



TCC/UNICAMP
D259m
IE

TALITA JAMIL DARWICHE

CEDOC - IE - UNICAMP

**A MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA:
EVOLUÇÃO DA ESTRUTURA DE OFERTA E DEMANDA**

CAMPINAS

2010

26.03.2010

TALITA JAMIL DARWICHE

**A MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA:
EVOLUÇÃO DA ESTRUTURA DE OFERTA E DEMANDA**

Monografia apresentada ao Instituto de Economia da
Universidade Estadual de Campinas como requisito à
disciplina Monografia II, orientada pelo Prof. Dr.
Fernando Sarti.



CAMPINAS

2010

AGRADECIMENTOS

Ao **Prof. Dr. Fernando Sarti**, que aceitou me orientar num momento em que o número de seus orientandos já era elevado, meus sinceros agradecimentos pela participação, acessibilidade e disposição na orientação desse trabalho.

Às pessoas fundamentais para meu desenvolvimento, minha mãe **Vera** e minha irmã **Tati**, muito obrigada pelo exemplo que vocês são para mim e o incentivo que me deram em todas as etapas da minha vida.

Ao Deputado Federal e amigo **Paulo Teixeira**, pela atenção e disponibilidade de bibliografias para o desenvolvimento deste trabalho, muito obrigada.

Ao meu atual diretor, **Paulo Borba**, pela compreensão no período em que estava realizando este trabalho e pelos seus ensinamentos, muito importantes na minha formação profissional

Aos meus **amigos** do Instituto de Economia, que estiveram sempre presente em minha formação acadêmica.

RESUMO

O Brasil ocupa posição de destaque com relação a sua matriz energética, pois tem alta participação de fontes renováveis em sua estrutura e comparada com a matriz energética mundial. Procura-se desenvolver uma análise das características sustentáveis da matriz e da segurança energética nacional verificando se os investimentos previstos serão suficientes para atender o crescimento da demanda energética e se, além disso, será possível manter a característica renovável das fontes ofertadas pelo Brasil. Para atingir esse objetivo o trabalho se pauta na análise de dados da International Energy Agency e da Empresa de Pesquisa Energética. A conclusão se desenha a partir da comparação dos dados do Brasil e do mundo e das perspectivas futuras do setor energético brasileiro.

Palavras-chave: Brasil, matriz energética, sustentabilidade, segurança energética, economia.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	1
1. ESTRUTURA ENERGÉTICA MUNDIAL.....	3
1.1. Breve histórico.....	3
1.2. A questão da segurança energética	5
1.2.1. O conceito da segurança energética	6
1.2.2. A segurança energética nos países exportadores e importadores de energia.....	7
1.2.3. Segurança Energética versus Segurança Ambiental	9
1.3. A evolução da Matriz Energética Mundial	11
1.4. O Consumo Mundial de Energia	16
1.5. Países produtores, exportadores e importadores de energia.....	18
1.5.1. O Petróleo	24
1.5.2. O Gás Natural.....	25
1.5.3. O Carvão.....	27
1.5.4. A Energia Nuclear	28
1.5.5. A Energia Hidráulica	30
2. A ESTRUTURA ENERGÉTICA BRASILEIRA.....	34
2.1. Evolução da Matriz Energética Brasileira.....	34
2.2. Consumo energético brasileiro	39
2.3. Brasil da dependência externa a auto-suficiência.....	41
3. PERSPECTIVAS DO SETOR ENERGÉTICO BRASILEIRO	48
3.1. Demanda futura de energia.....	50
3.2. Investimentos e as perspectivas de oferta energética.....	53
CONCLUSÃO.....	58
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 : Matriz energética Mundial em 1973 e 2008.....	13
Gráfico 2: Matriz energética países membros e não membros da OCDE em 2007.....	16
Gráfico 3 : Consumo Energético Mundial em 1973 e 2008 por Fonte	17
Gráfico 4 : Consumo Energético Mundial em 1973 e 2008 por Região	18
Gráfico 5: Oferta Mundial de Energia Primária*** por região	19
Gráfico 6: Oferta Mundial de Petróleo por região	24
Gráfico 7 : Oferta Mundial de Gás Natural por região.....	26
Gráfico 8 : Produção de carvão* por região	27
Gráfico 9: Produção de energia nuclear por região.....	29
Gráfico 10: Produção de energia hidráulica* por região	31
Gráfico 11 : Evolução da oferta total de energia primária no Brasil.....	35
Gráfico 12 : Evolução da oferta de energia primária brasileira (em %)	37
Gráfico 13 : Matriz energética brasileira em 2008	38
Gráfico 14: Consumo energético brasileiro em 1970 por fonte.....	39
Gráfico 15: Consumo energético brasileiro em 2008 por fonte.....	40
Gráfico 16: Consumo energético por setor	40
Gráfico 17 : Evolução da dependência externa de energia (%)	45
Gráfico 18: Evolução da exportação/importação de energia por fonte energética (Tep).....	47
Gráfico 19: Evolução da dependência externa de energia.....	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 : Balanço Energético por Combustível em 1973 (Mtep).....	13
Tabela 2: Balanço Energético por Combustível em 2008 (Mtep).....	14
Tabela 3: Oferta Interna de Energia em 2008 por países.....	20
Tabela 4 : Ranking produtores mundial de Energia em 2008.....	21
Tabela 5 : Maiores exportadores de Energia em 2008.....	22
Tabela 6 : Maiores importadores de Energia em 2008.....	23
Tabela 7 : Produtores, Exportadores e Importadores de Petróleo	25
Tabela 8 : Produtores, Exportadores e Importadores Gás Natural.....	26
Tabela 9 : Produtores, Exportadores e Importadores de Carvão	28
Tabela 10 : Produtores de energia elétrica Nuclear.....	30
Tabela 11 : Produtores de energia elétrica hidráulica*	32
Tabela 12: Balanço Energético Total (Mtep).....	41
Tabela 13: Balanço Energético por Fonte.....	44
Tabela 14: Evolução das importações brasileiras de energia (10 ³ Tep)	46
Tabela 15: Evolução das exportações brasileiras de energia (10 ³ Tep).....	46
Tabela 16 : Evolução Denominação dos Cenários	49
Tabela 17: Projeção do consumo final de energia (milhões tep)	50
Tabela 18: Projeção do consumo final de energia Cenário A (milhões tep)	51
Tabela 19: Projeção do consumo final de energia por fonte (milhões tep)	52
Tabela 20: Projeção do consumo final de energia por setores.....	52
Tabela 21: Investimentos no Setor Energético (US\$ bilhões).....	53
Tabela 22: Estimativas de investimento na geração de energia elétrica	54
Tabela 23: Projeção da oferta interna de energia por fonte (milhões Tep)	57

INTRODUÇÃO

O uso de fontes energéticas ganhou substancial importância no desenvolvimento socioeconômico, principalmente, a partir da primeira revolução industrial, influenciando a sociedade e a competitividade econômica entre os países. A evolução das fontes primárias de energia aconteceu rapidamente, intensificando-se após a segunda guerra mundial. Essa busca pelo rápido crescimento e desenvolvimento econômico agravou muito a situação na qual se encontra o meio ambiente. Diante dessa acentuada degradação, atualmente, têm-se uma preocupação voltada às questões ambientais, dessa forma, as economias que conseguirem ter acesso a recursos energéticos renováveis e de baixo custo obterão vantagens em relação às demais.

Para o Brasil, a questão energética será um desafio em termos de desenvolvimento social e econômico devido ao volume de energia que será demandando, afetando o grau de sustentabilidade e segurança energética do país. Porém esse desafio poderá ser visto como uma oportunidade. A descoberta do Pré-Sal e a evolução das fontes renováveis provenientes da cana-de-açúcar e eólica são fatores que contribuirão para a segurança energética nacional e desenvolvimento econômico do país, além de tecnologias e provimento de usos mais eficientes da energia.

A capacidade de gestão e inovação, viabilização de recursos para os investimentos e capacidade de articulação institucional e capacitação tecnológica abrangem as transformações necessárias no futuro do setor energético.

O foco central desta monografia é a caracterização da matriz energética atual e as perspectivas de mudança na estrutura de oferta e demanda. Esse tema foi escolhido por se tratar de um setor estratégico, que tem grande impacto nos demais setores da economia, além de estar intimamente ligado ao desenvolvimento socioeconômico do país no que diz respeito às preocupações de auto-suficiência, segurança energética e sustentabilidade para manter um padrão estável de crescimento econômico.

No decorrer do trabalho levantou-se os seguintes questionamentos: a matriz energética brasileira continuará tendo uma alta participação de fontes renováveis em sua estrutura? Qual será o impacto dos investimentos recentes e previstos sobre a oferta de fontes primárias de

energia em termos de segurança e sustentabilidade? Para responder a essas questões os instrumentos utilizados foram: pesquisas e artigos acadêmicos, que continham informações relevantes sobre a evolução da matriz energética brasileira, suas características e as possibilidades de que se ocorra uma alteração de sua estrutura atual. Juntamente com esses artigos, utilizou-se relatórios emitidos pelo Ministério de Minas e Energia (MME), Agência Nacional de Energia, Banco Mundial, entre outros, com os quais foi possível caracterizar os elementos de oferta e demanda de energia, a auto-suficiência e questão da sustentabilidade do Brasil e do Mundo. Complementando os trabalhos mencionados foi feita uma análise das publicações no jornal “Valor Econômico”, revista “Exame”, e outros veículos de comunicação. Essa análise focou o mapeamento dos investimentos recentes e os previstos para o setor energético, contribuindo para encontrar as respostas das questões levantadas neste trabalho.

Além dessa introdução e uma breve conclusão, o trabalho está estruturado em três capítulos. No capítulo um será apresentado um pequeno histórico do setor energético e toda a estrutura de oferta e demanda de energia mundial, apresentando os principais países que ofertam e demandam de energia. O capítulo dois está voltado para a análise brasileira, em termos de segurança da oferta, apresentando suas características e dinamismo no Brasil. E finalmente, o último capítulo apresenta os impactos dos investimentos recentes e anunciados sobre a característica da matriz energética brasileira, enfatizando a questão de sustentabilidade e segurança energética.

1. ESTRUTURA ENERGÉTICA MUNDIAL

1.1. Breve histórico

Para iniciar o histórico energético é importante delimitar o período que será priorizado, pois esse é um assunto muito extenso que poderia se iniciar na descoberta do fogo e sua evolução no tempo. Esse breve histórico abrangerá as evoluções a partir da expressiva utilização do carvão como fonte principal de energia para a indústria.

Desde os primórdios, o mundo é movido pela busca incessante de desenvolvimento, a energia foi, e continua sendo, um fator essencial dessa evolução. A primeira revolução industrial, que se iniciou na Inglaterra em meados do século XVIII, teve o carvão mineral como principal matéria-prima para a alimentação das máquinas a vapor. Esse advento foi de extrema importância, pois dessa maneira a indústria conseguiu ampliar significativamente o volume de produtos manufaturados, produzindo-os em um período de tempo muito menor. Além da indústria de manufatura, a máquina a vapor também contribuiu para o transporte ferroviário e marítimo da época se tornar mais rápido. Esses fatores levaram a uma rápida industrialização que foi intensificada no final do século XVIII e continuou ao longo do século seguinte.

A partir da segunda revolução industrial, iniciada na segunda metade do século XIX, as principais fontes de energia passaram a ser a energia elétrica e o petróleo, que são mais potentes do que a utilizada anteriormente. A energia elétrica passou a substituir o carvão em diversos processos industriais e o petróleo iniciou sua importância como insumo para diversos setores, como: petroquímico; automobilístico; naval e aeronáutico. Nesse período se intensifica a utilização de fontes não renováveis de energia devido ao aumento de produção dos meios de transporte individuais, com o surgimento do trabalho em série.

Pouco tempo após sua descoberta, o petróleo, que foi denominado como “ouro negro”, passou a ser não só a principal fonte de energia de todo o mundo, mas também, elemento principal da economia de grandes potências, originando progresso e riqueza. Os maiores produtores de petróleo concentravam-se no Oriente Médio e nos Estados Unidos, porém o seu controle estava sob sete companhias americanas conhecidas como “Sete Irmãos”. Nas décadas de

1960 e 1970, não havia progresso sem o petróleo, mostrando a economia mundial fortemente dependente dessa fonte primária de energia. Diante de vários acontecimentos políticos ocorridos nessa fase, os quais não são objeto desse trabalho, os países do Oriente Médio se organizaram, criando a OPEP (Organização dos Países Produtores de Petróleo) e mais tarde uniram-se para diminuir a produção do ouro negro, forçando uma alta dos preços do barril de óleo, que desencadeou a maior crise mundial do petróleo.

A primeira crise do petróleo levantou preocupações de planejamento não só pelo lado da oferta, mas também, pela demanda. Essa preocupação motivou a procura de novas alternativas para diminuir a dependência do petróleo. Desta forma os países foram obrigados a buscarem novas fontes de energia, para não ficarem a mercê das alterações de preço ocorridas na década de 70, que afetou as economias mundiais de forma drástica. Sendo assim, no decorrer do mesmo século, observa-se o uso de novas fontes como: gás natural, muito utilizado nas termoeletricas; a energia nuclear, inicialmente fonte de energia para as bombas atômicas e passou a ser utilizada como combustível em usinas term nucleares, além de fontes provenientes da cana-de-açúcar.

Em meados da década de 1980, os preços do petróleo começaram a se estabilizar, as preocupações de busca de novas fontes por questão de dependência de uma única fonte energética diminuiu dando espaço para o aumento da preocupação de questões ligadas ao meio ambiente, como, por exemplo, os impactos ambientais devido à emissão de gases poluentes, emitidos principalmente pela indústria, setor de transporte e queimadas de florestas e pastagens. Esses gases elevam a temperatura atmosférica levando as mudanças climáticas e conseqüentemente o aquecimento global (TOLMASQUIM, GUERREIRO E GORINI, 2007).

Os danos ao meio ambiente não são recentes, mas foram intensificadas no pós segunda guerra mundial com grandes explorações para o movimento de reconstrução e crescimento dos países. Essa alteração no padrão comportamental sócio-econômico, não fornece ao meio ambiente um período de que precisa para se reestabilizar, chegando, atualmente, a níveis alarmantes de degradação e uma maior preocupação mundial diante dessa questão (LOPES, 1999).

Devido a questões ambientais, principalmente o impacto do aquecimento global, e a preocupação com o esgotamento de fontes energéticas não renováveis, há um interesse mundial em tentar diminuir o uso dessas fontes, pois são elementos de grande impacto na emissão de

gases poluente na atmosfera. Na passagem apresentada a seguir é possível tirar algumas conclusões:

“As fontes de energia renováveis já demonstraram poder de sustentar a economia mundial de várias maneiras. No entanto, é fato que os combustíveis fósseis e a eletricidade se constituem, hoje, a base para operar o atual modelo tecnológico e manter o estilo de vida rural e urbano contemporâneo” (Barros, 2007, p. 48)

Pode-se dizer que, através de tudo que foi apresentado, há uma grande preocupação com a sustentabilidade das fontes energéticas, porém a sociedade e a economia mantêm um padrão dependente de fontes não renováveis. Dessa maneira, para ocorrer uma inversão do uso das fontes não renováveis para renováveis deverá ocorrer uma mudança no modelo tecnológico e social dos países.

1.2. A questão da segurança energética

Esta seção apresentará quais as questões discutidas sobre a segurança energética, a mutação de seu enfoque a partir dos choques do petróleo, assim como a diferença de abordagem de segurança entre os países exportadores e importadores de energia. Apesar dessa primeira abordagem apresentar uma forma mais específica sobre o assunto, no decorrer do trabalho a segurança energética será focada em termos de segurança da oferta a preços competitivos, sua abordagem ambiental e as relações geopolíticas, não entrando detalhes sobre a questão militar.

Atualmente, a estratégia da política internacional sobre a segurança energética tem sido comparada com o primeiro choque do petróleo, porém existem vários outros fatores das mais variadas origens inter relacionados a esse assunto. A partir de 1970 as mudanças que ocorreram nos mercados de energia e nos desafios observados em termos de segurança energética e geopolítica, transformaram o entendimento do que é segurança energética e qual a forma mais eficaz de garanti-la num ambiente nacional, regional e global, existindo uma divergência de ideologias entre os países na adoção de suas políticas, isso é resultado de suas preocupações

econômicas, políticas e culturais. Pode-se dizer que essas abordagens não eram observadas na primeira crise do petróleo (PRONINSKA,2007).

Olhando para a questão econômica, os fatores que impactam de maneira mais forte a percepção de segurança é a evolução da demanda e oferta de energia, com a preocupação do aumento da demanda por todas as fontes energéticas juntamente com o elevado crescimento econômico da China e da Índia (PRONINSKA,2007).

1.2.1. O conceito da segurança energética

Pensar no conceito de segurança energética apenas como: “fontes confiáveis e adequada de energia a preços razoáveis” ou “como garantir o fornecimento adequado de energia a preços razoáveis e estáveis para sustentar o desempenho econômico e o crescimento” não está errado, porém apresenta-se de forma incompleta, o conceito é mais complexo e abrange um grande número de fatores (PRONINSKA,2007; CIUTĂ, 2009). Os principais aspectos marcados pela política energética são a oferta, a sustentabilidade e a competitividade juntamente com a compreensão econômica de, por meio do comércio e dos negócios, garantir o fornecimento de energia, mas não é o suficiente para descrever a segurança energética (BAUMANN, 2008).

Para Dalgaard e Gloock (2009), o sentido mais fundamental de segurança significa ter garantia no acesso aos recursos energéticos para o contínuo desenvolvimento do poder nacional, ou seja, diversificação da oferta a preços acessíveis. Porém como apresentado no parágrafo anterior e da passagem abaixo, esse sentido fundamental é mais complexo, pois além da diversificação da oferta a preços acessíveis deve-se levar em conta o conceito multidimensional atrelando economia, política interna e externa, além da segurança propriamente dita. Apenas a combinação de todos esses fatores pode se aproximar do que realmente é a segurança energética.

“Energy security is more than sustainability, competitiveness and secure supply. It is a multidimensional concept, including external as well as internal action. Economic, political and security measures have to be applied in combination to generate the essential synergies. Thus only an integrated approach, that combines all the different aspects of energy security, can be successful.”(BAUMANN,2008, p. 4)

De forma sucinta, a segurança energética significa estabilidade e qualquer interrupção em seu fornecimento traria consequências negativas para a economia de uma nação, política e bem estar dos cidadãos, isso porque, todos esses fatores são dependentes dos serviços de energia. Sendo assim, o desenvolvimento econômico e a legitimidade em uma entidade política dependem de uma oferta satisfatória de energia (BAUMANN, 2008).

