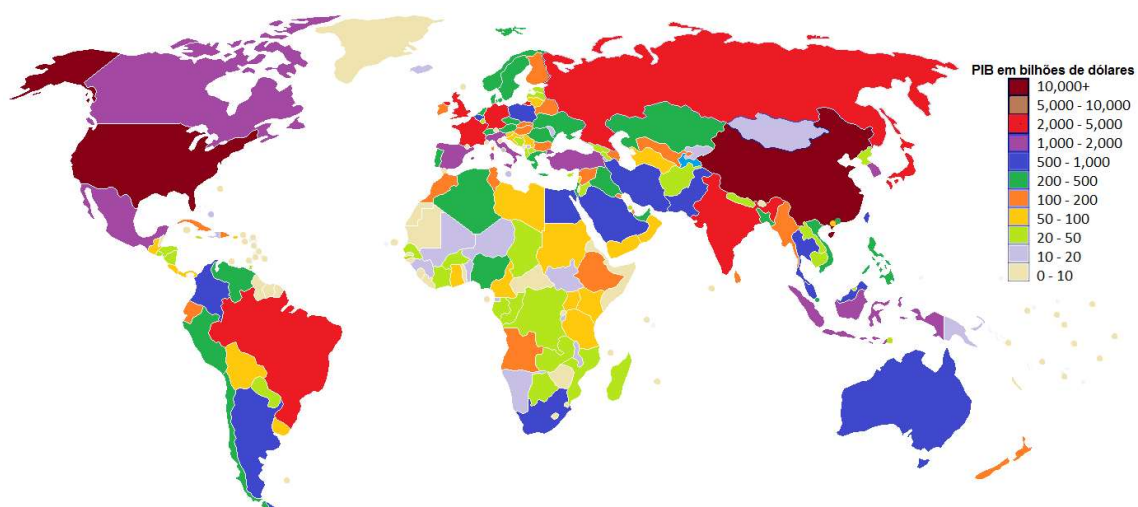
WORLD BANK. **Global Economic prospects 2017.** Disponível em: <<http://www.worldbank.org/en/publication/global-economic-prospects>> Acesso em 12/02/2018.

YERGIN, D. **O Petróleo: Uma História Mundial de Conquistas, Poder e Dinheiro**. Ed Paz e Terra, São Paulo, 2010.



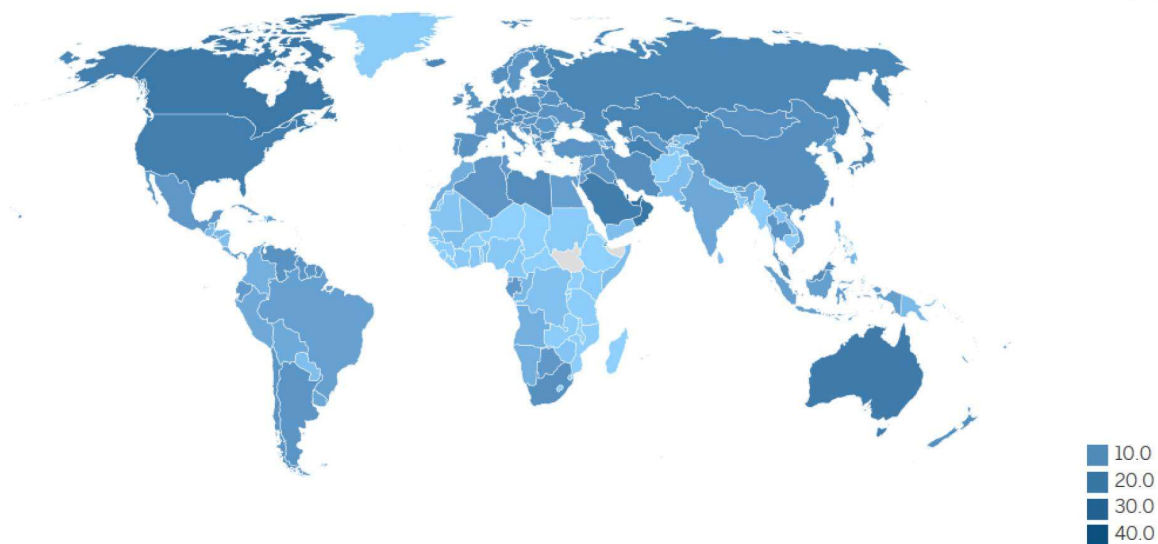
## ANEXO I

Figura 33 - Maiores PIB do Mundo 2016



Fonte: CIA World Factbook, 2017

Figura 34 - Emissões de CO2 per capita em 2016



Fonte: J. GALAN, J. M. ABAD, 2017