



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UNB
DEPARTAMENTO DE RELAÇÕES INTERNACIONAIS
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM RELAÇÕES INTERNACIONAIS**

ISABELLA ARAÚJO RIBEIRO

**A IMPORTÂNCIA DAS FONTES ENERGÉTICAS NA DISPUTA DOS ESTADOS
PELO PODER NO CENÁRIO INTERNACIONAL**

**BRASÍLIA - DF
2008**

ISABELLA ARAÚJO RIBEIRO

**A IMPORTÂNCIA DAS FONTES ENERGÉTICAS NA DISPUTA DOS ESTADOS
PELO PODER NO CENÁRIO INTERNACIONAL**

Trabalho de Conclusão do Curso de Especialização em Relações Internacionais apresentado à Universidade de Brasília, como requisito final para obtenção do grau de Especialista em Relações Internacionais.

Orientadora: Prof^a Cristina Inoue

**BRASÍLIA-DF
2008**

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais pelo incentivo e apoio para perseverar sempre.

Aos amigos que conquistei e que solícitos me ajudaram durante toda essa jornada.

A Universidade de Brasília por proporcionar experiências acadêmicas ímpares.

RESUMO

O suprimento energético é de fundamental importância para garantir o crescimento econômico sustentado de um país. O padrão de crescimento econômico no mundo se desenvolveu a partir da I Revolução Industrial, alicerçado na utilização do carvão e, logo em seguida, do petróleo, então principal fonte de produção de energia no mundo. Os consecutivos choques do petróleo aliados à escassez de suas jazidas nas próximas décadas e às crescentes pressões ambientais como consequência do aquecimento global, têm incentivado os Estados a buscarem cada vez mais fontes alternativas energia limpa e renovável. O Brasil é o país com a maior biodiversidade do mundo e possui um grande potencial de produção de combustíveis renováveis, o que lhe garante uma enorme vantagem comparativa e pode alterar os padrões de poder de sua inserção internacional nas próximas décadas.

Palavras-chaves: Realismo, Poder, Fontes Energéticas, Energia Renovável, Matriz Energética, Biomassa.

ABSTRACT

Energy supply is key for ensuring a country's sustained economic growth. Since the First Industrial Revolution, the world's pattern of economic growth was initially based on coal followed by oil as the main sources of energy production. The consecutive oil shocks, the future scarcity of oil deposits, and the growing environmental pressures as a consequence of global warming have encouraged countries to increasingly seek alternative sources of clean and renewable energy. Brazil is the country with the greatest biodiversity in the world and has a great potential for producing renewable fuels, which grants the country an enormous comparative advantage that may influence its power standards and international position in the coming decades.

Key-Words: Realism, Power, Energy Sources, Renewable Energy, Energy Matrix, Biomass.

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Problemas Associados às Fonte Energéticas	19
Tabela 2. Reservas, Produção e Consumo do Gás Natural no Mundo em 2002	32
Tabela 3. Principais Países e Regiões Consumidores de Biomassa no Mundo	38
Tabela 4. Expansão do Consumo e da Capacidade Instalada de Energia Elétrica. Brasil 1980-2000	40
Tabela 5. Percentuais de Matriz Energética Mundial e do Brasil	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Percentual de Oferta Interna de Energia no Mundo, 2000	19
Figura 2. Percentual de Geração de Energia Nuclear no Mundo em 2001	21
Figura 3. Usinas Nucleares no Mundo	22
Figura 4. Reservas, Produção e Consumo de Carvão Mineral no Mundo em 2002..	25
Figura 5. Preço Médio Anual do Petróleo de nos meses de janeiro, no período de 1970 a 2000	28
Figura 6. Reservas provadas de petróleo, por bilhões de barris, segundo região geográfica, 2003.....	29
Figura 7. Usos de Gás Natural em 2002	31
Figura 8. Matriz Energética Brasileira em 2006.....	44
Figura 9. Perfil do Mercado de Gás Natural no Brasil em 2005	48
Figura 10. Investimentos do CTENERG, segundo a área temática. 2001-2002	51
Figura 11. Evolução da produção de carros a álcool no Brasil, 1979 a 2002.....	52