Uma questão apresentada por Mulligan (2008) é o conceito de segurança energética, que anteriormente era muito discutido em termos militares, mas atualmente pensa-se num significado mais amplo e profundo, destacando a questão ambiental. Baumann (2008) compartilha essa visão, mostrando que segurança energética ainda é a principal preocupação de cada país e da coletividade, combinando segurança nacional e internacional.

Pode-se dizer, então, que para uma nação alcançar seu objetivo de segurança energética, utiliza a política energética, a qual depende e influencia fatores gerais no país e é um subconjunto da política econômica, política externa, política de segurança, nacional e internacional (DALGAARD e GLOOCK, 2009).

1.2.2. A segurança energética nos países exportadores e importadores de energia.

Observando a crescente interdependência mundial, atingir a independência energética isoladamente do mercado mundial é um fator muito difícil de conseguir. Essa idéia de independência energética relaciona-se diretamente com o conceito de segurança energética, sendo que esta é também aplicável a organizações multilaterais e não só a nações (DALGAARD e GLOOCK, 2009).

A questão da segurança energética abrange diferentes perspectivas em países exportadores e importadores de energia, focando em segurança da demanda e segurança da oferta, respectivamente, porém, existe uma relação de interdependência entre esses países: *“By recognizing the simple reality that producers need security of demand while consumers need security of supply”* (STANISLAW, 2004, p. 17).

Exemplificando a afirmação apresentada, caso ocorra um colapso no comércio de petróleo isso afetaria os países exportadores cujas empresas e governos dependem da renda dessa atividade o que causaria uma paralisação na economia e levaria a um caos social. O impacto nos países importadores, por sua vez, seria mais drástico, tendo um impacto negativo tanto econômico, como social e político num período muito menor que do que o país exportador (OLIVEIRA, 2009).

Sabe-se que, embora todos os países tenham necessidade de acesso aos recursos energético para seu crescimento em diversos aspectos, os países exportadores necessitam de segurança de demanda, ou seja, necessitam acesso suficiente aos mercados e consumidores. Como dito anteriormente, as receitas provenientes dessas vendas são muitas vezes a principal fonte de receita do governo e dessa forma justificaria investimentos futuros no setor. No outro lado, os países que necessitam importar energia se preocupam com o aspecto da segurança de seu abastecimento e dos preços acessíveis, mantendo sua economia em equilíbrio (DALGAARD e GLOOCK, 2009).

Diante do apresentado, nota-se a grande importância de diversificação dos fornecedores e compradores de recursos energéticos para os países importadores e exportadores, respectivamente, isso reduz a dependência externa, deixando a nação menos vulnerável. Ter vários fornecedores diminui a probabilidade de paralisação total no fornecimento externo e a diversificação dos compradores minimiza o risco de perder suas receitas provenientes da exportação e fica menos exposto a problemas políticos nos países compradores (OLIVEIRA, 2009).

Diante do apresentado, pode-se dizer que a diversificação tem um fim não somente econômico, mas também estratégico para os países exportadores e importadores de energia. Os países dependentes do petróleo da OPEP, por exemplo, conseguiriam impedir o aumento dos preços se privassem os países pertencentes a OPEP de sua principal fonte de renda. E para os produtores, diversificar sua renda em outros produtos e mercados, significaria diminuir a dependência financeira da renda pelo petróleo. Olhando o explicitado de uma maneira geopolítica, a diversificação das fontes mundial de fornecimento de energia da atual dependência das exportações da OPEP é significativa para melhorar a forma de lidar com as crises e desafios no Oriente Médio, independente de qualquer mecanismo de cooperação que pode haver.

1.2.3. Segurança Energética versus Segurança Ambiental

Como apresentado, atualmente a questão de segurança energética atrelada a segurança ambiental é um assunto muito discutido. Os problemas vividos pelo planeta levam essas duas propostas serem inter relacionadas.

Durante os choques de petróleo, na década de 1970, os temores eram sobre questões militares nos Estados industrializados, porém nos anos de 1980 e 1990 essa visão de segurança militar relacionada à segurança energética começou a tomar um rumo diferente, levando a maiores preocupações com o impacto do uso das fontes energéticas para o meio ambiente. Foi também, nessa fase de preocupação ambiental que o petróleo, carvão e gás natural foram reconhecidos como um dos muitos “recursos não-renováveis”. A energia começou a ser menos discutida em termos de inimigos e ameaças existentes e mais em termos de sustentabilidade, impactos ambientais e aquecimento global. Apesar do foco sobre a preocupação ter mudado, a questão de segurança energética como preocupação militar não foi esquecida (DALGAARD e GLOOCK,2009).

A crescente demanda por fontes energéticas no cenário em que vivemos, de mudanças climáticas, traz diferentes preocupações das que ocorreram durante os choques do petróleo. Como já mencionada, essa nova era de energia é uma ameaça ao meio ambiente provocada pelo grande consumo dos combustíveis fósseis e se manifestando através do aquecimento global e perigosas mudanças climáticas. Desta forma é impossível falar de segurança energética sem falar de segurança ambiental (DALGAARD e GLOOCK,2009).

Paulo Roberts explicita o seguinte:

“In today’s economy, clean, sustainable energy is a luxury reserved for the richest nations. In countries staggering under high population growth, the drive for energy security rarely means “leapfrogging” to a sophisticated, clean technology. Instead, these nations tend to take the easiest, fastest, and cheapest path possible – which usually means technologies that are obsolete, low-quality, and highly polluting.” (Roberts, 2004, p. 246)

Essa questão, apresentada acima, está relacionada ao fato de que países mais pobres quando passam por problemas de segurança tendem a recorrer ao carvão que é a fonte mais poluente, porém com menor custo de produção, além de serem abundantes e dispersas em todo o

mundo se comparada com os demais combustíveis fósseis (DALGAARD e GLOOCK,2009). O carvão, ainda hoje representa um quarto da matriz energética mundial e se considerarmos apenas os países não pertencentes a OCDE essa participação aumenta para um terço. Amy Jaffe (2004, p. 844) escreve que *“even countries seeking environmental improvement may find them selves unable to move away from heavy reliance on coal in power and industrial sectors”*, pode-se dizer que mesmo que os países se preocupem com as questões ambientais, irão colocar a segurança energética em primeiro plano.

A solução para a segurança energética e ambiental seguirem juntas é a diversificação do abastecimento energético, principalmente para fontes renováveis, juntamente com o aumento da eficiência energética para contribuir com a diminuição da demanda por combustíveis que tem alto teor de emissão dos gases do efeito estufa. Porém essas alternativas, como biocombustíveis, eólica, geotérmica e solar, na maioria das vezes enfrentam obstáculos, principalmente, financeiros. Os investimentos necessários para a implantação dessas alternativas é maior se comparados com fontes como o carvão, por exemplo, o que faz com que os países dêem preferência para o uso de fontes não renováveis para garantir seu desenvolvimento econômico e deixando a questão ambiental para segundo plano (DALGAARD e GLOOCK,2009).

Essa não é apenas uma questão para países pobres, tanto países desenvolvidos como em desenvolvimento têm uma alta demanda por fontes não renováveis, a diferença da estrutura da matriz energética entre eles é que os países em desenvolvimento têm uma participação ligeiramente maior de fontes limpas do que os países desenvolvidos, em contra partida, mesmo tendo maior participação de fontes renováveis eles apresentam um consumo mais elevado de carvão, fonte que mais polui, porém é mais competitiva.

Mesmo com os grandes investimentos em fontes renováveis realizadas por alguns países desenvolvidos, o uso de combustíveis fósseis não tende a uma rápida diminuição, pois fontes limpas enfrentam muitos obstáculos (SOLANA, 2006). Esses estão atrelados com o alto custo da tecnologia, infra-estrutura e longo prazo de espera para maturação dos investimentos, além da intensa dependência da sociedade moderna e das estruturas mundiais do uso de combustíveis fósseis (MULLIGAN,2009), essa transformação não é de rápida nem fácil adaptação. Desta forma, os cenários vividos atualmente de altos preços do petróleo são um estímulo para as energias alternativas, nesses países, pois a mudança para a utilização de fontes renováveis de

energia não ocorrerá apenas por questão ambientais, deve haver também um forte incentivo financeiro (DALGAARD e GLOOCK, 2009).

Assim, os países que possuem uma liderança tecnológica para produção de fontes renováveis com um custo mais baixo, e inovações para o uso eficiente dos combustíveis terão vantagem grandes com relação a competitividade. Isso trás dinheiro para novos investimentos e gastos privados, por outro lado a liderança da tecnologia também gera novos empregos, estimula o crescimento econômico e legitima as políticas existentes, além de reduzir a degradação ambiental (BAUMANN, 2008).

1.3. A evolução da Matriz Energética Mundial

Nesta seção apresenta-se a dinâmica da matriz energética mundial desde 1973, que apresenta característica não renovável em toda a sua evolução. A partir do gráfico 1 nota-se que a oferta interna de energia mundial no ano de 1973 era de 6,1 bilhões de toneladas equivalentes de petróleo (Tep¹), sendo o petróleo a principal fonte, com participação de 46% da matriz, em seguida está o carvão com 24% e gás natural contribuindo com 16% da oferta mundial de energia. Essas três fontes são consideradas não renováveis e correspondiam a 86% da matriz energética mundial. Olhando para as demais fontes: biomassa, hidráulica e outras fontes primárias (eólica, solar, ondas, etc.), as quais são renováveis, têm a participação de 11%, 2% e 0,1%, respectivamente, na matriz, ou seja, a participação de fontes limpas era de 13,1%. Com relação à energia nuclear há bibliografias que a considera como fonte renovável e outras, como fonte não renovável, dessa forma optou-se por tratá-la separadamente, assim, sua participação era de 1% em 1973.

Analisando o ano de 2008 é possível perceber que o valor da oferta mundial de energia dobrou chegando a 12,3 bilhões de toneladas equivalentes de petróleo. O petróleo continua sendo a principal fonte utilizada no mundo (33%), seguida pelo carvão (27%) e gás natural (21%), sendo as fontes não renováveis responsáveis por 81% da matriz energética atual. As fontes renováveis apresentam hoje 12,9% da matriz energética sendo: 10% Biomassa; 2,2% hidráulica e

¹ Medida utilizada para comparar a capacidade energética entre todas as fontes de energia.

0,7% outras fontes primárias (eólica, solar, ondas, etc.). A participação atual da energia nuclear no mundo é de 5,8%.

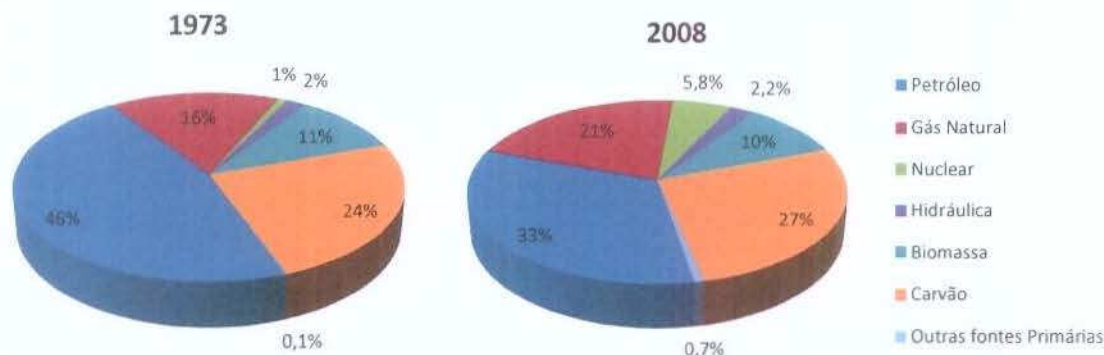
Olhando para a dinâmica da matriz no período analisado, constata-se que o petróleo continua sendo a principal fonte energética, porém perdeu significativa participação de 13 pontos percentuais, essa perda por sua vez foi compensada principalmente pelo aumento da participação de fontes não renováveis, como o gás natural e carvão, que ampliaram sua participação em 5 e 3 pontos percentuais, respectivamente. Outra mudança significativa foi o aumento da participação da energia nuclear, ampliando sua participação em 4,8 pontos percentuais.

O aumento da oferta interna de gás natural, combustível que mais aumentou a participação na matriz energéticas nos últimos 30 anos, e energia nuclear aconteceu, principalmente, a partir da década de 1980, após os dois choques do petróleo, como comentado anteriormente.

A energia eólica encontra-se dentro de “outras fontes primárias”, o crescimento histórico é lento, porém está ganhando relevância e destaque mundial entre as fontes renováveis que estão sendo promovidas atualmente. O destaque a essa fonte se deve ao fato de o vento ser um recurso muito abundante no mundo e está se mostrando vantajoso se comparado com a energia solar, fonte também renovável (DE CASTRO e DANTAS, 2009).

Percebe-se que a matriz é constituída principalmente por fontes não-renováveis (petróleo, gás natural e carvão), que apresentam cerca de 81% de toda a matriz, sendo as fontes renováveis responsáveis por apenas cerca de 12,9% (biomassa, hidráulica e outras fontes primárias) da matriz e a energia nuclear por 5,8%. Assim, é possível afirmar que a característica mundial das fontes primárias de energia é não sustentável.

Gráfico 1 : Matriz energética Mundial em 1973 e 2008



Fonte: International Energy Agency

Na análise do balanço energético mundial nos anos de 1973 e 2008, apresentado nas tabelas 1 e 2, a oferta interna mundial é denominada pela produção total somando a diferença entre importação, exportação e a variação dos estoques. Nota-se que a produção de todos os combustíveis aumentou acompanhando a expansão e crescimento mundial, tendo as fontes não renováveis (petróleo, gás natural e carvão) um peso maior nesse crescimento, pois dobraram a produção no período analisado. É importante destacar que essas fontes são as mais comercializáveis, ou seja, apresentam uma maior participação nas trocas comerciais total entre países, sugerindo o aumento do consumo mundial de fontes energéticas consideradas sujas. Países que tem alta dependencia externa como Japão, Coréia do Sul e Alemanha têm a tendência de possuírem matrizes energéticas mais sujas devido a às fontes consideradas suja serem comercializadas mais de forma mais fácil.

Tabela 1 : Balanço Energético Mundial por Combustível em 1973 (Mtep)

Oferta e Consumo	Carvão	%	Petróleo	%	Gás Natural	%	Nuclear	%	Hidráulica	%	Biomassa	%	Outras	Total	%
Produção	1.479,01	23,76	2.936,72	47,18	993,10	15,96	53,05	0,85	110,23	1,77	646,11	10,38	6,13	6.224,35	100,00
Importação	140,04	6,39	1.970,46	89,89	73,41	3,35	-	-	-	-	0,12	0,01	8,14	2.192,17	100,00
Exportação	-	130,37	5,77	2.049,79	90,65	72,57	3,21	-	-	-	0,19	0,01	8,27	2.261,19	100,00
Variações do Estoque	12,22	-30,48	-	37,37	93,22	-	15,00	37,42	-	-	0,06	-	0,15	40,09	100,00
Oferta Interna Mundial	1.500,90	24,54	2.820,02	46,11	978,94	16,01	53,05	0,87	110,23	1,80	646,10	10,57	6,00	6.115,24	100,00

Fonte: International Energy Agency

Tabela 2: Balanço Energético Mundial por Combustível em 2008 (Mtep)

Oferta e Consumo	Carvão	%	Petróleo	%	Gás Natural	%	Nuclear	%	Hidráulica	%	Biomassa	%	Outras	Total	%	
Produção	3.415,66	27,61	4.041,34	32,67	2.608,14	21,09	712,18	5,76	275,88	2,23	1.225,49	9,91	90,24	12.368,93	100,00	
Importação	591,76	12,42	3.328,33	69,86	782,77	16,43	-	-	-	-	8,49	0,18	52,84	4.764,19	100,00	
Exportação	-	631,03	13,30	-	3.274,99	69,00	-	-	-	-	9,32	0,20	-	53,00	4.746,11	100,00
Variações do Estoque	-	62,21	51,99	-	35,50	29,67	-	-	-	-	0,15	0,13	-	119,66	100,00	
Oferta Interna Mundial	3.914,18	27,02	4.059,18	33,09	2.591,04	21,12	712,18	5,81	275,88	2,25	1.224,81	9,98	90,08	12.267,35	100,00	

Fonte: International Energy Agency

Olhando apenas para o petróleo, principal fonte energética utilizada no mundo, pode-se dizer que as perspectivas são variadas. Alguns especialistas acreditam que ele continuará sendo o principal elemento da oferta de energia mundial até atingir o pico de produção mundial, a data em que esse pico será atingido ainda é incerta, devido às descobertas recentes de petróleo em águas profundas, antes dessas descobertas a ano previsto para o ponto de saturação da produção de petróleo foi 2020. A partir de então, com a queda da produção, devido ao esgotamento das reservas mundiais, a sociedade será forçada a procurar novas fontes energéticas para suprir a déficit de oferta do petróleo (WEIGMANN, 2002). Há visões controversas a essa como a apresentada a seguir:

“A história econômica mundial mostra que fontes de forte e contínua instabilidade elevam os riscos dos investimentos e impõem à sociedade a busca de soluções alternativas. Segundo esta linha analítica, as perspectivas da participação do petróleo na matriz energética mundial tende a diminuir mais rapidamente do que as atuais estimativas possam estar a indicar.” (Barros, 2007, p. 50)

Essa visão diz que a diminuição do petróleo na participação da matriz energética acontecerá antes de 2020, ano convencionalmente previsto. Esta visão está mais atrelada às questões mundiais discutidas atualmente, principalmente a ambiental. Novas tecnologias estão sendo desenvolvidas e há uma maior atenção para as fontes renováveis, o que fará com que a diminuição da participação do petróleo na matriz energética ocorra não por questões de saturação de produção, mas sim por questões sócio-ambientais e econômicas discutidas recentemente.

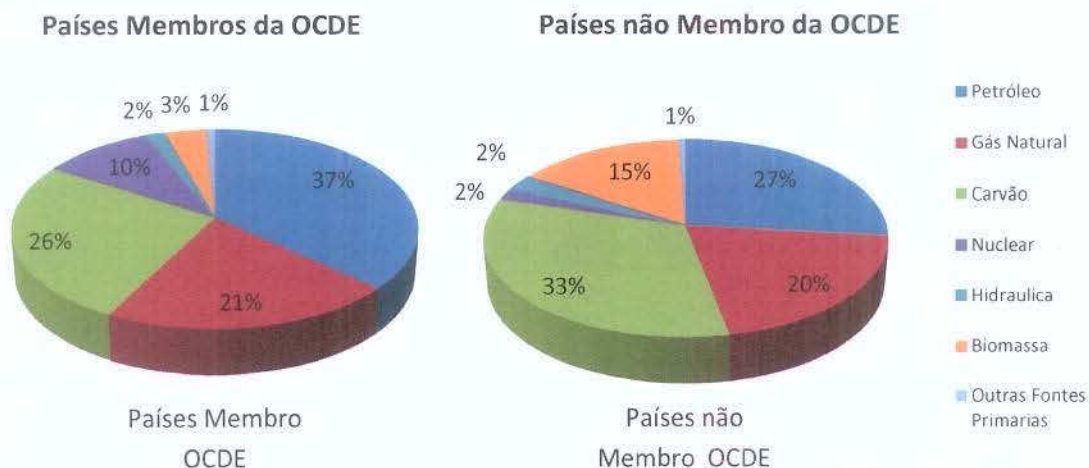
No Gráfico 2, segue uma análise da matriz energética de países membro da OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico), cujos países membros são os desenvolvidos, e países não membro ou países em desenvolvimento. Nota-se que as principais fontes energéticas na matriz dos países desenvolvidos são: petróleo (37%); carvão (26%) e gás

natural (21%), caracterizando a utilização de fontes não renováveis por estes países, montante de 84% de toda a matriz. As fontes renováveis são apenas 6% de toda a matriz, dos quais 3% são oriundos da biomassa, 2% de energia hidráulica e 1% de outras fontes primárias (eólica, solar, ondas, etc.). A energia nuclear apresenta uma participação expressiva de 10%, sendo maior do que a apresentada na matriz mundial.

Olhando para a matriz dos países em desenvolvimento a estrutura apresentada é: carvão (33%), petróleo (27%) e gás natural (20%), ou seja, 80% da matriz é composto por fontes energéticas consideradas sujas. A participação das fontes renováveis é de 19%, das quais 15% são oriundas da biomassa, 3% da energia hidráulica e 1% de outras fontes primárias (eólica, solar, ondas, etc.). A presença de energia nuclear nesses países é muito pequena, sendo apenas 2% da matriz.

Comparando as duas estruturas é possível afirmar que os países desenvolvidos têm o petróleo como principal fonte energética enquanto os países em desenvolvimento têm o carvão. O uso de energia renovável nos países da OCDE é muito inferior aos países não pertencentes a OCDE, 6% e 19% respectivamente. Apesar de uma maior participação de fontes renováveis na matriz dos países em desenvolvimento, a grande utilização do carvão caracteriza esta matriz tão suja quanto a matriz dos países ricos, isso porque o carvão é a fonte energética mais poluente. Outra diferença significativa é o maior uso da energia nuclear em países ricos, 10% de toda a matriz, valor que é também superior ao da matriz mundial de 5,8%, nos países pobres essa percentagem é de 2%.

Gráfico 2: Matriz energética países membros e não membros da OCDE em 2007



Fonte: International Energy Agency

1.4. O Consumo Mundial de Energia

Após a análise da oferta interna de energia através de sua produção e das trocas comerciais, apresentaremos o consumo energético mundial. A conclusão que se tira da análise do gráfico 3 é que de modo geral, as mudanças mais perceptíveis são a diminuição do consumo do petróleo e carvão e o aumento do uso da eletricidade, portanto houve um aumento no consumo de fontes limpas de energia.

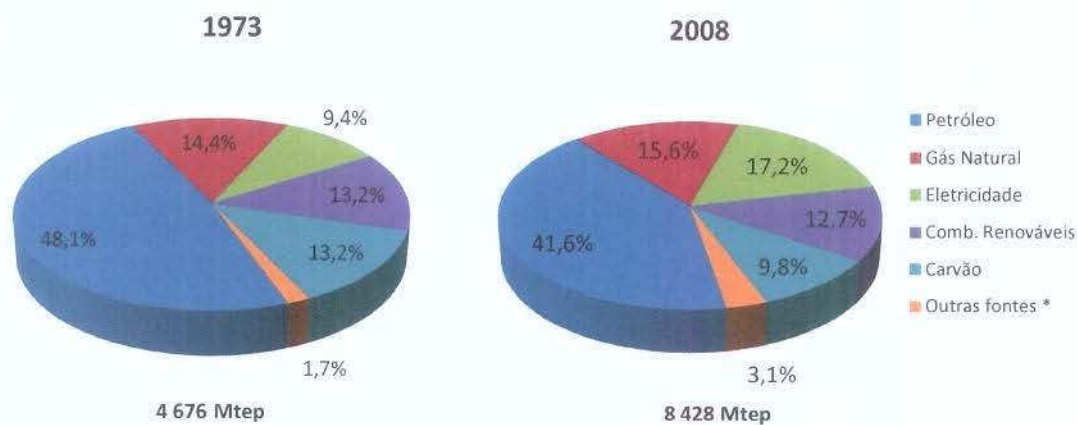
Em 1973 praticamente metade de todo o consumo energético mundial era proveniente do petróleo, 14,4% do gás natural, 13,2% de carvão, 13,2% de combustíveis renováveis, 9,4% de eletricidade e 1,7% de outras fontes. Em 2008 nota-se que o petróleo ainda é a principal fonte de consumo, porém com uma queda de 6,5 pontos percentuais, correspondendo a 41,6% da energia consumida, seguido pela energia elétrica que ampliou o a participação em 7,8 pontos percentuais (17,2% do consumo mundial), gás natural (15,6%), combustíveis renováveis (12,7%), carvão (9,8%) perdendo participação de 3,4 pontos percentuais e outras fontes (3,1%).

O consumo mundial praticamente dobrou no período de 35 anos, passando de 4,676 Mtep para 8.428 Mtep. A manutenção dessa oferta para o suprimento da crescente demanda é uma

questão preocupante, como já destacada nas seções anteriores, além das perdas que ocorrem no sistema. Outra questão é sobre as fontes demandadas e o desenvolvimento de novas tecnologias para que seja possível transformar essa demanda por fontes energéticas não renováveis aumentando a demanda por fontes limpas de energia.

Aumentar o consumo de fontes renováveis pode ser algo que demande um tempo maior, mas essa mudança é altamente necessária, principalmente por questões ambientais e a futura escassez das fontes não renováveis, é algo que depende do desenvolvimento de novas tecnologias e mudança do padrão de consumo da sociedade.

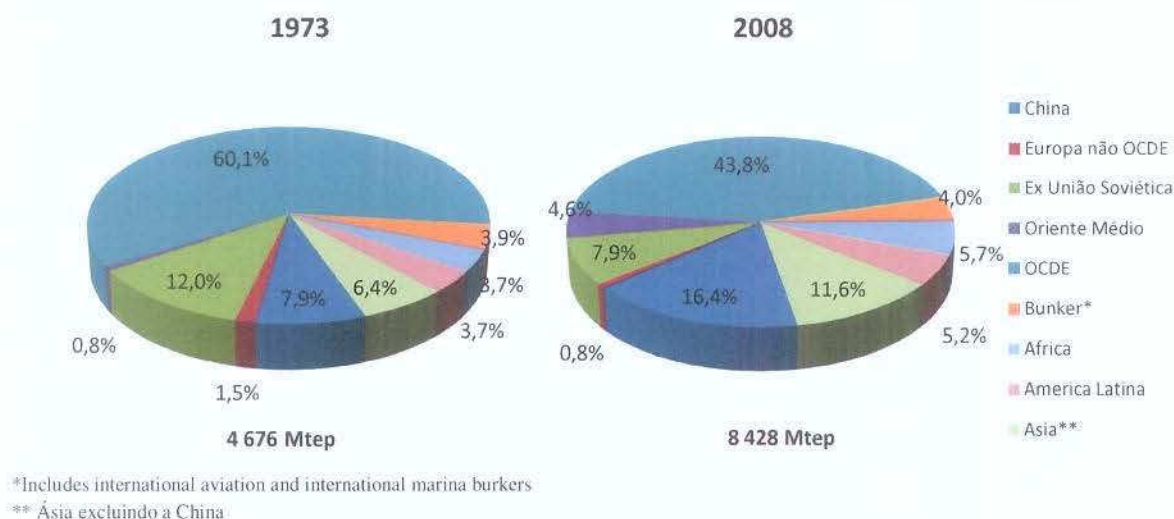
Gráfico 3 : Consumo Energético Mundial em 1973 e 2008 por Fonte



Fonte: International Energy Agency

Agora, olhando para as regiões que mais consomem energia, gráfico 4, destaca-se os países pertencentes a OCDE como maiores consumidores, em 1973 consumiam 60,1% de toda a energia mundial, porém a sua atual participação no consumo mundial declinou aproximadamente 16 pontos percentuais, isso é resultado do crescimento dos países em desenvolvimento, principalmente China e Ásia, o consumo desses é pautado principalmente em fontes não renováveis como o carvão. A China apresenta baixa dependência externa, apenas 8%, mas países há outros países asiáticos, como a Coreia do Sul, cuja dependência é de 81%, o que gera preocupações quando a segurança energética do país.

Gráfico 4 : Consumo Energético Mundial em 1973 e 2008 por Região



Fonte: International Energy Agency

Até o momento estrutura da matriz energética foi analisada em termos de sustentabilidade. Sobre o consumo, é possível afirmar que houve um expressivo aumento da demanda de energia no período analisado, com significativas mudanças na sua estrutura por fonte e por região. Sendo as principais alterações de acordo com o International Energy Outlook (2010) são: queda da participação do petróleo e o crescimento da demanda energética dos países desenvolvidos tende a diminuir dando espaço para o crescimento de países não pertencentes a OCDE, cuja demanda crescerá em um ritmo mais acelerado. Mesmo com a queda da participação do petróleo as fontes não renováveis de energia são os principais elementos na oferta e na demanda da matriz energética mundial e o crescimento do consumo dos países em desenvolvimento é pautado, principalmente, em fontes de energia consideradas sujas por serem mais competitivas e abundantes.

1.5. Países produtores, exportadores e importadores de energia

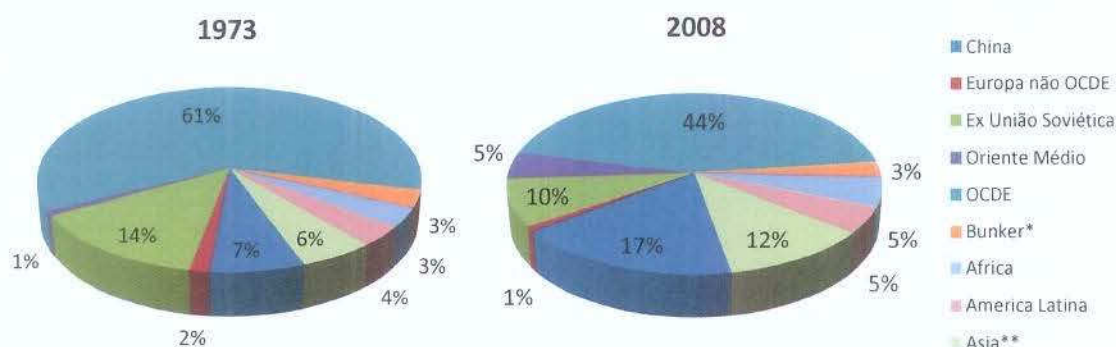
Nesta seção abordaremos os principais países e regiões produtores de energia, assim como sua importância nas exportações e os países que mais importam por fonte energética. No gráfico

5, que apresenta a participação de cada região do mundo na oferta de energia primária, pode-se notar algumas mudanças ocorridas em sua estrutura no período de 1973 a 2008.

Os países da OCDE, na década de 1970, eram responsáveis por 61% de toda a oferta mundial de energia primária, seguido pelos países da ex União Soviética e pela China que apresentavam, respectivamente, uma participação de 14% e 7 % do total. As demais regiões representavam uma parcela muito pequena.

As principais mudanças que podem ser observadas em sua evolução é a queda de 17 pontos percentuais da participação dos países da OCDE e o aumento de 10 pontos percentuais da parcela chinesa, isso se deve ao grande desenvolvimento chinês que vem ocorrendo nas últimas décadas. Outro ponto importante a ser destacado é a participação asiática, excluindo a China, que dobrou a sua oferta energética, também reflexo do desenvolvimento da região. A América Latina e a África aumentaram ligeiramente sua participação e os países do Oriente Médio que anteriormente apresentavam apenas 1% do total da oferta passaram a ser responsáveis por 5% de toda a oferta mundial, fator relacionado às suas reservas de petróleo.

Gráfico 5: Oferta Mundial de Energia Primária* por região**



*Includes international aviation and international marina burkers

** Ásia excluindo a China

*** A energia que ingressa no sistema econômico mundial antes de ser transformada ou consumida dentro do sistema

Fonte: International Energy Agency

Analisando os vinte países com maior oferta interna de energia, tabela 3, nota-se que Estados Unidos e China têm uma oferta muito superior ao terceiro colocado da lista, Rússia, e é necessária a soma da oferta interna dos quinze países seguintes no ranking para atingir a oferta interna dos dois primeiros. Essa exuberante oferta interna nos Estados Unidos é devido ao seu

desenvolvimento histórico pós segunda guerra mundial e na China devido seu contínuo crescimento nas últimas décadas, ambos os países, apesar de serem os maiores produtores são também grandes importadores de energia, a diferença está na dependência externa que nos Estados Unidos chega 27% e na China apenas 8%. A Índia é outro país que se destaca pelo atual crescimento, atingindo a quarta posição no ranking e com dependência externa de 25%. A oferta interna de países como Japão e Coréia do Sul é devido às exportações, esses países tem grau de dependência externa superior a 80%. O Brasil aparece em nono lugar, posição importante, sendo o primeiro país da America Latina na lista, na qual além do Brasil, apenas o México aparece. A importância energética brasileira será detalhada no próximo capítulo.

Tabela 3: Oferta Interna de Energia em 2008 por países

Class.	Países	Oferta Interna (Mtep)
1	Estados Unidos	2.283,72
2	China	2.116,43
3	Rússia	686,76
4	Índia	620,97
5	Japão	495,84
6	Alemanha	335,28
7	Canadá	266,77
8	França	266,50
9	Brasil	248,53
10	Coreia do Sul	226,95
11	Reino Unido	208,45
12	Irã	202,05
13	Indonésia	198,68
14	México	180,61
15	Itália	176,03
16	Arábia Saudita	161,60
17	Espanha	138,79
18	Ucrânia	136,14
19	África do Sul	134,49
20	Austrália	130,11

Fonte: International Energy Agency

Na tabela 4, nota-se que a China, atualmente, é o maior produtor de energia no mundo, produz 1.993,31 Mtep seguido pelos Estados Unidos com a produção de 1.706,06 Mtep, destaca-se a necessidade de importação desses países, uma vez que a oferta interna apresentada por eles é

inferior a sua produção. A Rússia assume a terceira colocação tanto na produção de energia quanto na oferta interna e produz 1.253,92 Mtep, este país, diferente dos dois já apresentados, tem característica exportadora, pois sua oferta interna é aproximadamente metade de sua produção. O país seguinte no ranking é Arábia Saudita, segundo maior produtor de petróleo, porém a energia produzida é muito inferior a produção russa. A Índia aparece em quinto lugar, com uma produção de aproximadamente 100 Mtep inferior a produzida pela Arábia Saudita, e destaca-se, principalmente, pela produção de carvão, como será apresentado a seguir.

Tabela 4 : Ranking produtores mundial de Energia em 2008

Class.	País	Produção Energia (Mtep)
1	China	1.993,31
2	Estados Unidos	1.706,06
3	Rússia	1.253,92
4	Arábia Saudita	579,02
5	Índia	468,31
6	Canadá	407,38
7	Indonésia	346,99
8	Irã	326,85
9	Austrália	302,13
10	México	233,60
11	Brasil	228,13
12	Nigéria	226,79
13	Noruega	219,66
14	Venezuela	180,72
15	Emirados Árabes	180,55
16	Reino Unido	166,69
17	África do Sul	162,95
18	Argélia	162,04
19	Kuwait	152,80
20	Cazaquistão	148,19

Fonte: International Energy Agency

Os maiores exportadores de energia são a Rússia e a Arábia Saudita, devido principalmente a exportação de petróleo. A Noruega exportadora de gás natural e petróleo, terceira no ranking, exporta aproximadamente 224 Mtep menos do que o segundo colocado. Os demais países apresentam uma sequência mais homogênea sem nenhuma discrepância grande

entre os países que seguem. O montante total da exportação australiana é de 167,02 Mtep, valor superior a sua oferta interna de energia que é 130,11 Mtep. A Indonésia ocupa uma posição de destaca na lista, essa posição é devido a exportações de gás natural e carvão. É interessante destacar que os países Latino Americano que aparecem nesse ranking são Venezuela, Colômbia e México. Outro ponto a salientar é a presença dos países do Oriente Médio entre os principais exportadores, fator histórico como já foi explicitado.

É importante lembrar, que nem todas as fontes energéticas têm alta capacidade de comercialização, ou seja, não são exportáveis. As principais fontes energéticas para exportação são: petróleo, gás natural e carvão, ou seja, fontes de energia não renovável.

Todas essas observações sobre os países exportadores encontram-se na tabela 5, a seguir.

Tabela 5 : Maiores exportadores de Energia em 2008

Class.	Países	Exportações (Mtep)
1	Rússia	-536,57
2	Arábia Saudita	-412,41
3	Noruega	-188,72
4	Austrália	-167,02
5	Indonésia	-147,34
6	Canadá	-144,67
7	Kuwait	-124,81
8	Argélia	-123,77
9	Irã	-122,90
10	Nigéria	-115,44
11	Venezuela	-115,25
12	Emirados Árabes	-102,85
13	Qatar	-99,80
14	Angola	-93,70
15	Líbia	-85,24
16	Iraque	-83,05
17	Cazaquistão	-77,32
18	Colômbia	-60,17
19	Turcomenistão	-49,81
20	México	-47,21

Fonte: International Energy Agency

Analisando os países importadores de energia, tabela 6, Estados Unidos e Japão aparecem com um montante de importação bem superior aos demais países. Além disso, é importante

destacar que o Japão tem uma dependência externa de 83% de sua energia, fator que é preocupante para a segurança energética do país, como discutido no começo desse capítulo. Alemanha, terceiro maior importador de energia, tem uma dependência externa de 61%. Em sequência a Coreia do Sul também apresenta grande dependência internacional para suprir sua necessidade energética, assim como a Itália (85%), Espanha (80%), Taipé Chinês (88%), Turquia (71%), Bélgica (79%), Cingapura (100%) e Hong Kong (100%) casos extremo de dependência externa. Outros países que importam uma quantidade elevada de energia e dependem do mercado internacional para atender sua demanda interna e não foram destacados na tabela são: Marrocos, Irlanda, Israel e Portugal.

O Brasil aparece em décimo nono, porém o volume importado é apenas 11% de sua necessidade, esse valor também está relacionado a importação da energia elétrica de Itaipu, devido a dupla nacionalidade da hidrelétrica, de gás natural e carvão.