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. OBJETIVOS	8
2.1 OBJETIVO GERAL	
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	
3. METODOLOGIA	9
4 MARCO TEÓRICO: TEORIA REALISTA	10
4.1. Breve Histórico das Relações Internacionais: Disciplina e Objeto de Estudo	
4.2 O Realismo	
4.2.1 Realismo e Poder	
5 MATRIZES ENERGÉTICAS	18
5.1 Principais fontes energéticas não-renováveis e sua influência no poder dos países detentores.	
5.1.1 Energia Nuclear	
5.1.2 Combustíveis Fósseis	
5.1.2.1 Carvão Mineral	
5.1.2.2 Petróleo	
5.1.2.3 Gás Natural	
5.2 Histórico das fontes energéticas renováveis	
5.2.1 Energia Eólica	
5.2.2 Energia Solar	
5.2.3 Energia Hídrica	
5.2.4 Biomassa	
6 A MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA E SUAS PERSPECTIVAS	39
6.1 O Setor Elétrico no Brasil	
6.2 A Matriz Energética Brasileira	
6.2.1 Energia Hidrelétrica	
6.2.2 Petróleo	
6.2.3 Gás Natural	
6.2.4 Biomassa	
6.2.5 Biocombustível	
6.3 O Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) e o Setor Energético	
6.4 A inserção brasileira no cenário internacional a partir da exploração de seu potencial de fontes energéticas renováveis.	
7 CONCLUSÃO	58
8 REFERÊNCIAS	61

1 INTRODUÇÃO

Este estudo tem por tema a importância das fontes energéticas na disputa dos Estados pelo poder no cenário internacional, colocando em evidência a influência que a busca por estes recursos vem exercendo na agenda dos países desde a I Revolução Industrial.

O interesse por este assunto teve origem na vontade de trabalhar um tema de Relações Internacionais que estivesse diretamente relacionado à busca e à gestão das matrizes energéticas pelos principais Estados do mundo ocidental, como uma forma de garantir seu poder no sistema internacional.

A energia é um ingrediente fundamental para o desenvolvimento sendo, portanto, um dos principais temas das agendas políticas dos Estados. A partir da hipótese de que com a contínua escassez de petróleo os Estados buscarão cada vez mais desenvolver energias alternativas que garantam a sua segurança energética, considera-se extremamente necessário compreender quais são essas novas perspectivas e como a balança de poder irá se movimentar no sistema internacional anárquico.

Didaticamente este trabalho está apresentado em capítulos, na tentativa de configurar a importância das fontes energéticas na disputa pelo poder no cenário internacional, tarefa que se concretiza à medida que se apresenta a base teórica que fundamenta a pesquisa.

Desta forma, o primeiro capítulo apresenta uma fundamentação teórica a partir da perspectiva realista de análise das relações internacionais, com o intuito de compreender como as relações de poder podem movimentar os Estados na corrida pela sua segurança energética. O segundo capítulo mostra quais são as principais fontes de energia utilizadas pelos países no mundo, a forma como cada energia é gerada e sua importância no cenário internacional.

Por fim, o terceiro capítulo encerra abordando sobre as características da matriz energética brasileira e as perspectivas do seu potencial de energia renovável como forma de garantir uma nova inserção internacional do país nas décadas seguintes.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Realizar uma revisão crítica da literatura sobre a influência das fontes energéticas na disputa dos países pelo poder no cenário internacional.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar as principais fontes energéticas dos países destacando a sua importância na disputa pelo poder.
- Identificar os principais países detentores de recursos energéticos, analisando sua posição na balança de poder.
- Analisar o histórico do suprimento energético no mundo ocidental a partir da I Revolução Industrial.
- Analisar a recente inserção brasileira no cenário internacional a partir da exploração de seu potencial de fontes energéticas renováveis, avaliando suas perspectivas para o futuro.

3 METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa bibliográfica, exploratória e descritiva do tipo revisão de literatura. A revisão bibliográfica foi realizada através de pesquisa às bases de dados MEDLINE e SCIELO, além de livros e artigos relacionados ao tema, buscando identificar estudos publicados no período compreendido entre 1990 e 2007.

4 MARCO TEÓRICO

4.1. Breve Histórico das Relações Internacionais: Disciplina e Objeto de Estudo

A análise das Relações Internacionais tem se mostrado no decorrer das décadas uma tarefa complexa e abrangente tendo em vista seu caráter multidisciplinar e pluriparadigmático. Neste contexto, o desenvolvimento de teorias para as Relações Internacionais, enquanto disciplina e objeto de estudo, é fundamentalmente necessário, já que análises a partir de determinadas disciplinas não conseguem entender de forma abarcante a extensão e a densidade dos acontecimentos no cenário internacional.

As Relações Internacionais funcionam a partir de um constante e dinâmico movimento que, no decorrer do tempo, determina o surgimento de novos atores, incitando sempre o debate sobre as novas questões internacionais, o que representa um desafio ininterrupto à capacidade analítica das teorias estabelecidas.