Tabela 6 : Maiores importadores de Energia em 2008

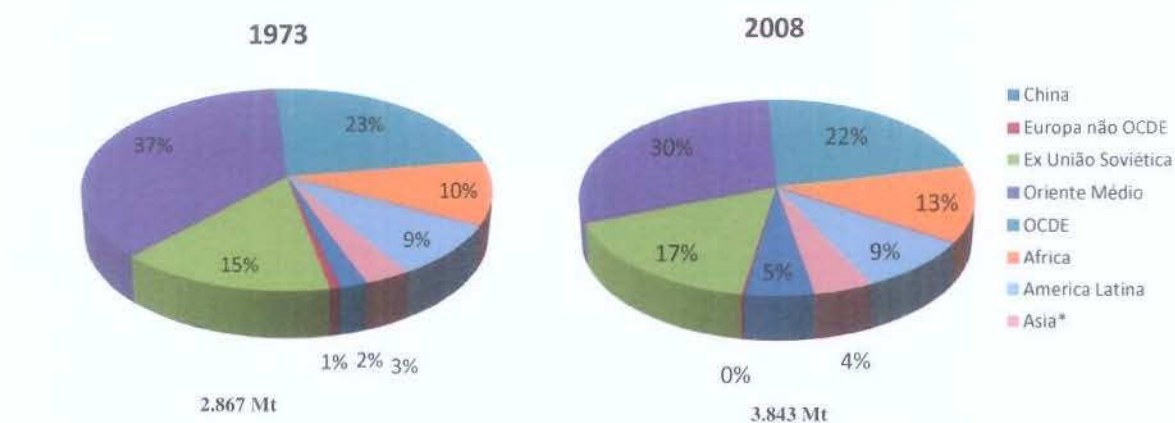
Class.	Países	Importações (Mtep)	% Dependência
1	Estados Unidos	634,45	27%
2	Japão	418,89	83%
3	Alemanha	210,90	61%
4	Coreia do Sul	195,11	81%
5	China	184,70	8%
6	Índia	157,89	25%
7	Itália	155,59	85%
8	França	139,34	50%
9	Espanha	122,99	80%
10	Taipe Chinês	97,45	88%
11	Turquia	72,52	71%
12	Ucrânia	59,36	42%
13	Reino Unido	57,77	26%
14	Bélgica	56,39	79%
15	Cingapura	55,85	100%
16	Tailândia	46,24	42%
17	Holanda	34,14	34%
18	Polônia	30,29	30%
19	Brasil	26,97	11%
20	Hong Kong	25,72	100%

Fonte: International Energy Agency

1.5.1. O Petróleo

A oferta mundial atual de petróleo aumentou 34% em relação à década de 1970, apesar desse aumento a participação de cada região na oferta mundial de petróleo não sofreu grandes alterações no período observado, a mudança mais significativa foi a diminuição da parcela do Oriente Médio em 7 pontos percentuais e o ganho das demais regiões que foi homogêneo, exceto da OCDE que sofreu uma pequena queda. Essa análise pode ser constatada no gráfico 6.

Gráfico 6: Oferta Mundial de Petróleo por região



* Ásia excluindo a China

Fonte: International Energy Agency

Na tabela 7, que segue adiante, observa-se que a Rússia, no ano de 2009, foi o principal país produtor de petróleo. Os demais países presentes na tabela representam a produção de aproximadamente 61% de todo o mundo. Entre os países exportadores, os maiores encontram-se no Oriente Médio e o conjunto dos países apresentados corresponde mais de dois terços das exportações mundiais. Agora, olhando para os países importadores, é interessante observar que, apesar dos Estados Unidos serem o terceiro maior produtor de petróleo é o país que mais importa esse recurso, sendo que a quantidade importada é quase três vezes superior a quantidade importada pelo Japão, segundo país que mais importa petróleo e, além disso, o valor importado pelos Estados Unidos corresponde a 27% de toda a importação de petróleo. A China e a Índia são, também, grandes importadores dessa fonte primária de energia.

Tabela 7 : Produtores, Exportadores e Importadores de Petróleo

Produtores*	Mt	% no mundo	Exportadores**	Mt	Importadores**	Mt
Rússia	494	12,9	Arábia Saudita	355	Estados Unidos	564
Arábia Saudita	452	11,8	Rússia	241	Japão	199
Estados Unidos	320	8,3	Irã	120	China	175
Irã	206	5,4	Emirados Árabes	108	Índia	128
China	194	5	Nigéria	102	Coreia	116
Canadá	152	4	Angola	92	Alemanha	105
México	146	3,8	Noruega	90	Itália	88
Venezuela	126	3,3	Kuwait	89	França	83
Kuwait	124	3,2	Iraque	88	Espanha	61
Emirados Árabes	120	3,1	Venezuela	74	Holanda	57
Resto do Mundo	1509	39,2	Outros	593	Outros	514
Total	3843	100	Total	1952	Total	2090

*Dados de 2009

**Dados de 2008

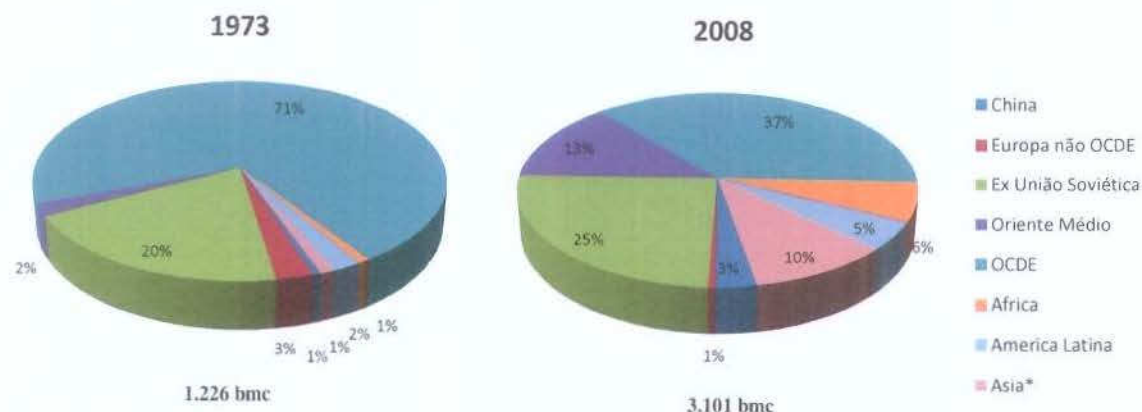
Fonte: International Energy Agency

1.5.2. O Gás Natural

A participação dos países na produção de gás natural no mundo sofreu uma considerável mudança. Em 1973 o volume mundial de gás produzido era de 1.226 bmc (bilhões de metros cúbicos) e 25 anos mais tarde esse valor quase que triplicou atingindo 3.101 bmc. A mudança de maior impacto no decorrer do período apresentando, como pode ser visto do gráfico 7, foi a grande queda da participação dos países da OCDE. Em termos absolutos a produção desses países em 2008 foi 30% maior do que em 1973, porém sua participação na produção mundial caiu quase pela metade.

Os países do Oriente médio ampliaram sua participação em 10 pontos percentuais, a Ásia e a África aumentaram 9 e 6 pontos, respectivamente. Os países da ex União Soviética representam uma parcela de 5 pontos a mais do que no passado e América Latina e China mostraram um ligeira ampliação. Pode-se dizer que a produção, hoje, é mais distribuída entre as diferentes regiões do que era em 1973.

Gráfico 7 : Oferta Mundial de Gás Natural por região



* Ásia excluindo a China

Fonte: International Energy Agency

Analizando a tabela 8, a produção dos Estados Unidos, Rússia, Canadá e Irã correspondem a quase 50% de toda a produção mundial. A Rússia, além de ser o segundo maior produtor é o país que mais exporta esse recurso natural, correspondendo a quase 22% da exportação mundial. O Japão, Alemanha e Estados Unidos são os principais importadores.

Tabela 8 : Produtores, Exportadores e Importadores Gás Natural

Produtores*	bmc	% no mundo	Exportadores**	bmc	Importadores**	bmc
Estados Unidos	594	19,2%	Rússia	160	Japão	93
Rússia	589	19,0%	Noruega	100	Alemanha	83
Canadá	159	5,1%	Canadá	76	Estados Unidos	76
Irã	144	4,6%	Qatar	67	Itália	69
Noruega	106	3,4%	Argélia	55	França	45
China	90	2,9%	Indonésia	36	Ucrânia	38
Qatar	89	2,9%	Holanda	30	Turquia	35
Argélia	81	2,6%	Turcomenistão	27	Espanha	34
Holanda	79	2,5%	Malásia	24	Coréia	33
Indonésia	76	2,5%	Trinidad e Tobago	21	Reino Unido	29
Restante do Mundo	1094	35,3%	Outros	140	Outros	214
Mundo	3101	100,0%	Total	736	Total	749

*Dados de 2009

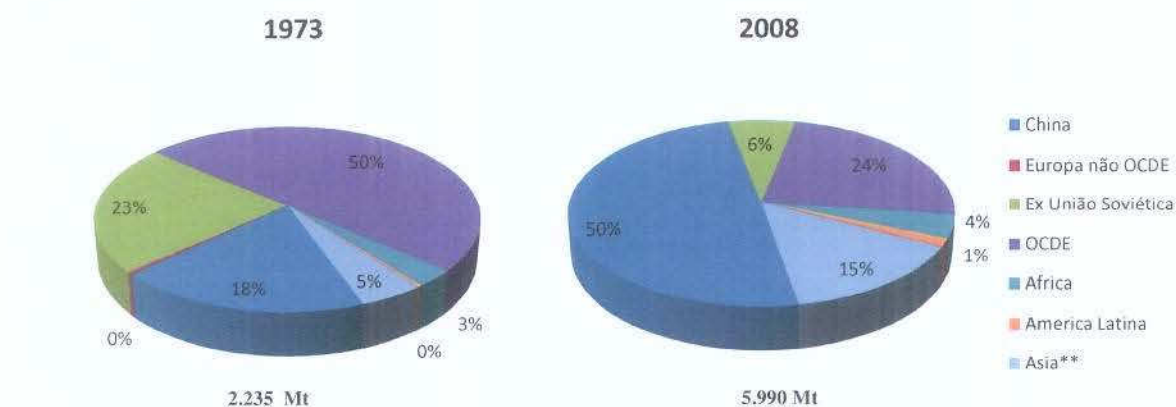
* *Dados de 2008

Fonte: International Energy Agency

1.5.3. O Carvão

No período de 1973 a 2008 o carvão apresentou uma mudança significativa em relação às principais regiões produtoras, como pode ser observado no gráfico 8. No início do período a OCDE era responsável por 50% de todo o carvão produzido no mundo, seguido pelos países da ex União Soviética produtores de 23% e China de 18%. Atualmente, a China é o principal país produtor de carvão e representa 50% de toda a produção mundial, essa expressiva partição é resultado de um aumento de aproximadamente 7,5 vezes de sua produção. Os países da OCDE reduziram drasticamente sua participação em 26 pontos percentuais, porém em termos de produção tiveram um aumento de 28%. Os países da ex União Soviética diminuíram em 17 pontos percentuais sua participação e os países da Ásia representam, hoje, 15% da produção.

Gráfico 8 : Produção de carvão* por região



* Incluindo carvão recuperado

** Ásia excluindo a China

Fonte: International Energy Agency

Na tabela 9, nota-se que China, Estados Unidos e Índia são os maiores produtores, porém a China tem uma produção muito superior ao dos Estados Unidos e Índia. A Austrália e a Indonésia são os principais exportadores de carvão e representam juntos mais de 50% das exportações mundiais dessa fonte energética. Entre os principais importadores estão o Japão, China, Coreia e Índia é interessante observar que apesar da China e Índia serem um dos maiores

produtores de carvão, também são os principais importadores, como acontece com os Estados Unidos nas fontes energéticas já tratadas.

Tabela 9 : Produtores, Exportadores e Importadores de Carvão

Produtores	Carvão mineral (Mt)	Lignito (Mt)	Exportadores	Carvão Mineral (Mt)	Importadores	Carvão mineral (Mt)
China	2971	**	Austrália	262	Japão	165
Estados Unidos	919	66	Indonésia	230	China	114
Índia	526	35	Rússia	93	Coreia	103
Austrália	335	64	Colômbia	69	Índia	66
Indonésia	263	38	África do Sul	67	Taipe Chinês	60
África do Sul	247	0	Estados Unidos	33	Alemanha	38
Rússia	229	68	Vietnã	25	Reino Unido	38
Cazaquistão	96	5	Cazaquistão	22	Turquia	20
Polônia	78	57	Canadá	20	Itália	19
Colômbia	73	0	República Tcheca	4	Espanha	16
Restante do Mundo	253	580	Outros	11	Outros	180
Mundo	5990	913	Total	836	Total	819

Dados de 2009

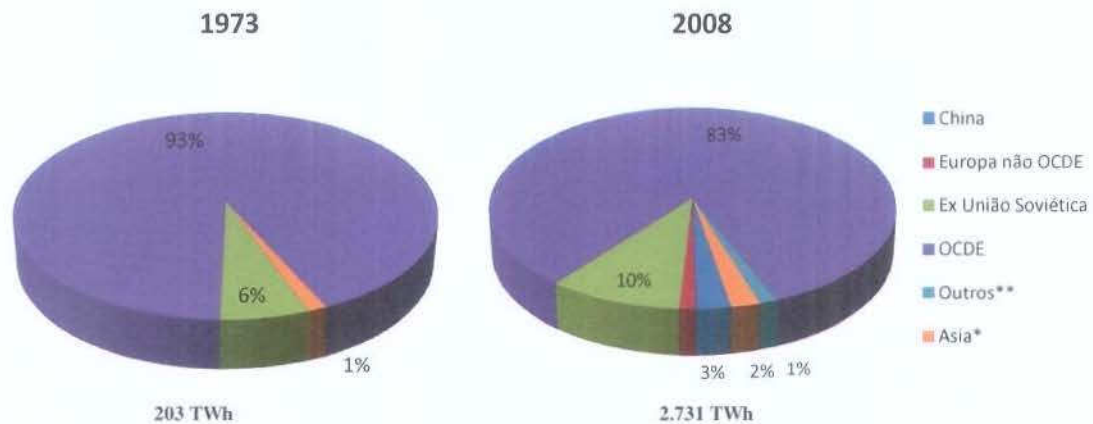
** Incluso em carvão Mineiral*

Fonte: International Energy Agency

1.5.4. A Energia Nuclear

A estrutura de produção de energia nuclear entre as regiões não teve grandes alterações no período analisado. Os países da OCDE continuam sendo o principal produtor e apesar de terem perdido 10 pontos percentuais na participação da produção mundial sua produção, em termos absolutos, ampliou 12 vezes. Os países da ex União Soviética aumentaram sua participação em 4 pontos percentuais e as demais regiões, que anteriormente não apareciam entre as regiões produtoras começaram a produzir energia nuclear mas com uma participação muito pequena na produção mundial. Dentre essas regiões é interessante destacar a China, que não tinha produção de energia nuclear e os 3% de sua participação, atualmente, correspondem a geração de 68 TWh (Terawatts hora) isso se deve ao grande crescimento econômico chinês e pode ser percebido no aumento de produção das demais fontes energéticas.

Gráfico 9: Produção de energia nuclear por região



*Ásia excluindo a China

Fonte: International Energy Agency

Os Estados Unidos é o maior produtor de energia elétrica nuclear do mundo, como se percebe na tabela 10, sozinho corresponde 30% da produção mundial. França e Japão estão logo em seguida no ranking, porém, mesmo juntando a produção dos dois países não atingem a capacidade dos Estados Unidos. Os três países juntos possuem uma capacidade instalada de 212 GW e representam 57% de toda a capacidade instalada no mundo, os países que não estão discriminados na tabela, todos juntos, tem uma capacidade de 53 GW, representando 15% da capacidade instalada.

A França é o país que mais utiliza a energia nuclear para a geração de energia elétrica, 77,1% da geração doméstica de eletricidade é de origem nuclear. Ucrânia e Suécia também possuem uma alta participação de energia nuclear na geração de eletricidade que correspondem, respectivamente, 46,7% e 42,6%. Os Estados Unidos, apesar de ser o maior produtor, apenas 19,3% de sua eletricidade provém da energia nuclear, Entre os principais países apresentados na tabela, apenas a China apresenta sua geração de eletricidade nuclear inferior a proporção da geração mundial. Olhando para a participação mundial, 13,5% de toda a eletricidade gerada no mundo é de origem nuclear.

Tabela 10 : Produtores de energia elétrica Nuclear

Produtores	TWh	% do total Mundial	Capacidade Instalada	GW	Maiores Produtores	% nuclear na geração doméstica de eletricidade
Estados Unidos	838	30,7%	Estados Unidos	101	França	77,1%
França	439	16,1%	França	63	Ucrânia	46,7%
Japão	258	9,4%	Japão	48	Suécia	42,6%
Rússia	163	6,0%	Rússia	23	Coreia	34,0%
Coreia	151	5,5%	Alemanha	20	Japão	24,0%
Alemanha	148	5,4%	Coreia	18	Alemanha	23,5%
Canada	94	3,4%	Canada	13	Estados Unidos	19,3%
Ucrânia	90	3,3%	Ucrânia	13	Rússia	15,7%
China	68	2,5%	Reino Unido	11	Canada	14,4%
Suécia	64	2,3%	Suécia	9	China	2,0%
Restante do Mundo	418	15,3%	Restante do Mundo	53	Restante do Mundo*	11,9%
Mundo	2731	100,0%	Total	372	Total	13,5%

Dados de 2008

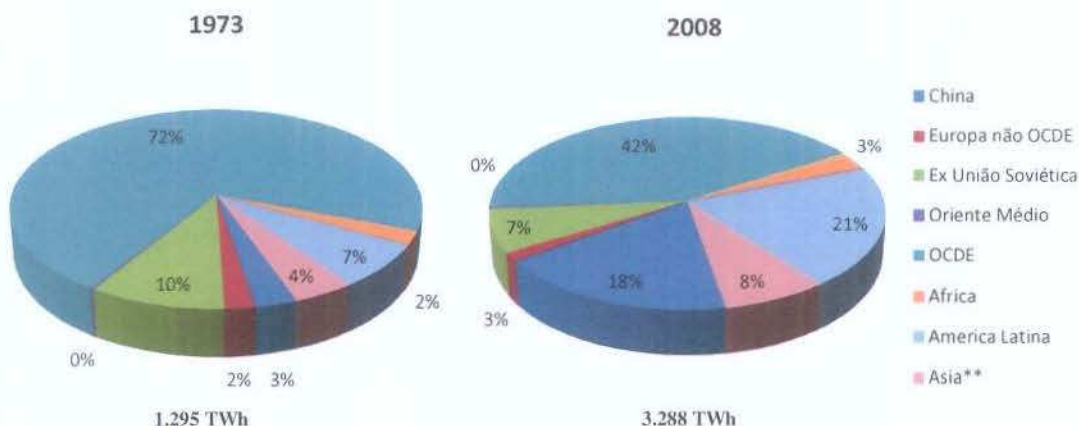
** Excluindo os países que não produzem energia nuclear*

Fonte: International Energy Agency and Commissariat à l'Énergie Atomique (França)

1.5.5. A Energia Hidráulica

Na década de 1970, assim como nas demais fontes, exceto o petróleo, os países da OCDE eram o principal produtor de energia hidráulica, representavam 72% de toda a produção, os países da ex União Soviética detinham 18% da produção mundial e América Latina 7%, os demais países apresentavam uma porcentagem pequena. Atualmente, pode-se dizer que essa produção está mais distribuída, os países da OCDE perderam 30 pontos percentuais de sua participação, dando lugar para a América Latina e China que aumentaram 14 e 15 pontos percentuais, respectivamente, na participação da produção mundial. A Ásia apresentou um pequeno aumento na sua participação e as demais regiões mantiveram-se quase que constantes. É interessante destacar que a produção mundial de energia hidráulica quase que triplicou no período analisado, passando de 1.295 TWh para 3.288 TWh.