Grande parte do debate entre diferentes correntes da disciplina de Relações Internacionais tem se concentrado em questões de segurança, cooperação e a manutenção da ordem entre os Estados. Assim, o pensamento em Relações Internacionais tem sido marcado pelo dilema da ordem ou da governabilidade em um sistema supostamente anárquico (HERZ, 1997).

Apesar do fato das Relações Internacionais já existirem e já serem estudadas desde que estadistas e intelectuais passaram a interessar-se pela questão da guerra e da paz, em especial, após a formação do sistema de Estados Europeu com a Paz de Westfália em 1648, o impulso inicial para o desenvolvimento do campo das Relações Internacionais foi motivado por aspectos como a grande extensão das causas e das consequências da I Guerra Mundial.

A partir da década de 1920, começou o debate em torno da natureza da ordem internacional e os denominados realistas, liberais, racionalistas, marxistas, entre outros, propuseram formas de garantir a ordem internacional, a partir de interpretações sobre a natureza dessa ordem, sempre baseados no contexto de suas teorias e modelos (HERZ, 1997).

Desde que o projeto de construção dessa disciplina foi lançado, tem-se buscado definir, com o maior rigor possível, os limites de seu objeto de estudo e

elaborar os instrumentos teórico-conceituais que tornem possível a análise desse mesmo objeto, já que a maior dificuldade enfrentada nessa tarefa de configuração da nova disciplina era garantir-lhe o indispensável caráter interdisciplinar (GONÇALVES, [2001?]). Contudo, as frequentes transformações no cenário internacional decorrente das interações entre os Estados fizeram com que surgissem novas perspectivas que modificaram a estrutura do sistema internacional e que implicaram numa constante necessidade de definir novos contornos para se obter uma visão integrada do ambiente internacional. Nessa constante busca do perfil teórico-conceitual ideal das Relações Internacionais, almejando alcançar as mais confiáveis análises da realidade, tem-se provocado uma grande disputa intelectual que, por sua vez, tem levado o campo teórico da disciplina à situação de fragmentação (GONÇALVES, [2001?]).

As três grandes teorias da política internacional consideradas o *mainstream* dos paradigmas de Relações Internacionais são o realismo, o liberalismo e o marxismo. Estas correntes são consideradas conflitivas e até contraditórias, mas, direta ou indiretamente, distinguem as percepções do que é ou não importante nas Relações Internacionais, fornecendo as bases para a análise do funcionamento do cenário internacional, servindo como fonte de alternativas estratégicas para gerenciar problemas internacionais e, em última instância, constituindo as bases das escolhas dos *decision makers* (ROSS, 1999).

A definição e análise do conceito de Relações Internacionais fazem-se, portanto, bastante complexas e tendenciosas, tendo em vista que cada teórico a fará a partir de uma determinada concepção, sob a ótica de uma determinada teoria. As definições se diferem umas das outras, apesar de sempre convergirem em aspectos comuns, como a ideia de relacionamentos múltiplos, que supõe o estudo de um conjunto de interações entre os variados e numerosos atores. Nesse sentido, o papel fundamental da teoria será de distinguir o principal acessório, indicando o que é significativo para, então, conduzir à mais correta interpretação (GONÇALVES, [2001?]). Contudo, toda teoria necessariamente explicita uma visão dentro das Relações Internacionais por veicular valores, desígnios e interesses nacionais (CERVO, 2003).

O desenvolvimento do estudo moderno das Relações Internacionais se deu predominantemente nas escolas inglesas e americanas. As elites destes países entendiam que o domínio deste estudo era totalmente indispensável para entender as transformações do mundo e, desta forma, assegurar a manutenção do poder que detinham (GONÇALVES, [2001?]). Desta forma, alguns autores entendem que uma teoria alheia pode muitas vezes ser inadequada para explicar ou entender as relações internacionais de outro país.

O realismo é considerado como o *mainstream* das teorias das Relações Internacionais e, por isso, seu estudo e conhecimento são indispensáveis para entender importantes aspectos dos Estados como, por exemplo, a utilização de sua biodiversidade como uma vantagem comparativa que pode ser aproveitada como instrumento de poder para garantir sua segurança no cenário internacional.

4.2 O Realismo

O realismo está entre as teorias dominantes das correntes da política internacional, ou seja, o *mainstream*, e isto se deveu a sua longa tradição. Desta forma, para que se possa entender os alicerces que sustentam o paradigma realista é necessário conhecer um pouco da trajetória da formação de seu conhecimento antes da criação do campo de estudo.

O realismo clássico é composto pelas ideias dos autores que formam a tradição realista das Relações Internacionais e que em muito contribuíram para formulação de seus conceitos teóricos. Neste contexto, a distinta linhagem intelectual do realismo é formada por grandes nomes como Tucídides, Maquiavel e Hobbes que em seus estudos oferecem a compreensão contemporânea de relações internacionais (ROSS, 1998).

Tucídides, ao narrar a Guerra do Peloponeso, contribuiu para o conhecimento teórico das relações internacionais ao introduzir novos elementos das relações internacionais modernas como a guerra, a importância do comércio, as negociações e as alianças, entre outros (SARFATI, 2006).

Por outro lado, Maquiavel, em suas importantes obras como O Príncipe e Os Discursos, acreditava que as grandes nações queriam dominar as pequenas e que estas tinham forças legais e militares para conservar seu Estado. Assim, a primeira e

a última razão de ser da política internacional do príncipe era o emprego das forças de guerra (SARFATI, 2006).

Hobbes contribuiu com seu conhecimento teórico ao construir sua teoria de Estado onde descreveu o estado de natureza do homem. Para ele, o Estado deveria existir para controlar o estado natural de guerra do ser humano, que é guiado pela competição, pela desconfiança e pela glória (SARFATI, 2006). Assim, estes três intelectuais caracterizaram, portanto, o realismo no período em que Sarfati 2006 chamou de “pré-história” das relações internacionais, justamente por anteceder a criação do campo oficialmente em 1919.

De acordo com Rocha (2001), os argumentos destes precursores da escola de pensamento realista contribuem para a melhor compreensão da interação de unidades soberanas em um contexto anárquico, independente se estão se referindo a Estados nacionais no sistema de Westfália, de cidades-estados na Grécia antiga ou na Itália renascentista, ou, ainda, de blocos de países em um sistema que poderá vir a se formar no futuro distante.

A evolução teórica das Relações Internacionais se deu a partir de grandes debates entre as teorias emergentes e as dominantes sempre que ocorriam mudanças significativas na estrutura e no funcionamento do sistema internacional e quando a teoria dominante não se mostrava capaz de entender e explicar o surgimento de novos elementos. O primeiro debate, por exemplo, se iniciou no contexto de formação da Sociedade das Nações, entre idealistas e realistas, quando se pensava numa instituição que pudesse evitar a repetição dos terrores da I Guerra.

Para melhor entender as análises a partir da perspectiva realista é necessário apresentar, antes, as premissas básicas que alicerçam seu arcabouço teórico. De acordo com Sarfati (2006), o realismo parte do princípio de que os Estados são racionais, unitários e são os principais atores das relações internacionais. Além disso, baseia-se na ideia de que há uma hierarquia entre os assuntos de relações internacionais, sendo que a segurança nacional faz parte do *high politics*, ou seja, tem prioridade sobre assuntos como economia e a cooperação, por exemplo.

Desta forma, os Estados são racionais, pois supõe-se que estes possuem capacidade para identificar seus interesses e objetivos, reconhecer os desafios e as ameaças a seus interesses e objetivos, avaliar as alternativas que lhes permitam

enfrentar os desafios e ameaças, e escolher a alternativa que maximize seus interesses e objetivos (ROSS, 1999). São unitários, pois são entendidos como integrados, ou seja, todos seus interesses têm que ser representados pelo governo central ou pela União.

Em suma, os Estados são os principais atores que atuam no cenário internacional anárquico de forma racional com uma preocupação contínua de preservar a manutenção de sua segurança e de sua soberania. Assim, sistema político internacional é composto pelos Estados que são unidades políticas soberanas e independentes e que não estão submetidos nem são regidos por autoridades políticas superiores (ROSS, 1999).

O realismo não nega a existência de outros atores, contudo, entende que estes somente podem atuar no cenário internacional a partir do Estado, já que não possuem nem sua interdependência, nem sua capacidade. Assim, o comportamento de todos outros atores é influenciado direta ou indiretamente, em maior ou menor grau, pelas relações de poder existentes entre os Estados soberanos no plano internacional (ROCHA, 2001).

Um outro aspecto para o qual os realistas dão enfoque está relacionado à natureza do sistema internacional, que é justamente o que incita a preocupação que os estados demonstram com a segurança. Assim, em contraste com a estrutura política vigente no interior dos Estados, caracterizada por uma hierarquia de autoridade, no sistema internacional o que prevalece são as relações de poder entre os Estados (ROCHA, 2001). Desta forma, nenhum Estado reconhece em outro a capacidade de instituir regras e nem de fazê-las cumprir no plano internacional.