Gráfico 10: Produção de energia hidráulica* por região



*Incluindo a capacidade Instalada

** Ásia excluindo a China

Fonte: International Energy Agency

A China é o maior produtor de energia elétrica hidráulica, além disso, tem a maior capacidade instalada do mundo e em sua geração de energia elétrica 16,9% é de origem hidráulica. Canadá e Brasil também são grandes produtores e junto com a China representam aproximadamente 40% da produção mundial. Com relação a capacidade instalada, China, Estados Unidos, Brasil e Canadá apresentam juntos 43% da capacidade global.

É importante observar que a geração de energia elétrica na Noruega é quase que na totalidade de origem hidráulica, o Brasil é o segundo colocado no ranking, como observado na tabela 11, a energia elétrica hidráulica é responsável por 79,8% do abastecimento elétrico do país. Venezuela vem em seguida com uma participação de 72,8%. Esses valores são muito superiores ao observado no mundo, em que apenas 16,2% da energia elétrica provem de hidroelétricas.

Tabela 11 : Produtores de energia elétrica hidráulica*

Produtores**	TWh	% do total do Mundo	Capacidade*** Instalada	GW	Maiores Produtores**	% de hidráulica no total de geração de eletricidade doméstica
China	585	17,8%	China	149	Noruega	98,5%
Canadá	383	11,6%	Estados Unidos	100	Brasil	79,8%
Brasil	370	11,3%	Brasil	77	Venezuela	72,8%
Estados Unidos	282	8,6%	Canadá	73	Canadá	58,7%
Rússia	167	5,1%	Japão	47	Suécia	46,1%
Noruega	141	4,3%	Rússia	47	China	16,9%
Índia	114	3,5%	Índia	36	Rússia	16,0%
Venezuela	87	2,6%	Noruega	29	Índia	13,8%
Japão	83	2,5%	França	25	Japão	7,7%
Suíça	69	2,1%	Itália	21	Estados Unidos	6,5%
Restante do Mundo	1007	30,6%	Restante do Mundo	320	Restante do Mundo ****	13,6%
Mundo	3288	100,0%	Total	924	Total	16,2%

*Incluindo capacidade instalada

** Dado de 2008

*** Dado de 2007

**** Excluindo países que não tem produção hidrelétrica

Fonte: International Energy Agency and United Nations

Durante esse capítulo foi possível observar a importância que as fontes energéticas têm para o desenvolvimento das nações, além disso, atualmente a preocupação em utilizar fontes renováveis de energia está em evidência, mas se políticas de incentivo não forem instaladas, a mudança do padrão de consumo das fontes levará um maior tempo para se modificar, uma vez que as fontes limpas são mais caras que as consideradas suja. No mundo, os principais insumos energéticos utilizados são o petróleo, o gás natural e o carvão, os quais apresentam altas taxas de crescimento devido aos bons resultados das economias emergentes.

A alta do preço do petróleo é um fator que impulsiona o desenvolvimento das fontes renováveis, porém o uso do carvão ainda é muito elevado no mundo, principalmente pelo fato de ser comercializável, abundante e barato.

A análise dos países mostrou que as nações desenvolvidas são os que mais produzem e demandam energia, mas, atualmente a China e Índia ganharam destaque nesse aspecto, o que mostra a relação direta entre energia e desenvolvimento. Os países que apresentam maior segurança energética são a Rússia, Arábia Saudita e Noruega e entre os maiores importadores os

que apresentam uma significativa dependência externa são: Japão, Alemanha, Coreia do Sul e Estados Unidos.

No próximo capítulo será tratada a estrutura e evolução da matriz energética brasileira, destacando o consumo nacional e a evolução da dependência externa do país.

2. A ESTRUTURA ENERGÉTICA BRASILEIRA

Neste capítulo será apresentada a evolução da estrutura de oferta e demanda da matriz energética brasileira. O Brasil se destaca dos demais países do mundo por ter uma matriz energética com elevada participação de fonte renováveis de energia.

O país ainda não é auto-suficiente, dentro de sua pauta de importação os principais produtos são: o petróleo, carvão e gás natural. O petróleo é também o principal produto de exportação juntamente com o álcool etílico, apesar de não ser auto-suficiente o Brasil apresenta, atualmente, baixa dependência externa, que será detalhado nas próximas seções.

É importante ressaltar que o setor energético afeta todos os demais setores da economia, desta forma, um mau planejamento do setor traria graves problemas para o desenvolvimento e a segurança energética brasileira. O país sofreu com esse problema durante o chamado “Apagão”, no qual a falta de investimentos afetou todos os setores da economia e a vida dos cidadãos, o crescimento da demanda não foi acompanhado pela garantia de oferta energética.

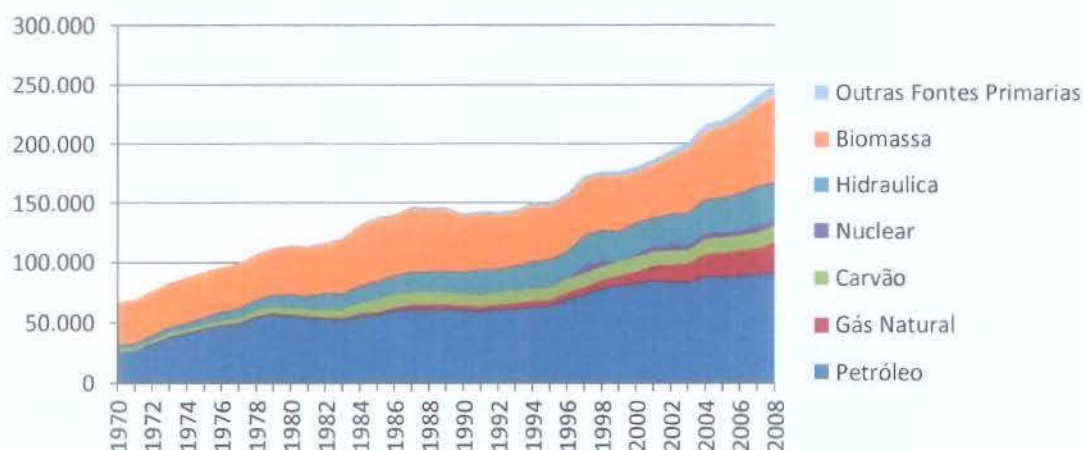
2.1. Evolução da Matriz Energética Brasileira

O Brasil sofreu, ao longo do século XX, um grande desenvolvimento econômico, o qual refletiu no aumento da demanda de fontes primárias de energia. Alguns dos fatores que contribuíram para esse processo foi o processo de industrialização, com instalações de plantas energo-intensivas, e um grande crescimento demográfico atrelado ao aumento da taxa de urbanização (MME, 2003).

A oferta de energia primária no Brasil, como pode ser visto no gráfico 11, em 2008, foi de 249,8 Mtep, esse valor representa cerca de 2% da oferta energética mundial e é 271% maior que a oferta interna de energia em 1970.

Gráfico 11 : Evolução da oferta total de energia primária no Brasil

(em 10^3 tep)



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da EPE

Durante a década de 1970 é possível perceber, através do gráfico 12, um aumento da participação do petróleo e diminuição da biomassa, isso ocorre pela substituição da lenha por derivados do petróleo e mais tarde a substituição de lenha por produtos de origem da cana-de-açúcar. A substituição da lenha por petróleo está atrelada a investimentos excepcionais em exploração e prospecção. A tecnologia de extração de petróleo em águas profundas, utilizada pela Petrobrás, foi pioneira no mundo. Nesse período as reservas nacionais de petróleo atingiram o montante de 1,78 bilhão de barris de petróleo. Ademais, o ciclo de aumento da participação do petróleo foi revertido no começo da década de 1980 devido ao segundo choque do petróleo, em 1979, aumentando o uso do carvão vegetal e da lenha. Atualmente os investimentos no setor petrolífero continuam altos, as reservas nacionais tem hoje 14 bilhões de barris e com a descoberta do Pré-Sal estimasse que essas reservas possam superar 50 bilhões de barris.

O álcool combustível e o bagaço de cana são, juntos, a segunda maior fonte de energia da matriz energética brasileira. Os derivados da cana-de-açúcar tiveram uma participação crescente na matriz energética no período de 1975 a 1985. Essa alteração ocorreu devido à implantação do Proálcool, com o decreto 76.593, que tinha o objetivo de substituir parte da gasolina por álcool hidratado, em veículos com motores movidos a álcool e também seria utilizada a forma anidro para adicionar a gasolina, o que torna a combustão menos poluente além da utilização do bagaço

de cana para a geração de energia elétrica nas usinas e atualmente elabora-se um projeto de aumento da participação no setor elétrico brasileiro.

A produção de álcool começou a aumentar, desde então, até atingir seu nível máximo em 1997 e começar a declinar. Tal queda na produção só foi revertida a partir de 2004 com inserção dos motores flexfuel no mercado nacional. Hoje a utilização do álcool, tanto hidratado como anidro, é muito discutida devido a sua contribuição para diminuir a emissão de gases do efeito estufa, com expectativas elevadas diante do aumento da demanda. A expectativa desse aumento está atrelada, principalmente, a preocupação das mudanças climáticas e o álcool é um combustível que reduz a emissão de CO₂ na atmosfera.

A queima do bagaço e palha da cana é, atualmente, uma alternativa econômica muito viável na geração de energia elétrica. Juntamente com a produção de álcool e açúcar, os planos de negócio de comercialização de energia elétrica também fazem parte dos novos projetos do setor sucroenergéticos. (DE CASTRO e DANTAS, 2009). A inserção da bioeletricidade é importante para manter o caráter limpo da matriz energética brasileira, promovendo fontes renováveis e mais eficientes, contribuindo na redução das emissões dos gases que agravam o efeito estufa.

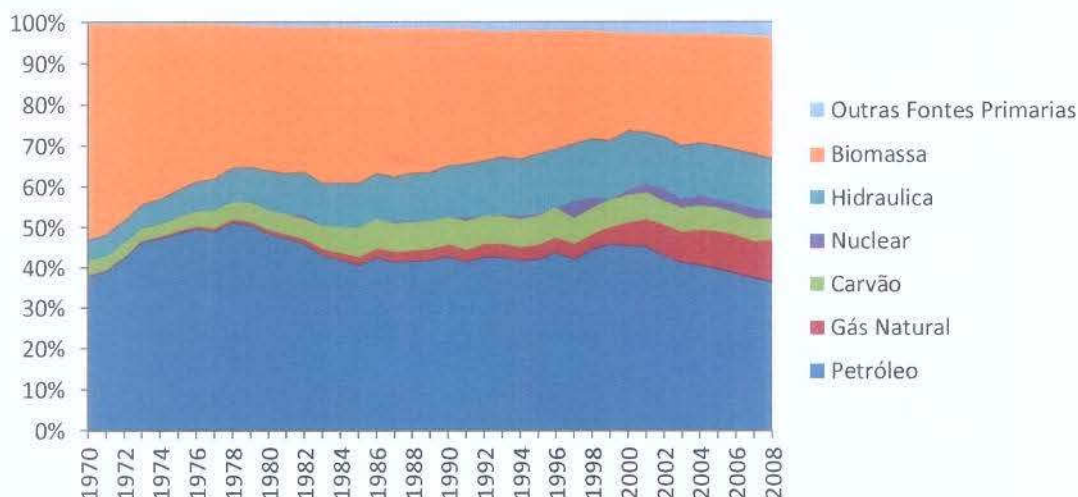
Tecnologias também foram desenvolvidas no campo da construção e operação de grandes centrais hidrelétricas, bem como na operação de sistemas de transmissão a grandes distâncias e em corrente contínua. A energia hidráulica manteve taxa crescente de participação até o ano de 2000, quando representava 14,5% da matriz energética brasileira. Já no ano de 2001 essa participação diminuiu 2,2 pontos percentuais, reflexo da crise do setor de energia elétrica. A partir de então, apesar de a participação na matriz ter apresentado pequenas oscilações, o valor de energia hidráulica em tep apresenta uma tendência crescente desde 2002.

O uso do carvão mineral foi impulsionado pela indústria metalúrgica no início da década de 1980 e manteve uma participação constante a partir de 1985. O carvão mineral, em 2008, tem uma participação consideravelmente pequena de 5,4% na matriz nacional. A fonte que teve um desenvolvimento expressivo nos últimos anos foi o gás natural, passou de uma participação modesta de 0,3% em 1970 para 10,4% em 2008.

Pode-se dizer que ocorreram algumas alterações da estrutura da matriz energética brasileira desde 1970, mas as fontes primárias hidráulica, biomassa (lenha e produtos da cana-de-açúcar) e o petróleo atendem a maior parcela das necessidades energética do país, mesmo com as

alterações em sua participação no total de oferta de energia. Em termos gerais, mesmo com as alterações, a matriz continuou com uma alta participação de fontes renováveis em sua estrutura.

Gráfico 12 : Evolução da oferta de energia primária brasileira (em %)



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da EPE

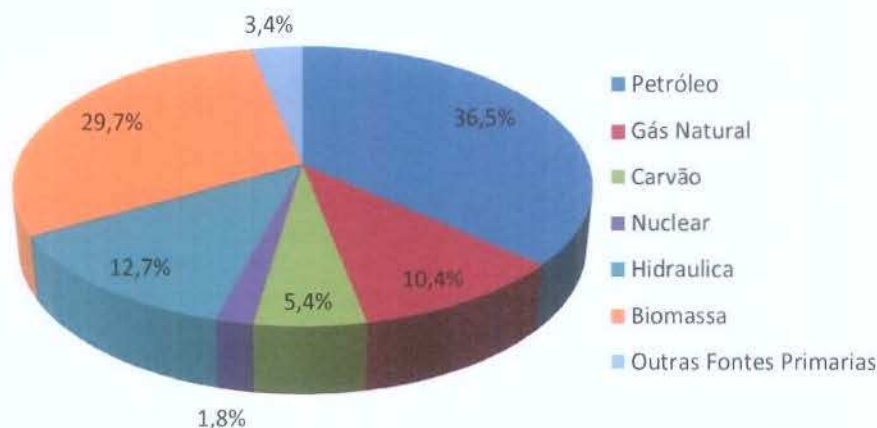
Pode-se dizer, então, que o Brasil tem uma matriz energética considerada limpa se comparada com o restante do mundo, com base no gráfico 13 é possível observar que desde 1970 grande porcentagem da matriz energética brasileira é de fontes renováveis. Isso é resultado do desenvolvimento do parque gerador de energia hidroelétrica desde a década de 50 e de políticas públicas adotadas após a segunda crise do petróleo, em 1979, visando a redução do consumo de combustíveis oriundos do petróleo e dos custos correspondentes à sua importação; que era quase metade de todas as importações do país (MME, 2003).

Atualmente, cerca de 43% da oferta energética brasileira são fontes de origem renovável, enquanto no mundo, como já mencionado, esse valor é de apenas 13%. Das fontes renováveis no Brasil, 12,7% é gerada por hidroelétricas, 29,7% são da biomassa e ainda têm-se uma pequena porcentagem de energia eólica e solar. O restante é proveniente de outras fontes não renováveis como: o petróleo, carvão e o gás natural. Sendo o petróleo o elemento de maior peso da matriz energética, no ano de 2008, responsável por 36,5% de toda a matriz brasileira.

Comparando a matriz energética brasileira com a mundial, dos países membros da OCDE e não membros da OCDE, a brasileira tem uma participação expressivamente maior de fontes renováveis do que as demais. Isso se deve a alta participação da energia hidráulica e biomassa,

enquanto as demais matrizes têm maior participação do carvão e gás natural. Com relação ao petróleo, todas as matrizes estão num patamar muito próximo de oferta dessa fonte.

Gráfico 13 : Matriz energética brasileira em 2008



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da EPE

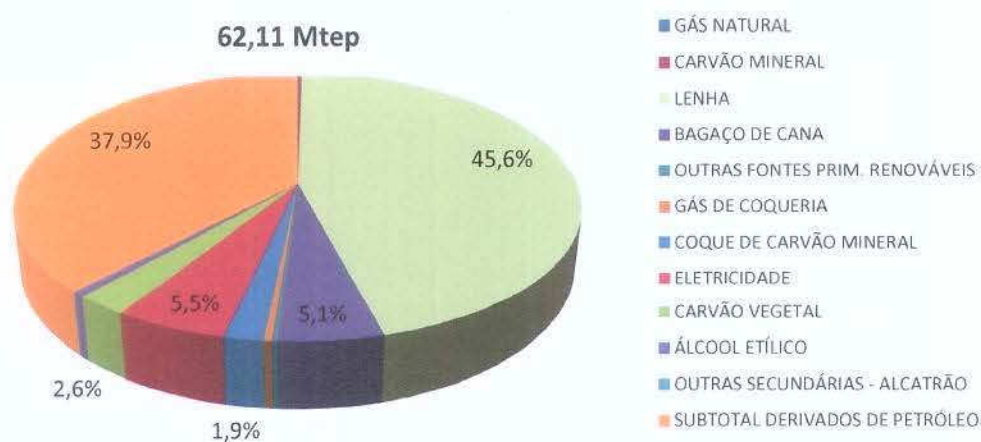
O fato de o Brasil possuir uma matriz limpa é uma vantagem, pois apresenta baixos índices de emissão de gases poluentes em sua produção de energia e como já enfatizado, é assunto que preocupa todas as nações devido ao impacto que o contínuo aumento da emissão de gases pode causar, acelerando os efeitos das mudanças climáticas. Ainda há um grande potencial a ser explorado de fontes alternativas, destacando a bioeletricidade e a energia eólica, no setor elétrico, e o álcool como combustível para os veículos, que apresentam neutralidade na emissão de carbono e custos mais baixos do os apresentados nos demais países, o que pode contribuir para a manutenção do caráter limpo da matriz brasileira (DE CASTRO e DANTAS, 2009).