Desta forma, Relações Internacionais são fundamentalmente determinadas pelas relações de poder e desdenham do Direito Internacional, por considerarem que o direito e a ordem internacional decorrem diretamente, da correlação de forças entre aqueles que detêm maior poder (GONÇALVES, [2001?]).

Os realistas podem, portanto, reconhecer a existência de uma hegemonia política no cenário internacional, contudo, essa relação entre o ator hegemônico e os demais Estados no plano internacional não se firmaria em uma hierarquia de autoridade, mas em uma de poder (ROCHA, 2001). Nesse pensamento, um Estado

só é considerado um ator hegemônico quando dispõe de maiores recursos de poder e em melhor qualidade que o permite impor sua vontade aos demais.

4.2.1 Realismo e Poder

O principal foco de debate com os neorrealistas refere-se, justamente, à natureza do sistema internacional que enfatiza que os atores se movem segundo a lógica dos jogos soma zero, ou seja, buscam ganhos relativos. Nessa perspectiva, as possibilidades de cooperação são bastante limitadas, já que o aliado de hoje deve ser visto como o inimigo de amanhã (HERZ, 1997).

Considerando o estado de natureza anárquico do sistema internacional, a segunda característica que influencia nas relações de poder entre os Estados está relacionada à capacidade e as funções desempenhadas por esses atores. Pode-se dizer, portanto, que todos os Estados buscam, no mínimo, a preservação de sua própria soberania, e, no máximo, o domínio sobre o conjunto do sistema internacional (ROCHA, 2001). Assim, o sistema internacional é considerado um elemento determinante no comportamento dos Estados.

A ausência e o não reconhecimento de uma entidade superior e regulatória que garanta a segurança dos Estados faz com que cada um haja individualmente na busca indiscriminada pela sua própria proteção. Desta forma, os países buscam desenvolver estruturas militares, alianças estratégicas e, até mesmo, acumular outros recursos de poder econômicos e militares, para dissuadir potenciais inimigos que venham contra seus interesses e sua soberania (ROCHA, 2001). Os realistas entendem, portanto, que dentro do sistema internacional anárquico os Estados buscarão garantir sua sobrevivência através da acumulação de capacidades e poderes que assegurem a manutenção de sua segurança nacional.

O poder que tem mais significância para os Estados não é o poder absoluto, mas sim o relativo, especialmente o poder militar ofensivo e defensivo, já que quanto maior for a vantagem militar de um país, maior será a sua segurança (ROSS, 1999). Desta forma, o conflito torna-se inevitável dentro deste sistema anárquico devido à “corrida armamentista” na concorrência pelo poder.

A terceira característica importante na análise do sistema internacional sob a ótica realista está relacionada com a distribuição do poder entre os Estados e os recursos de poder específicos que cada um deles possui. Assim, de acordo com o grau de concentração dos recursos de poder em diferentes pólos de poder pode-se identificar o sistema como sendo unipolar, bipolar ou multipolar (ROCHA, 2001).

Neste contexto, os realistas entendem que as relações de poder entre os Estados nacionais é que definem a estrutura do sistema, condicionando não somente os demais temas na agenda internacional, mas também as possíveis interações entre os Estados e outros atores e até mesmo as relações dos demais atores que integram o sistema entre si (ROCHA, 2001).

Como dito anteriormente, os recursos de poder específicos de cada país determinam sua posição no sistema internacional e na balança de poder entre os Estados. É fato e notório a busca dos Estados em garantir, em todos os aspectos, sua segurança nacional.

Atualmente, um fato que tem preocupado muito os países é justamente sobre a questão de sua segurança energética. O crescimento econômico dos Estados esteve durante anos alicerçado sobre o consumo dos limitados combustíveis fósseis. Contudo, a previsão da escassez das reservas de petróleo nas próximas décadas já tem gerado inúmeras preocupações, em especial nas grandes potências que já têm criado e apoiado ações preventivas contra os países produtores.

A biodiversidade representa um grande potencial para um Estado, pois é capaz de gerar inúmeras riquezas e, por isso, é um tema de alta prioridade internacional. Para o Brasil, em especial, a biodiversidade é um tema de fundamental importância, pois esta lhe garante uma enorme vantagem comparativa e, se bem aproveitada, poderá alterar a forma de inserção internacional do país nos próximos anos, principalmente no que diz respeito à produção de combustíveis. Assim, o Estado brasileiro conta com uma das maiores taxas de biodiversidade do planeta, com 10 a 20% das espécies descritas no mundo (Bensuan, 2002 *apud* CAMARGO, COPOBIANCO e OLIVEIRA, 2002). Neste contexto, o governo tem se empenhado cada vez mais em desenvolver iniciativas que garantam o melhor gerenciamento de sua biodiversidade, bem como, tem buscado desenvolver novas tecnologias para aproveitar ao máximo seu potencial.