No longo prazo, o crescimento demográfico, o dinamismo da economia, desenvolvimento de novas tecnologias, entre outros fatores, poderão viabilizar o uso racional das fontes já existentes e aparecimento de novas fontes energéticas, esses fatores permitirão um uso mais eficiente e com menor emissão de gases poluentes. Essas preocupações são função do esgotamento das fontes disponíveis atualmente e dos efeitos ao meio ambiente devido à grande emissão de gases do efeito estufa na atmosfera.

2.2. Consumo energético brasileiro

Como comentado, o consumo energético brasileiro ampliou-se com o seu crescimento demográfico e o desenvolvimento econômico. O consumo final de energia em 1970 foi de 62,11 Mtep, correspondente a 1,3% do consumo mundial, as fontes que mais se destacavam eram a lenha, responsável por 45,5% do consumo nacional, e derivados do petróleo com 37,9%, juntos representam 83,4% de todo o consumo final. As demais fontes têm uma participação pouco expressiva em 1970. A estrutura apresentada nesse ano difere da mundial, na qual 48,1% do consumo total era de produtos derivados do petróleo e as demais fontes tinham participação homogênea.

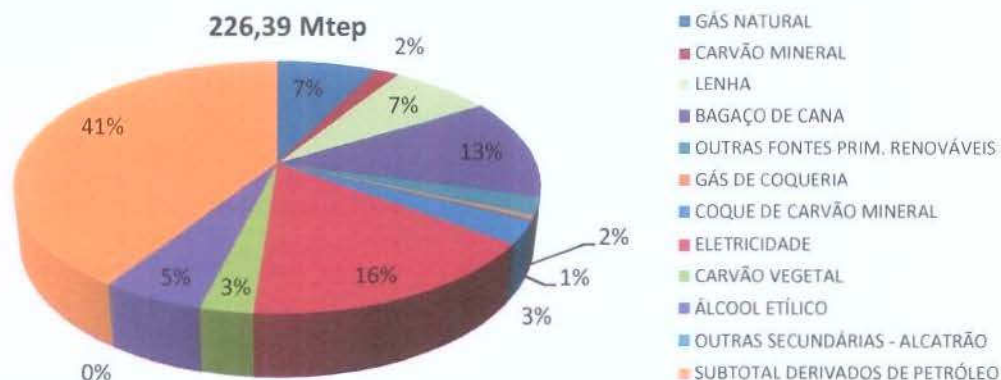
Gráfico 14: Consumo energético brasileiro em 1970 por fonte



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da EPE

Olhando para a estrutura atual, ano de 2008, percebe-se mudanças significativas, o consumo final de energia é 3,6 vezes superior ao ano de 1970, 226,39 Mtep, que corresponde 2,7% do consumo mundial, ou seja, duplicou sua participação no consumo total do mundo. Além disso, a lenha, que era a principal fonte consumida perde grande participação, dando lugar ao aumento dos produtos derivados do petróleo (41%), a eletricidade (16%) e o bagaço da cana (13%).

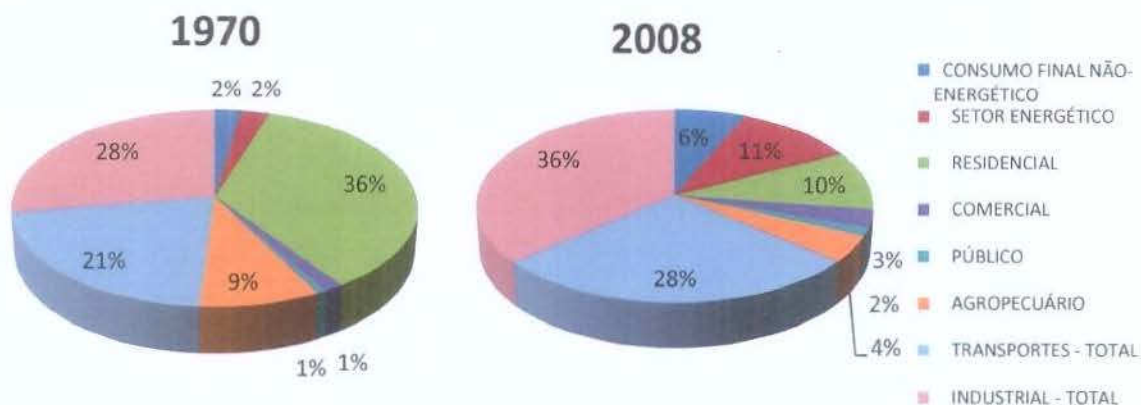
Gráfico 15: Consumo energético brasileiro em 2008 por fonte



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da EPE

Observando a estrutura do consumo energético por setor, pode-se afirmar que também ocorreram mudanças no período analisado. O setor residencial era o maior consumidor de energia no país, correspondendo a 36% do consumo total, seguido pelo setor industrial e de transporte. Atualmente o setor residencial apresenta apenas 10% do consumo nacional, enquanto a indústria apresenta 36% do consumo e o setor de transporte 28%.

Gráfico 16: Consumo energético por setor



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da EPE

2.3. Brasil da dependência externa a auto-suficiência

Nesta seção, será analisada a evolução das exportações e importações, destacando-se a dependência externa e a segurança energética brasileiras. Observando a tabela 12, nota-se o expressivo aumento da produção energética brasileira, valor que era de 49,62 Mtep (milhões de toneladas equivalente de petróleo) em 1970 ampliou para 236,51 Mtep em 38 anos. É importante destacar que o volume importado pelo país aumentou, porém no passado esse valor correspondia a aproximadamente metade de toda a produção nacional, atualmente esse valor não chega 20% de toda a energia produzida. A capacidade de exportação aumentou, do total produzido aproximadamente 10% é para o mercado internacional, no passado esse montante não atingia 1% da produção. Esses dados mostram a evolução da capacidade energética brasileira e a diminuição da dependência externa.

Tabela 12: Balanço Energético Total (Mtep)

Oferta e Consumo	1970	2008
PRODUÇÃO	49,62	236,51
IMPORTAÇÃO	19,30	41,37
EXPORTAÇÃO	-0,65	-22,37
VAR. EST. PERDAS E AJUSTES	-1,71	-6,02
OFERTA INTERNA DE ENERGIA	67,14	249,54

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da EPE

Na tabela 13, é possível notar o desenvolvimento da produção nacional do petróleo. Isto foi devido aos grandes investimentos em prospecção, desenvolvimento tecnológico e exploração, os quais permitiram à Petrobrás a aplicação de tecnologia pioneira no mundo de extração de petróleo em águas profundas (MME, 2003). Isso contribuiu para, em 2006, o país atingir a auto-suficiência em petróleo, passando de importador para exportador desse recurso, além do expressivo o aumento da produção de 9.534 mil m³ em 1970 para 105.618 mil m³ em 2008. A disponibilidade de reserva, capacidade técnica, crescimento econômico e a situação favorável dos preços internacionais trazem a previsão de que essa auto-suficiência será sustentável (CNI, 2007).

A energia elétrica também desenvolveu tecnologia no campo da construção e operação de grandes centrais hidrelétricas, responsáveis por cerca de 85% da capacidade elétrica instalada no

Brasil, bem como o sistema de transmissão a grandes distâncias e em corrente contínua (MME, 2003). A produção a partir de hidrelétricas aumentou quase 10 vezes num período de aproximadamente 40 anos, passando de 39.801 GWh para 369.556 GWh. O restante da energia elétrica provém de termoeletricas, cujas principais fontes utilizadas na geração são; gás natural, carvão, nuclear e óleo. Na matriz elétrica estão sendo introduzidas duas novas fontes: a geração eólica e de co-geração a biomassa, esta por sua vez tem o potencial de se tornar uma das principais fontes de geração do país, nos próximos 10 anos. (CNI, 2007).

A produção de gás-natural brasileiro teve aumento significativo nas últimas décadas, como se pode observar na tabela 13, o montante atual é superior a três vezes o que era produzido em 1990. Para complementar a oferta interna de gás-natural e atender a demanda interna, o Brasil importa gás da Bolívia, por meio do gasoduto Bolívia-Brasil (GasBol). Consumidores que mais demandam essa fonte são: distribuidoras, refinarias da Petrobrás e usinas termoeletricas.

A produção de carvão corresponde, atualmente, a 32% da oferta interna de energia, o restante é suprido a partir das importações. Na tabela 13, nota-se que a produção e oferta interna de carvão mantiveram-se quase que constata no período de 2000 a 2008. Um dos principais usos do carvão é como combustível para as termoeletricas, mas com as restrições ambientais principalmente pela elevada emissão de gases do efeito estufa a partir de sua utilização encontra desafios para o seu desenvolvimento (CNI, 2007). Porém essa visão de preocupação ambiental não está presente mundialmente, como apresentando no capítulo anterior, existem muitos países que uma das principais fontes energética é o carvão para suprir a necessidade energética a contínuo crescimento econômico.

As preocupações com o aquecimento global levaram a um maior interesse de utilização de energia nuclear, isso porque o nível de emissão dos gases nocivos é igual a zero. No Brasil há duas usinas nucleares em operação, Angra I e II e os equipamentos para a Angra III foram comprados há mais de uma década, mas estão armazenados. Olhando para a tabela 13 nota-se que tanto a produção quanto a oferta interna de energia no período analisado teve um comportamento heterogêneo, é interessante destacar o aumento da oferta interna de Urânio entre os anos de 2000 e 2008.

Os produtos derivados da cana-de-açúcar têm ganhado grande visibilidade no Brasil e também no âmbito mundial, por se tratar de uma fonte renovável de energia. A evolução da

produção, na tabela 13, foi crescente, mas também com um aumento expressivo considerando o período entre 2000 e 2008. Esse aumento foi resultado, principalmente, do crescimento da demanda interna após o lançamento dos carros flexfuel. Além disso, a questão central da utilização de derivados da cana-de-açúcar é a capacidade de redução dos gases do efeito estufa, pois supera largamente as demais alternativas atualmente disponíveis (PROJETO PIB, 2009).

Tabela 13: Balanço Energético por Fonte

PETRÓLEO					10 ³ m ³
FLUXO	1970	1980	1990	2000	2008
PRODUÇÃO	9.534	10.562	36.590	71.844	105.618
IMPORTAÇÃO	20.848	50.564	33.121	23.109	22.122
EXPORTAÇÃO	-76	-70	0	-1.084	-25.138
VAR. EST. PERDAS E AJUSTES (*)	-473	2.106	-1.613	-1.432	-171
OFERTA INTERNA	29.833	63.162	68.098	92.437	102.431
GÁS NATURAL					10 ⁶ m ³
FLUXO	1970	1980	1990	2000	2008
PRODUÇÃO	1.264	2.205	6.279	13.283	21.593
IMPORTAÇÃO	0	0	0	2.211	11.348
VAR. EST. PERDAS E AJUSTES (*)	-1.147	-1.123	-2.116	-5.403	-6.105
OFERTA INTERNA	117	1.082	4.163	10.091	26.836
CARVÃO					10 ³ t
FLUXO	1970	1980	1990	2000	2008
PRODUÇÃO	2.361	5.242	4.595	6.806	6.611
IMPORTAÇÃO	1.965	4.515	10.146	13.234	15.311
VAR. EST. PERDAS E AJUSTES	-338	-1.029	493	153	-1.274
OFERTA INTERNA	3.988	3.034	15.234	20.193	20.648
ENERGIA HIDRÁULICA					GWh
FLUXO	1970	1980	1990	2000	2008
PRODUÇÃO	39.801	128.907	206.708	304.403	369.556
OFERTA INTERNA	39.801	128.907	206.708	304.403	369.556
URÂNIO (U₃O₈)					t
FLUXO	1970	1982	1990	2000	2008
PRODUÇÃO	0	286,0	5,0	13,0	389,6
IMPORTAÇÃO	0	0,0	0,0	61,0	36,6
VAR. EST. PERDAS E AJUSTES	0	-170,0	-5,0	126,0	24,8
OFERTA INTERNA	0	116,0	0,0	200,0	451,1
LENHA					10 ³ t
FLUXO	1970	1980	1990	2000	2008
PRODUÇÃO	102.788	100.309	92.091	74.398	94.279
IMPORTAÇÃO	0	0	0	12	0
OFERTA INTERNA	102.788	100.309	92.091	74.410	94.279
PRODUTOS DA CANA-DE-AÇÚCAR					10 ³ t
FLUXO	1970	1980	1990	2000	2008
PRODUÇÃO	18.134	65.550	159.032	146.584	341.956
OFERTA INTERNA	18.134	65.550	159.032	146.584	341.956

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da EPE

Pode-se dizer que como reflexo dos investimentos no setor energético brasileiro, o grau de dependência externa de energia reduziu-se expressivamente. O Brasil era um país muito dependente do mercado internacional para suprir sua necessidade energética, principalmente com relação ao petróleo, observando o gráfico 17, nota-se que a situação de dependência externa teve seu ápice em meados da década de 70, após as crises do petróleo essa dependência diminuiu a partir da busca de novas fontes energéticas para suprir o mercado interno. No período de meados dos anos 80 até meados dos anos 90 a dependência manteve-se estável com pequenas alterações e após esse período o país entrou em um novo período de queda da dependência externa, chegando ao nível atual de apenas 8,3%.

Gráfico 17 : Evolução da dependência externa de energia (%)



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da EPE

Os produtos energéticos mais expressivos na pauta de importação brasileira são o gás natural, carvão e urânio, a importação de todos eles, no período analisado, tem uma característica crescente. O petróleo ainda é a principal fonte energética importada, porém o volume importado vem sofrendo uma queda desde os anos 80, quando atingiu seu valor máximo importado, como já mencionado isso é devido ao grande investimento na prospecção e extração dessa fonte.

Tabela 14: Evolução das importações brasileiras de energia (10³ Tep)

IDENTIFICAÇÃO	1970	1980	1990	2000	2008
PETRÓLEO	17.845	44.311	29.464	20.537	19.689
GÁS NATURAL	0	0	0	1.945	9.986
CARVÃO METALÚRGICO / VAPOR	1.454	3.340	7.505	9.789	11.330
COQUE DE CARVÃO MINERAL	72	363	396	1.112	1.311
URÂNIO	0	0	0	618	3.919
ELETRICIDADE	0	0	2.282	3.812	3.689
ÁLCOOL ETÍLICO (*)	0	0	600	33	0
SUBTOTAL DERIVADOS DE PETRÓLEO	871	2.299	2.991	13.969	15.674
TOTAL	20.242	50.313	43.238	51.826	65.599

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da EPE

Na tabela 15, pode-se notar a mudança do país com relação ao petróleo, sendo esta fonte responsável pelo maior montante exportado pelo país, além do petróleo o álcool, derivado da cana-de-açúcar, é o segundo produto energético mais exportado.

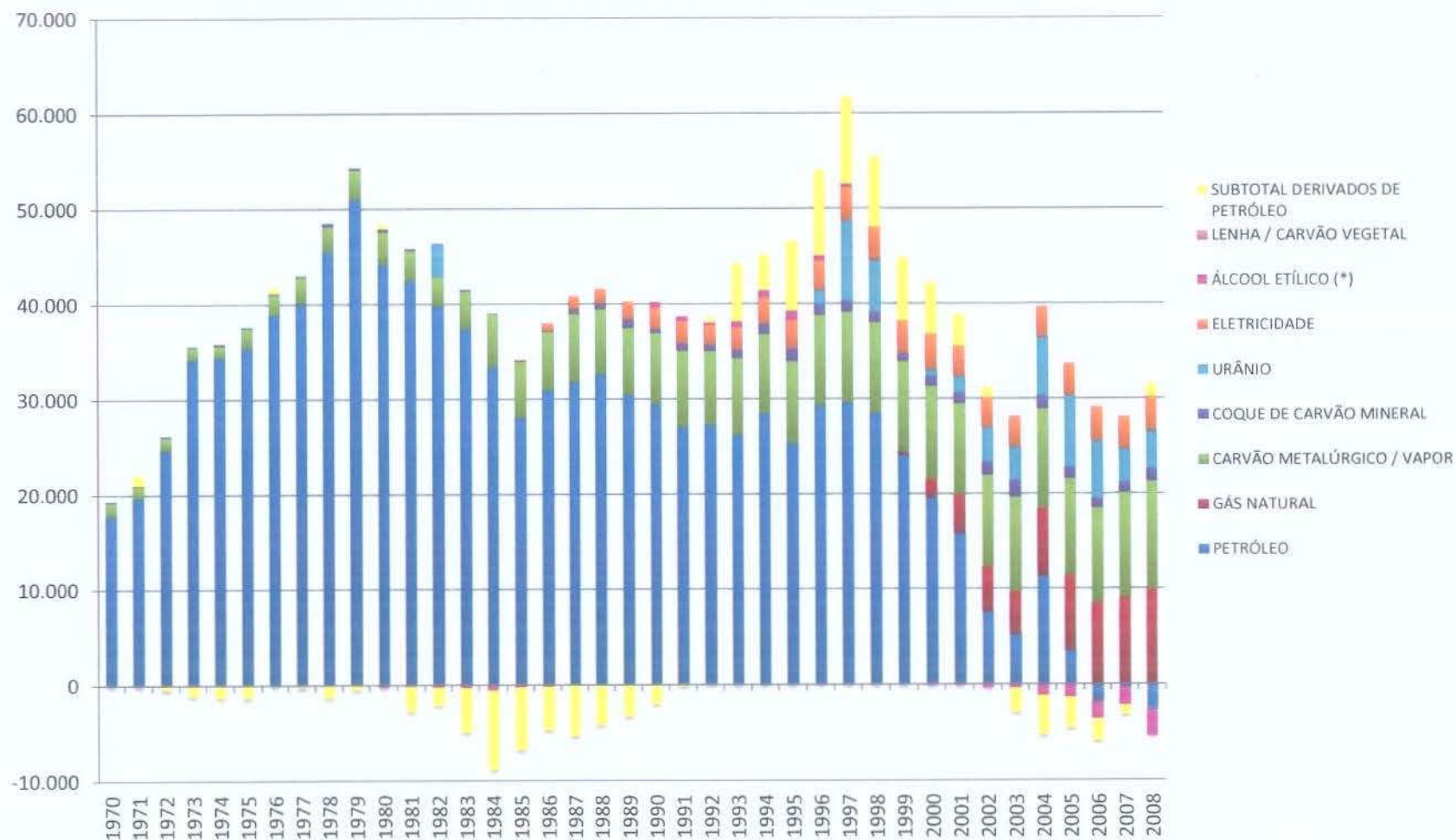
Tabela 15: Evolução das exportações brasileiras de energia (10³ Tep)

IDENTIFICAÇÃO	1970	1980	1990	2000	2008
PETRÓLEO	-65	-61	0	-963	-22.372
CARVÃO VAPOR	0	0	0	0	0
ELETRICIDADE	-2	-18	-1	-1	-59
ÁLCOOL ETÍLICO	0	-196	0	-116	-2.705
CARVÃO VEGETAL	0	0	0	-5	0
SUBTOTAL DERIVADOS DE PETRÓLEO	-918	-1.889	-5.020	-8.620	-14.243
TOTAL	-985	-2.164	-5.020	-9.705	-39.379

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da EPE

A seguir, apresenta-se a evolução das importações e exportações líquidas de energia no Brasil. É visível a queda da dependência do petróleo e o aumento das exportações de álcool. A diversificação das fontes importadas é outro fator a ser destacado, sendo gás natural, carvão e urânios as fontes com menor produção no país e maior dependência externa para suprir a demanda interna.