Esta nova perspectiva deverá alterar a balança de poder mundial com a mudança da importância de recursos de poder específicos dos Estados. A tendência internacional aponta para a perda de poder pelos países detentores de petróleo no mundo e um novo futuro para os países produtores de combustíveis alternativos, em especial os renováveis, que terão cada vez mais importância no cenário internacional.

5 MATRIZES ENERGÉTICAS

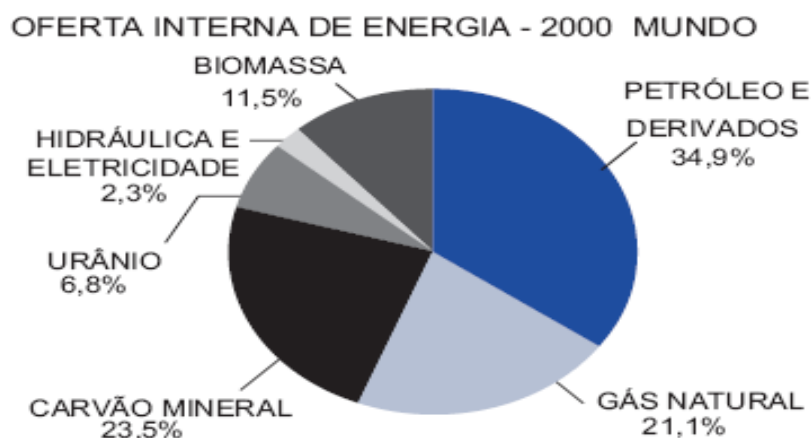
5.1 Principais fontes energéticas não-renováveis e sua influência no poder dos países detentores

A energia é um dos insumos essenciais para garantir o desenvolvimento e a autossuficiência econômica de um Estado, uma vez que seu desenvolvimento está diretamente relacionado ao crescimento de sua demanda energética. Assim, quanto mais industrializada uma economia, maior seu consumo de energia.

As quase três décadas de contínuo crescimento econômico que se seguiram à Segunda Guerra Mundial criaram expectativas de continuidade de índices de crescimento em todos os aspectos da atividade humana (GOMES, FERREIRA, ALBUQUERQUE, SÜFFET, 1998). O consumo de energia no mundo cresce cerca de 2% ao ano e deverá dobrar em 30 anos se prosseguirem as tendências atuais. Essa crescente demanda dos países pelos recursos energéticos, com o intuito de garantir seu próprio desenvolvimento e autossuficiência, vêm causando tensões geopolíticas no cenário das relações internacionais, acentuando a importância da segurança energética para os Estados e a necessidade de inserção deste tema na agenda da atual política externa. Nesse sentido, a crescente preocupação com a escassez dos combustíveis fósseis, além da problemática causada pelos resíduos poluentes têm direcionado os Estados a voltarem-se cada vez mais para exploração de fontes energéticas renováveis e limpas (GOLDENBERG, 2000).

A Figura 1 apresenta, em termos percentuais, a utilização das principais fontes energéticas no mundo enquanto a Tabela 1 demonstra os problemas associados a cada uma delas.

Figura 1. Percentual de Oferta Interna de Energia no Mundo, 2000



Fonte: Balanço Energético Nacional (2003)

http://www.cteep.com.br/_docs/setor/estante/balanco/balanco_energetico_nacional.pdf

Tabela 1. Problemas Associados às Fonte Energéticas

Fonte energética	Problemas associados
<u>Fóssil:</u> Carvão Petróleo Gás Natural	Poluição do solo e da água, pela mineração e processamento; poluição atmosférica pela emissão de gases e partículas na combustão. Principais responsáveis pelo efeito estufa.
<u>Nuclear</u>	Alto risco de acidentes e sérios problemas com os rejeitos.
<u>Hidráulica</u>	Grande impacto ambiental em função das alterações na paisagem.
<u>Biomassa</u> Lenha Álcool	Desmatamento e monoculturas. Tem a vantagem de anular o efeito estufa já que o replantio da cultura utilizada significa crescimento de área verde.
<u>Limpas Permanentes</u> Solar Eólica Geotérmica de ondas	Ainda enfrenta desafios tecnológicos para uso em grande escala. A oferta depende de condições geográficas e a disponibilidade é variável.