Gráfico 18: Evolução da exportação/importação de energia por fonte energética (Tep)



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da EPE

Neste capítulo foi possível mostrar a evolução da matriz energética brasileira e sua estrutura diferenciada da estrutura energética mundial por ter uma grande participação de fontes renováveis de energia, como produtos derivados da cana-de-açúcar e energia hidráulica.

No período analisado foi possível notar o grande desenvolvimento econômico do Brasil, grandes investimentos para aumentar a produção e suprir a necessidade interna, aumento do consumo energético pela indústria, diversificação de fontes utilizadas e diminuição expressiva de dependência externa.

No capítulo a seguir trataremos das perspectivas futuras para o setor energético brasileira, qual será o volume de investimento a ser realizado e a partir de então se a oferta a partir desses investimentos será suficiente para suprir a demanda e se ocorrerá mudanças na estrutura da matriz energética nacional.

3. PERSPECTIVAS DO SETOR ENERGÉTICO BRASILEIRO

Neste capítulo serão apresentadas as perspectivas do crescimento da demanda energética brasileira, os investimentos previstos para o setor e as perspectivas de evolução da oferta. Desta forma será possível analisar a estrutura futura da matriz energética do Brasil e definir se a característica renovável da matriz atual, cuja participação das fontes renováveis é de aproximadamente 43%, irá se modificar.

Em termos gerais, os esforços do Brasil para aumentar as reservas de fontes não renováveis, como petróleo e gás natural, continuarão (PDE, 2010). Há grande oportunidade de manterem-se as fontes tradicionais de energia e aumentar a participação das novas fontes renováveis, além disso, o país encontra-se em uma situação favorável quanto à segurança energética (CNI, 2007).

Como base para esta análise utilizou-se o Plano Nacional de Energia 2030, o qual apresenta as expectativas futuras de oferta e demanda dentro de quatro cenários, os quais estão esquematizados na tabela abaixo.

Tabela 16: Evolução Denominação dos Cenários

Cenários	A	B1	B2	C
Infra-instrutora	Redução significativa dos gargalos	Gargalos parcialmente reduzidos	Permanência de gargalos importantes	Deficiência relevante
Desigualdade de Renda	Redução muito significativa	Redução relevante	Redução pequena	Manutenção
Competitividade dos fatores de produção	Ganhos elevados e generalizados	Ganhos importantes, porém seletivos	Ganhos pouco significativos e concentrados em alguns setores	Baixa, embora com ganhos concentrados em alguns setores
Produtividade total de Economia	Elevada	Média para elevada	Média para reduzida	Reduzida

Fonte: EPE

Outra fonte utilizada para consolidar os dados das projeções foi o Plano Decenal de Energia, comparando os dois planos é possível afirmar que o cenário pelo qual o Brasil está passando está muito próximo do A e B. Os dados entre os dois relatórios têm diferenças, isso porque o Plano Energético Nacional foi elaborado em 2006 e prevê os dados até 2030, enquanto o Plano Decenal foi elaborado em 2010 e prevê os dados até 2019. O Plano Decenal de Energia mostra que o crescimento da oferta e demanda de energia é superior ao projetado no Plano Energético Nacional 2030.

3.1. Demanda futura de energia

O crescimento da demanda energética depende de vários fatores, entre eles pode-se relacionar o crescimento demográfico da população e o crescimento econômico do país. Na tabela 17, têm-se a projeção do consumo final de energia dos cenários apresentados, por se tratar de uma projeção feita em 2006 nota-se que o consumo final do cenário mais favorável em 2010 é inferior ao consumo já constatado em 2008 e apresentado no capítulo anterior. Por este motivo, as perspectivas de crescimento e estruturas serão consideradas do cenário A.

Tabela 17: Projeção do consumo final de energia (milhões tep)

	2010	2020	2030	Cresc. ao ano 2010 - 2030 (%)
Cenário A	207,3	309,3	474,0	4,2
Cenário B1	206,1	288,7	402,8	3,4
Cenário B2	206,3	267,9	356,3	2,8
Cenário C	200,0	243,6	309,3	2,2

Fonte: Plano Nacional de Energia 2030

No consumo final por fonte, apresentando a seguir, utilizou-se os dados dos dois Planos Energéticos, como explicitado anteriormente. É possível notar, a partir da tabela 18, que a participação do consumo de derivados do petróleo irá diminuir, passando de 38% em 2010, para 36,% em 2020 e atingindo 35,1% em 2030, Essa tendência é reforçada pelas políticas de substituição de derivados e de eficiência energética instituídas pelos governos dos países que têm

alto consumo de energia (PDE, 2010). Outra fonte que perde participação é a Lenha e o carvão vegetal, passando de 10% em 2010 para 5,7% em 2030. O consumo de energia elétrica ampliará a participação em quase 3 pontos percentuais, outras fontes que tem essa tendência de crescimento são os produtos derivados da cana e o gás natural.

Tabela 18: Projeção do consumo final de energia Cenário A (milhões tep)

CENÁRIO A	2010	%	2020	%	2030	%	Crescimento 2010-2020	Crescimento 2020-2030	Crescimento 2010-2030
Derivados do petróleo	81,1	39,0	113,7	36,8	166,3	35,1	1,402	1,463	2,052
Elettricidade	40,8	19,7	64,1	20,7	106,9	22,6	1,570	1,668	2,619
Produtos da cana	26,2	12,6	41,9	13,5	69,1	14,6	1,599	1,650	2,639
Gás Natural	14,7	7,1	24,3	7,9	40,1	8,5	1,657	1,648	2,729
Carvão Mineral	14,7	7,1	25,8	8,3	35,3	7,4	1,754	1,370	2,404
Lenha e carvão vegetal	20,7	10,0	23,7	7,7	27,1	5,7	1,141	1,145	1,306
Biodiesel*	2,1	1,0	4,2	1,3	10,8	2,3	1,965	2,591	5,092
Outros	7,4	3,6	11,7	3,8	18,4	3,9	1,580	1,572	2,482
Total	207,7	100,0	309,3	100,0	474,0	100,0	1,489	1,533	2,282

Fonte: Plano Nacional de Energia 2030

Analisando o consumo final de energia por fonte, tabela 19, observa-se que no período entre 2010 e 2014 a demanda de energia aumentará num ritmo maior, isso se relaciona à expectativa de crescimento da indústria no horizonte.

Os derivados de petróleo continuarão sendo a principal fonte consumida, porém haverá uma expressiva queda na participação do consumo final energético, a participação que era de 35,7% em 2010 passará para 31,8%, queda de quase 4 pontos percentuais, o principal responsável por essa diminuição é a queda do consumo de gasolina e de GLP. (PDE, 2010).

O aumento dos biocombustíveis líquidos no consumo final energético é perceptível, cuja participação passa de 7,1% em 2010 para 8,3% em 2019. O aumento, porém, acontecerá com todos os biocombustíveis, evoluindo sua participação de 35,5% para 36,3%. A eletricidade perderá participação no primeiro quinquênio, mas se manterá estável no segundo, chegando a 2019 com 16,7%. O crescimento do carvão mineral e coque é devido, principalmente, ao crescimento siderúrgico, aumentando sua participação de 4,4% para 6,3%. O gás natural apresenta um substancial crescimento até 2014, aumentando sua participação em 2,1 pontos percentuais, porém no período seguinte evolui a um ritmo inferior ao das demais fontes

Tabela 19: Projeção do consumo final de energia por fonte (milhões tep)

Discriminação	2010		2014		2019		Variação Anual (%)*		
	mi. tep	%	mi. tep	%	mi. tep	%	2010-2014	2015-2019	2010-2019
Gás natural	16,56	7,3	27,17	9,4	32,24	8,8	17,1	3,5	10,1
Carvão mineral e coque	10,12	4,4	16,37	5,7	22,89	6,3	13,6	6,9	10,2
Lenha	18,05	7,9	19,74	6,8	24,42	6,7	2,7	4,3	3,5
Carvão vegetal	5,67	2,5	7,84	2,7	9,57	2,6	8,0	4,1	6,0
Bagaço de cana	33,22	14,6	41,65	14,4	53,47	14,6	7,1	5,1	6,1
Eletricidade	39,15	17,2	48,31	16,7	61,23	16,7	5,8	4,9	5,3
Álcool etílico	14,93	6,5	20,03	6,9	26,84	7,3	11,6	6,0	8,8
Biodiesel	2,13	0,9	2,68	0,9	3,54	1,0	14,0	5,8	9,8
Outros	6,90	3,0	10,36	3,6	15,02	4,1	11,0	7,7	9,3
Derivados de petróleo	81,29	35,7	95,07	32,9	116,47	31,9	4,4	4,1	4,3
Cons. Final energético	228,01	100,0	289,22	100,0	365,68	100,0	7,1	4,8	5,9

* Variações médias anuais nos períodos indicados, a partir de 2009 e 2014.

Fonte: EPE

Agora, olhando para o consumo por setor, tabela 20, as modificações que podem ser percebidas comparando os anos apresentando na tabela juntamente com a estrutura do consumo energético em 2008, apresentada no capítulo dois, são: o significativo aumento da participação do consumo da indústria e do setor de transportes, em 2008 as participações eram 36% e 28%, respectivamente e atingem 45,8% e 32% em 2030. Mesmo com o crescimento total do consumo industrial há uma inversão no período analisado, pois ocorrerá um aumento entre o período de 2010 e 2020 e uma queda no período seguinte, até 2030, sendo que a participação será ainda inferior à apresentada em 2010. O setor de transportes irá manter uma participação homogênea no período de 2010 a 2030, tendo destaque apenas para o aumento após o ano de 2008. O setor comercial/público também apresenta aumento consumo do período analisado, sendo o setor residencial o único a apresentar queda constante na porcentagem do consumo total de energia.

Tabela 20: Projeção do consumo final de energia por setores

CENÁRIO A	2010		2020		2030		Crescimento	Crescimento	Crescimento
		%		%		%	2010-2020	2020-2030	2010-2030
Agropecuário	11,0	5,3	17,4	5,6	28,6	6,0	1,588	1,640	2,604
Comercial/Público	11,3	5,5	18,4	6,0	34,0	7,2	1,623	1,850	3,003
Transportes	65,8	31,7	95,8	31,0	151,9	32,0	1,456	1,585	2,308
Industrial	96,8	46,7	147,3	47,6	217,2	45,8	1,522	1,474	2,244
Residencial	22,4	10,8	30,3	9,8	42,3	8,9	1,349	1,398	1,886
Total	207,3	100,0	309,3	100,0	474,0	100,0	1,492	1,533	2,286

Fonte: Plano Nacional de Energia 2030

3.2. Investimentos e as perspectivas de oferta energética

A partir da análise do crescimento da demanda, o planejamento de investimento no setor energético é de extrema importância, pois apenas a partir dele é possível ampliar a oferta de energia de maneira eficaz para garantir a segurança energética nacional. É importante destacar que os investimentos necessários não são apenas em produção, mas também em logística, pois as vias de distribuição das fontes são de suma importância para atender ao consumidor e, além disso, com um sistema de distribuição bem estruturado é possível diminuir os custos com transporte deixando o produto mais competitivo.

As perspectivas de investimento total do setor energético são da ordem de US\$ 806 bilhões, contemplando, principalmente, fontes como petróleo, gás natural, produtos derivados da cana-de-açúcar e a eletricidade. Dentre esses, 46% do montante total será investido em petróleo e 35% em eletricidade, como se observa na tabela 21, o gás natural e os produtos derivados da cana apresentam juntos 16% dos investimentos.

Tabela 21: Investimentos no Setor Energético (US\$ bilhões)

	2005-2030	Média Anual	%
Petróleo	395	15,8	49
Gás natural	95	3,8	12
Cana-de-açúcar	30	1,2	4
Eletricidade	286	11,4	35
Total	806	32,2	100

Fonte: EPE

Primeiramente, olhando para o petróleo e o gás natural, os investimentos previstos atualmente, no Brasil entre 2010 e 2019, estão entre US\$ 272,1 bilhões e US\$ 297,2 bilhões. Apenas a PETROBRAS prevê um investimento de US\$ 104,6 bilhões até 2013, de acordo com seu Plano de Negócios 2009-2013 (PDE, 2010). Destaca-se que o período de maturação dos investimentos em petróleo e gás natural pode variar de 2 a 10 anos, dessa maneira é possível afirmar que o crescimento recente até 2012 depende dos investimentos já realizados (PROJETO PIB, 2009).

Atualmente a indústria de gás natural no Brasil está em desenvolvimento, reduzindo a dependência do gás boliviano, essa fase de desenvolvimento conta com investimentos principalmente da Petrobrás (PROJETO PIB, 2009). Quanto ao pré-sal, estima-se que a produção das fontes em questão só seja iniciada depois de 2012. Esta produção altera significativamente o cenário de oferta doméstica de petróleo e gás (PROJETO PIB, 2009).

Analisando a energia elétrica, pode-se dizer que a expansão de geração de eletricidade será de forma socioambiental e sustentável. Haverá até 2014 um grande avanço das termoeletricas devido aos leilões de energia já realizados, nos quais não houve oferta suficiente de fontes renováveis para atender o aumento da carga demandada. Porém, a partir de então, não estão previstos novos empreendimento movidos a combustíveis fósseis, sendo que a expansão de fontes renováveis (hidrelétricas, eólicas e biomassa) mostra-se mais adequada (PDE, 2010).

A participação das fontes alternativas (biomassa, pequenas centrais hidroelétricas - PCH e eólica) ampliará sua parcela no sistema integrado nacional de 12% em 2014 para 13% em 2019. A capacidade instalada das usinas hidrelétricas será ampliada em 3% entre 2010 e 2019. Já as termoeletricas irão perder 4 pontos percentuais na participação no horizonte de 10 anos. As usinas nucleares se manterão constantes (PDE, 2010).

As estimativas de investimento para a geração de energia elétrica no período 2010 a 2019 são de R\$ 175 bilhões que contemplam as usinas com concessão e autorizadas, desse montante, R\$ 108 bilhões ainda não foram concedidos ou autorizados, dos quais cerca de 70% são em hidroelétricas e 30% no conjunto de outras fontes renováveis (PCH, biomassa e eólica), como pode ser visto na tabela abaixo.

Tabela 22: Estimativas de investimento na geração de energia elétrica

TIPO DE FONTE	Usinas c/ concessão e autorizadas		Usinas indicativas		TOTAL	
	Bilhões R\$	%	Bilhões R\$	%	Bilhões R\$	%
HIDRO	22,3	33,2	77,0	71,5	99,3	56,8
TERMOELÉTRICA	28,0	41,7	0,0	0,0	28,0	16,0
Nuclear	8,0	11,9	0,0	0,0	8,0	4,6
Gás natural	3,0	4,5	0,0	0,0	3,0	1,7
Carvão	5,2	7,7	0,0	0,0	5,2	3,0
Óleo combustível/diesel	11,7	17,4	0,0	0,0	11,7	6,7
PCH + BIOMASSA + EÓLICA	16,9	25,1	30,7	28,5	47,6	27,2
TOTAL	67,2	100,0	107,7	100,0	174,9	100,0

Notas: Os investimentos abrangem as parcelas de desembolso que ocorrem no período de 2010 a 2019

Data de Referência dezembro de 2009

Fonte: EPE

Um impasse sobre a energia elétrica no Brasil é a questão das dificuldades para licenciamento ambiental, o que levou a paralisação virtual de alguns investimentos na geração de energia hidráulica. O licenciamento de gasodutos também apresenta gargalos, porém nos últimos anos tem sido mais fácil conseguir licenças ambientais para usinas termoeletricas que utilizem combustíveis fósseis, do que para usinas hidrelétricas (CNI, 2007).

O resultado desse impasse juntamente com os leilões de energia realizados, mostra aumento da utilização de fontes não renováveis na matriz elétrica, porém, a partir de 2014 haverá o aumento das fontes renováveis e queda da utilização dos combustíveis fósseis (PDE, 2010).

Agora, observando os derivados da cana-de-açúcar é possível observar que é um mercado que vem crescendo muito nos últimos tempos e também tem uma projeção de grande crescimento até 2030, como explicitado na passagem a seguir.

“O mercado brasileiro de etanol deve continuar crescendo, devido à expansão da frota de veículos flexfuel e à competitividade do etanol hidratado. O Brasil manter-se-á na liderança de vendas do mercado internacional, sem que isto represente risco ao abastecimento interno. A demanda de etanol deverá ser atendida pela expansão da oferta, que ocorrerá pelo aumento da área de plantio de cana e do número de usinas, acrescentando-se também a aplicação de novas tecnologias. Investimentos em projetos de novas usinas foram adiados em decorrência da crise mundial, mas deverão ser reativados, em função do crescimento do mercado. A inclusão dos biocombustíveis na matriz energética é considerada estratégica pelos países desenvolvidos, visando à segurança energética e ao cumprimento de metas de redução de gases de efeito estufa.” (PDE, 2010, p.259)

Espera-se investir aproximadamente R\$ 58 bilhões no período de 10 anos (2010-2019), mesmo com a crise o BNDES liberou cerca de R\$ 6,4 bilhões para o setor em 2009, sendo que 55% deste valor foram destinados ao investimento na fabricação de etanol. O Banco poderá, neste ano, destinar uma linha de crédito de R\$ 2,5 bilhões para criar um estoque regulador de etanol.