Fonte: <http://www.sindipetro.org.br/extra/cartilha-cut/14energia.htm>

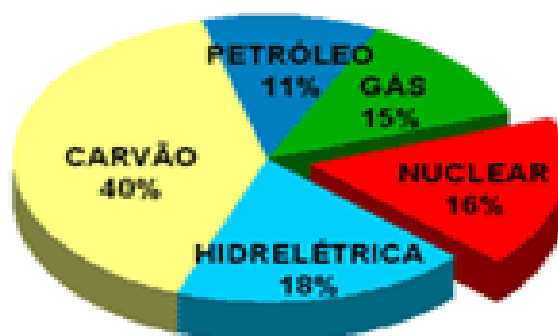
Na atualidade, os recursos energéticos são classificados como renováveis e não-renováveis. De acordo com o Ministério de Minas e Energia, a Oferta Interna de Energia (OIE) representa a energia que se disponibiliza para ser transformada (refinarias, carvoarias, etc.), distribuída e consumida nos processos produtivos do País. A maior parte da energia gerada para movimentar veículos, indústrias e residências são provenientes de fontes energéticas não renováveis (97,0%), que liberam no meio ambiente resíduos poluentes (FREITAS e FREDO 2005). De acordo com o Greenpeace, instituição que defende o uso de fontes energéticas renováveis em detrimento de fontes poluentes, as energias consideradas sujas são os combustíveis fósseis e a energia nuclear.

Assim, pode-se perceber que, no limiar do Século XXI, os Estados ainda utilizam as fontes tradicionais de energia para garantir o seu desenvolvimento. Por outro lado, os prejuízos e limitações destes recursos, aliado à crescente preocupação ambiental, conduzem a um movimento crescente no sentido de desenvolver e aprimorar o uso da energia renovável no mundo. É neste contexto que a inserção das fontes renováveis de energia, como força motriz do desenvolvimento econômico dos Estados, traz para as relações internacionais uma nova perspectiva.

5.1.1 Energia Nuclear

Durante muito tempo, esta energia foi classificada como suja devido aos grandes acidentes provocados por suas usinas e também devido ao alto grau de periculosidade de seus resíduos que, quando descartados de forma inapropriada, podem causar danos irreversíveis, tanto ao meio ambiente, quanto às populações locais. Apesar disso, sua participação na produção total da energia do mundo tornou-se, em apenas 30 anos, a terceira fonte mais utilizada em todo o globo terrestre. Conforme demonstrado na Figura 2, em 2001 a energia nuclear já representava 16% da produção total de energia não renovável no mundo.

Figura 2. Percentual de Geração de Energia Nuclear no Mundo em 2001



Fonte: IAEA PRIS 2001
<http://www.inb.gov.br/enuclear.asp>

Em uma outra perspectiva, a comprovação de que as fontes térmicas convencionais de geração de energia elétrica têm provocado a intensificação do efeito estufa e a desmistificação da periculosidade da energia nuclear, têm causado efeitos positivos quanto ao uso desta fonte. A Figura 3 apresenta o total de usinas nucleares em operação e em construção no mundo, evidenciando que o crescimento da utilização da energia nuclear pelos países desenvolvidos, principais promotores do crescimento do uso desta fonte.

Figura 3. Usinas Nucleares no Mundo



País	Nº. de unidades em operação	Capacidade geração MW	Nº. de unidades em construção	Capacidade geração MW
África do Sul	2	1800		
Alemanha	19	21122		
Argentina	2	935	1	692
Armenia	1	376		
Bélgica	7	5712		
Brasil	2	1855		
Bulgária	6	3538		
Canadá	14	9998		
China	3	2167	8	6420
China (Taiwan)	6	4884	2	2560
Coréia	16	12990	4	3820
Eslovênia	1	676		
Espanha	9	7512		
Estados Unidos	104	97411		
Finlândia	4	2656		
França	59	63073		
Grã-Bretanha	35	12968		
Holanda	1	449		
Hungria	4	1755		
Índia	14	2503		
Irã			2	2111
Japão	53	43491	3	3190
Lituânia	2	2370		
México	2	1360		
Paquistão	2	425		

República Eslováca	6	2408	2	776
República Tcheca	5	2569	1	912
Romênia	1	650	1	650
Rússia	29	19843	3	2825
Suécia	11	9432		
Suíça	5	3192		
Ucrânia	13	11207	4	3800
Total	438	351327	31	27756

Fonte: IAEA PRIS DATA BANK 2001
<http://www.inb.gov.br/usinasMundo.asp>

De acordo com o Ministério de Ciência e Tecnologia o combustível nuclear agrega tecnologia e potencial energético a partir do urânio. Assim, defende que entre as vantagens da substituição das centrais térmicas convencionais pela energia nuclear estão a não emissão de gases de efeito estufa ou de chuva ácida, além da não emissão de metais carcinogênicos, teratogênicos ou mutagênicos (arsênio, mercúrio, chumbo, cádmio etc.), como acontece na utilização de combustíveis fósseis.