De acordo com o Projeto PIB (2009), existem atualmente 333 usinas em operação, 24 em construção, 57 em projeto, o que manterá a segurança de oferta de álcool, além disso, contribuirá para o aumento co-geração de energia a partir do bagaço da cana-de-açúcar. A Petrobrás prevê que entre seus investimentos, US\$ 2,8 bilhões serão em biocombustíveis, no período de 2009 a 2013, correspondendo a 2,1% de todos os investimentos previstos pela empresa e serão

destinados para alcooldutos (46%), HBio (4%) e o restante (21%) em outros (PROJETO PIB, 2009).

Dessa forma, a partir do aumento da demanda e dos investimentos previsto para suprir a necessidade energética nacional, estima-se que a oferta interna de energia terá a estrutura apresentada na tabela 23. Analisando a estrutura futura com a atual, verifica-se que, em termos gerais, haverá uma diminuição de 1,7 pontos percentuais dos combustíveis não renováveis na matriz dando lugar às fontes renováveis.

Esse resultado é considerado satisfatório levando em consideração a preocupação ambiental, principalmente o aquecimento global, discutida no capítulo um. Dentre os combustíveis fósseis o que perderá mais participação é o petróleo, com uma queda de 6,7 pontos percentuais da participação da matriz energética, mas ainda continuará sendo a fonte mais importante utilizada.

O carvão aumentará sua participação na matriz comparando-se o período de 2008 a 2020, devido ao desenvolvimento da indústria siderúrgica como já comentando, porém no período entre 2020 e 2030 sofrerá uma pequena queda, mas ainda se manterá num nível superior ao de 2008. O gás natural é o combustível fóssil que ampliará significativamente sua participação na matriz energética brasileira, aumentando sua participação de 10,4% em 2008 para 15,6% em 2030. E a participação da energia nuclear terá um ligeiro aumento no período em questão.

Analisando agora as fontes renováveis, pode-ser afirmar que a energia hidráulica terá um pequeno aumento da participação comparando o período de 2008 e 2030, porém é possível considerar uma certa estabilidade da participação dessa fonte. A lenha e carvão vegetal perderão participação crescentemente, atingindo apenas 5,5% da matriz energética no final de plano. Os produtos derivados da cana-de-açúcar são os que mais ganharão participação junto com as outras fontes primárias (solar, eólica, ondas, etc).

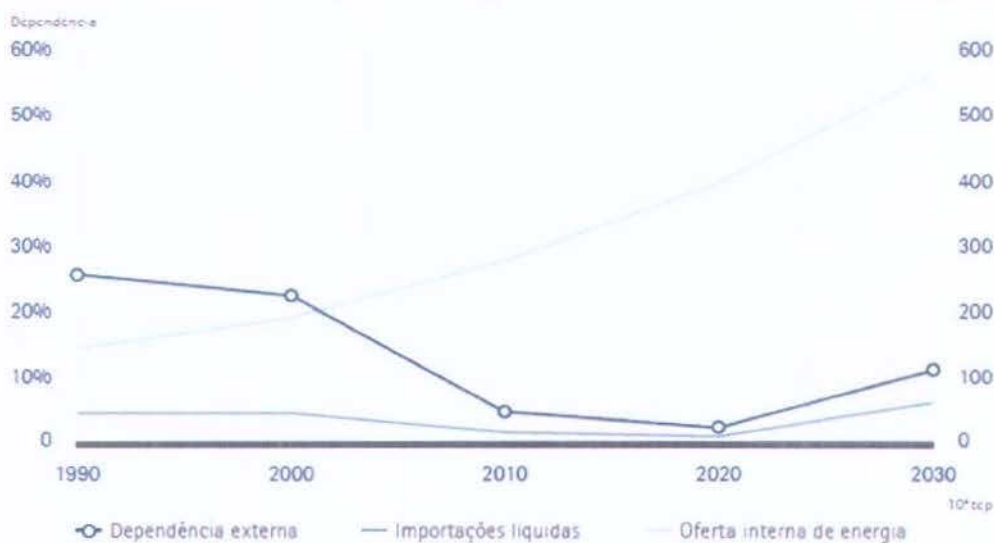
Tabela 23: Projeção da oferta interna de energia por fonte (milhões Tep)

	2010	%	2020	%	2030	%	Crescimento 2010-2020	Crescimento 2020-2030	Crescimento 2010-2030
Energia não renovável	159,0	57,0	221,0	55,8	307,3	55,3	1,390	1,390	1,933
Petróleo e derivados	97,0	34,8	124,2	31,3	165,4	29,8	1,280	1,332	1,705
Gás natural	37,3	13,4	56,7	14,3	86,5	15,6	1,518	1,526	2,318
Carvão mineral e derivados	20,0	7,2	30,2	7,6	38,4	6,9	1,509	1,272	1,919
Urânio e derivados	4,6	1,7	10,0	2,5	16,9	3,0	2,152	1,698	3,656
Energia renovável	119,9	43,0	175,4	44,2	248,5	44,7	1,463	1,417	2,073
Hidráulica e eletricidade	37,8	13,6	54,6	13,8	75,1	13,5	1,443	1,376	1,986
Lenha e carvão vegetal	28,2	10,1	28,1	7,1	30,7	5,5	0,997	1,093	1,090
Cana-de-açúcar e derivados	39,2	14,1	67,4	17,0	101,7	18,3	1,719	1,508	2,593
Outras fontes primárias renováveis	14,7	5,3	25,3	6,4	41,0	7,4	1,719	1,621	2,787
Total	278,9	100,0	396,4	100,0	555,8	100,0	1,421	1,402	1,993

Fonte: Plano Nacional de Energia 2030

A dependência externa brasileira continuará diminuindo até 2020, o que apresenta a grande capacidade nacional de suprir suas necessidades internas e garantir a segurança energética de forma sustentável, como foi apresentando. A partir de 2020 a dependência voltará a crescer atingindo 10% em 2030, o que é um pouco superior a dependência atual de 8,3%. O Plano Nacional de Energia diz que esse aumento da dependência externa está relacionado com a diminuição das reservas de petróleo e gás natural, porém em 2006 quando o plano foi elaborado não se tinha idéia do potencial da camada pré-sal brasileira, pode-se afirmar que essa dependência poderá manter-se num nível inferior a 10% em 2030.

Gráfico 19: Evolução da dependência externa de energia



Fonte: Plano Nacional de Energia 2030

CONCLUSÃO

Esse trabalho apresentou a importância da energia para o desenvolvimento econômico das nações e a evolução das fontes utilizadas no decorrer dos anos. A questão da segurança energética e necessidade de diversificação das fontes utilizadas pelos países foi outro ponto enfatizado, principalmente no período dos choques do petróleo, no qual países sofreram drasticamente com o aumento excessivo do preço do petróleo por dependerem da importação do combustível.

Com o passar dos anos à questão da segurança energética atrelou-se a segurança ambiental. O grande crescimento econômico e o desenvolvimento das nações, principalmente no pós segunda guerra mundial, trouxeram vários problemas para o meio ambiente, destacando o aquecimento global através da queima dos combustíveis fósseis que emitem os gases causadores do efeito estufa e conseqüentemente elevam a temperatura do globo terrestre. A partir da conscientização para este fato, várias medidas estão sendo tomadas para tentar diminuir a emissão desses gases através de ações que forcem uma reestruturação para a utilização de fontes renováveis de energia.

A matriz energética mundial tem uma participação muito pequena de fontes renováveis, apenas 13%, o petróleo, carvão e gás natural têm, em conjunto, a parcela de 82%. Dentro do cenário de grande preocupação ambiental que se vive atualmente, países que demonstram possuir uma matriz energética mais limpa se destacam pela fácil adaptabilidade às exigências internacionais.

Os países que apresentam maior oferta interna de energia são: Estados Unidos, China, Rússia, Índia e Japão. Os maiores exportadores são Rússia, Arábia Saudita e Noruega, devido à exportação de petróleo e gás natural, e Austrália e Indonésia, devido ao volume exportado de carvão. Os principais importadores de energia são: Estados Unidos; Japão; Alemanha; Coreia do Sul e China, é interessante destacar a dependência externa de países como Japão, cuja dependência externa é de 83%, Coreia do Sul 81%, Alemanha 61% e Estados Unidos 27%.

Observou-se uma tendência mundial de aumento do consumo energético pelos países em desenvolvimento, porém esse consumo está baseado em fontes não renováveis, principalmente o

carvão por ser de fácil comercialização e apresentar preços mais competitivos, porém essa fonte é altamente poluente, caracterizando um crescimento energético mundial não sustentável.

A análise da estrutura energética brasileira no período de 1970 a 2008 mostrou o quanto o setor evoluiu de forma positiva. No início do período em questão, a matriz energética nacional não era muito diversificada, sendo significativamente dependente do petróleo importado, ou seja, apresentava alto grau de dependência externa. Então com a crise do petróleo viu-se a necessidade de diversificação da matriz energética. Diante deste cenário ocorreu o desenvolvimento do Proálcool e investimento em infra-estrutura. Atualmente a matriz energética brasileira é uma das mais limpas do mundo, tendo a participação de aproximadamente 43% de fontes renováveis, devido, principalmente, à energia hidráulica e derivados da cana-de-açúcar, montante muito superior aos 13% da matriz mundial.

O consumo energético no Brasil também se tornou mais diversificado, o que nos anos 1970 era basicamente de petróleo e lenha, atualmente tem-se a presença de gás natural, carvão, derivados da cana-de-açúcar, hidráulica, nuclear entre outras. Devido aos vários investimentos, a produção de energia nacional aumentou muito no período, isso contribuiu para a diminuição significativa da dependência externa, atualmente de 8,3%, garantindo a segurança energética do país. Antigamente o país importava grandes quantidades de petróleo e, a partir dos investimentos da Petrobrás e a descoberta do pré-sal, hoje, o Brasil exporta petróleo e seu potencial será muito maior após o início da extração dos novos campos descobertos.

Além do crescimento da produção de petróleo, também ocorreu investimento em fontes renováveis e de tecnologia para utilização dessas fontes, o carro *flexfuel* é um exemplo, o consumo de álcool que havia diminuído drasticamente após os anos 90 voltou com grande força. O aumento do preço do petróleo nos anos 2000 viabilizou o desenvolvimento da tecnologia dos carros *flexfuel* em 2004. Pode-se dizer que o crescimento da produção aconteceu de forma sustentável mostrando a vantagem do Brasil comparando-o aos demais países do mundo, quanto à emissão de gases do efeito estufa a partir da utilização de combustíveis fósseis. Os principais setores que demandam energia atualmente são a indústria e o setor de transporte.

A análise da perspectiva de evolução de demanda de energia, de acordo com o Plano Nacional de Energia 2030 e o Plano Decenal de Energia 2010-2019, mostrou que a demanda por fontes energéticas se ampliará com o crescimento demográfico da população e com o

desenvolvimento econômico do país. Destaca-se, principalmente, o crescimento do consumo de gás natural e de biocombustíveis, com a queda da participação do petróleo no consumo total.

Com a estimativa de crescimento da demanda, o plano de investimento para o suprimento desse aumento apresenta intervenções para: o petróleo, gás natural, cana-de-açúcar e eletricidade. O petróleo e a eletricidade são responsáveis, respectivamente, por 49% e 35% dos investimentos totais no período de 2005 a 2030.

Diante dos investimentos e as evoluções apresentadas pelos planos, pode-se concluir que a estrutura de oferta da matriz energética brasileira terá pequenas modificações. Haverá um aumento da participação de fontes não renováveis de energia até 2014, esse fato se deve principalmente aos leilões atuais de termoeletricas movidas a carvão e gás natural, para o sistema nacional integrado de energia elétrica. No período seguinte, não estão previstos novos investimentos em geração de energia elétrica que utilizem combustíveis fósseis, destacando grande visibilidade para a co-geração a partir do bagaço da cana-de-açúcar, a energia eólica e as pequenas centrais hidroelétricas. Desta forma, a participação das fontes renováveis de energia volta a crescer a partir de 2014, salientando o aumento da participação dos produtos derivados da cana-de-açúcar e diminuição do petróleo na matriz nacional.

O aumento da participação das fontes renováveis até 2030 será pequeno, de 1,7 pontos percentuais se comparada com a matriz de 2008, podendo-se afirmar que a matriz energética sofrerá algumas mudanças no decorrer do período analisado, mas no final do plano manterá sua característica limpa com uma ligeira queda na participação dos combustíveis fósseis, principalmente o petróleo.

Os investimentos previstos juntamente com o aumento da produção das fontes primárias de energia garantirão o suprimento da demanda nacional sem gargalos na oferta, além disso, a dependência externa irá diminuir significativamente até 2020, quando está previsto um cenário de aumento da dependência até 2030 de aproximadamente 10%, porém esse aumento apresentando no Plano Nacional de Energia 2030 está atrelado à queda do suprimento de petróleo e do gás natural, entretanto com a descoberta do grande potencial do pré-sal essa dependência ficará abaixo do grau estimado.

Conclui-se que o Brasil apresenta um horizonte favorável quanto às questões de segurança energética e ambiental, fatores que não serão gargalos para o desenvolvimento econômico

nacional e demonstram vantagens com relação a vários países que têm alta dependência externa e elevada participação de fontes não renováveis em suas matrizes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

BARROS, Evandro Vieira de; **A matriz energética mundial e a competitividade das nações: bases de uma nova geopolítica**. ENGEVISTA, v9, n. 1, p. 47-56, junho de 2007.

BAUMANN, Florian; **Energy Security as multidimensional concept**. Research Group on European Affairs, n.1, março de 2008.

BEN: Balanço Energético Nacional de 2008, Ministério de Minas e Energia, Brasília, 2009.

CIUTÃ, Felix; **From Oil wars to total security: Conceptual / Contextual notes on energy security**. Panel 'Energy Security: Conceptual Approaches'. ISA New York; Fevereiro de 2009.

CNI, Confederação Nacional da Industria; **Matriz Energética: Cenários, Oportunidades e Desafios**. Brasília; 2007.

COPPE: Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia; **Mudanças Climáticas e Segurança Energética no Brasil**; Rio de Janeiro; 2008.

CRUZ, Valdo; **Descobertas do pré-sal duplicam reservas de petróleo**; Folha de S. Paulo; Caderno Dinheiro; Brasília; novembro de 2008. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/folha/dinheiro/ult91u470146.shtml>>. Acesso em 04 de julho de 2010.

DALGAAR, Klaus G.; Glöck, Asa E. C.; **The Dialectics of Energy Security Interdependence**. International Studies Association Convention, New York, 2009.

DE CASTRO, Nivalde José; DANTAS, Guilherme de A; **O Planejamento do Setor Elétrico Brasileiro e o Contexto Mundial de Mudanças Climáticas**; Revista Economia e Energia n.76; março de 2010. Disponível em: <<http://ecen.com/eee76/eee76p/planejamento%20setor%20eletrico.htm>> Acesso em 05 de julho de 2010.

EPE; **Resenha Mensal do Mercado de Energia Elétrica**. Ano III, n. 35 , agosto de 2010. Disponível em <http://www.epe.gov.br/ResenhaMensal/20100823_1.pdf>. Acesso em 25 de agosto de 2010.

FUSER, I. . **Os recursos energéticos e as teorias das relações internacionais**. In: José Alexandre Hage. (Org.). *A Energia, a Política Internacional e o Brasil*. São Paulo: Instituto Memória, 2008, v. 1, p. 105-127.

INTERNATION ENERGY AGENCY. **Key World Energy Statistics**. Paris: 2010. Disponível em:< http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2010/key_stats_2010.pdf>. Acesso em 29/09/2010.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY; **Key World Energy Statistics**. Paris: 2009. Disponível em: <http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2009/key_stats_2009.pdf>. Acesso em 29 de junho de 2010.

JAFFE, A.M.; **Geopolitics of Energy**, in Cleveland, C.J. (ed.), *Encyclopedia of Energy*, Vol.4, San Diego, CA: Elsevier, 2004

LOPES, Luiz Antonio; **Desenvolvimento Sustentável – Uma Análise do Alcool como Alternativa Energética**; Campinas; 1999; Tese (Doutorado); FEM/Unicamp.

Ministério de Minas e Energia; **Análise Energética Brasileira – período 1970 a 2002**; Revista de Economia e Energia n.40; outubro de 2003. Disponível em: <http://ecen.com/eee40/analise_energetica_brasileira.htm>. Acesso em 29 de junho de 2010.

MODIS, Theodore; **Where has the Energy Picture Gone Wrong?**. *World Future Review*, p12, junho/julho de 2009.

NOBRE, Carlos. **Entrevista concedida ao Jornal O Globo**. Rio de Janeiro, 19 de Dezembro de 2009.

PATUSCO, João Antonio Moreira; **Brasil – Energia e Competitividade**; Revista Economia e Energia; março de 2008. Disponível em: <http://ecen.com/eee67/eee67p/brasil_energia_e_competitividade.htm>. Acesso em 05 de julho de 2010.

PDE: PLANO DECENAL DE ENERGIA 2019; Ministério de Minas e Energia; Brasília; 2010.

PENA, Brenda Marques; **Brasil eleva importação de energia**. COFECON; 19 de outubro de 2007. Disponível em <http://www.cofecon.org.br/index.php?option=com_content&task=view&id=1102&Itemid=5>. Acesso em 30 de agosto de 2010.

PROJETO PIB: PROJETO PERSPECTIVAS DE INVESTIMENTO NO BRASIL; Instituto de Economia da UFRJ e Instituto de Economia da UNICAMP, 2009.

PRONINSKA K; **Energy and Security: Regional and Global Dimensions**, 2007; Disponível em: < <http://yearbook2007.sipri.org/chap6>>. Acesso em 26 de setembro de 2010.

ROBERTS, P.; **The End of Oil: The decline of the petroleum economy and the rise of a new energy order**, London: Bloomsbury Publishing, 2004.

SOLANA, Javier; **Towards an EU External Energy Policy**; Energy Conference; Brussels, 20 de novembro de 2006.

STANISLAW, J. A.; **Energy Competition or Cooperation: Shifting the paradigm**. Economic Perspectives, Eletronic Journal of US-Info, Vol. 9, nº 2, maio de 2004. p. 17-20.

TAMANHONI, Tamires; **Brasil importa energia**. Energia hoje; 23 de março de 2010. Disponível em <<http://www.energiahoje.com/online/eletrica/comercializacao/2010/03/23/406829/brasil-importa-energia.html>>. Acesso em 30 de agosto de 2010.

TOLMASQUIM, Mauricio T.; GUERREIRO, Amílcar; GORINI, Ricardo; **Matriz energética brasileira: uma prospectiva**. Novos Estudos, 79, novembro de 2007.

ZIMMERMANN, Patrícia; **Brasil vai dobrar importação de energia**. Folha Online; Brasília; 07 de junho de 2001. Disponível em <<http://www1.folha.uol.com.br/folha/dinheiro/ult91u23657.shtml>>. Acesso em 30 de agosto de 2010.