No 4º Relatório do Painel Governamental sobre Mudanças do Clima (IPCC) das Nações Unidas, a energia nuclear foi apontada como uma opção para reduzir o impacto das mudanças climáticas com ressalvas apenas quanto às questões de segurança e quanto ao destino dos resíduos radioativos (GANDRA, 2007). Desse modo, pode ser considerada a fonte mais concentrada de geração de energia, com fácil transporte, mas que requer altos custos no sistema de emergência, contenção de resíduos radioativos e de armazenamento.

A atual problemática envolvendo o uso e a proliferação da energia nuclear no mundo está diretamente relacionada ao problema de que o enriquecimento do urânio pode tornar-se uma ameaça quando usada para produção de armas nucleares.

A despeito da posição contrária dos Estados Unidos e da ONU, o Irã tem se posicionado firmemente quanto ao desenvolvimento de usinas nucleares. Assim, o grande temor americano refere-se ao caso que avanço nuclear iraniano pode transformar-se em outra guerra no Oriente Médio. Contudo, muitos Estados

dependem desta tecnologia nuclear para garantir seu suprimento energético e desenvolver avanços não só tecnológicos como econômicos.

5.1.2 Combustíveis Fósseis

Combustíveis fósseis são provenientes da decomposição de plantas e animais e que podem ser definidos como compostos de carbono utilizados para produzir e alimentar a combustão. O tempo de recomposição na natureza destes combustíveis leva milhares de anos, além de produzirem gases que intensificam o efeito estufa.

Uma grande problemática inerente aos combustíveis fósseis é o fato de ser finito fazendo com que seu preço varie proporcionalmente de acordo com sua escassez. Um outro fator agravante está relacionado à extração, o transporte e a conversão destes combustíveis fósseis que, nestes processos, os colocam entre as fontes que causam os maiores danos ao meio ambiente.

Atualmente, mais de 98% da produção de energia procede de combustíveis fósseis (FERNANDES e GUARONGHY, [SD]). Estes combustíveis são cotidianamente utilizados para produzir eletricidade, aço, produtos metalúrgicos e químicos, movimentar veículos, fazer funcionar casas, escritórios e fábricas provocando, assim, uma grande dependência mundial do uso destas fontes. Os três principais tipos são o carvão, o petróleo e o gás natural.

5.1.3 Carvão

O carvão mineral enquanto combustível fóssil é provavelmente utilizado desde os tempos remotos da pré-história. Esse mineral é a parte celulósica da vegetação, transformada pelo tempo, pressão, bactérias e outros agentes anaeróbicos, em uma massa carbonosa. Esta fonte energética é a mais abundante dos combustíveis fósseis, com reservas provadas da ordem de 1 trilhão de toneladas, o suficiente para atender à demanda atual por mais de duzentos anos (ANEEL, 2007). As reservas mundiais de carvão são cerca de quatro vezes superiores à soma de seus dois principais concorrentes: petróleo e gás natural, que também estão em desvantagem quanto à sua distribuição desigual (GOMES, FERREIRA, ALBUQUERQUE, SÜFFET, 1998).

O carvão foi a fonte de energia basal da revolução Industrial e passou a ser intensamente utilizado na produção de ferro e para impulsionar a máquina a vapor. Assim, o carvão mineral foi a fonte de energia que suportou o crescimento econômico e a correspondente organização social deste período, enquanto o liberalismo econômico, enquanto doutrina ideológica, serviu como explicação e justificação da organização social emergente (ROSA, 2004). Com o decorrer das décadas o carvão foi paulatinamente sendo substituído pelo uso de outros combustíveis fósseis, não pela sua escassez, mas pela melhor qualidade e eficiência das outras fontes.

De acordo com a Associação Brasileira do Carvão Mineral (ABCM), o consumo do carvão aumentou consideravelmente com a eclosão da Primeira Guerra Mundial, sendo que o último *boom* no setor foi fomentado pela a crise do petróleo em 1973, quando as atenções se voltaram novamente para o uso do carvão.

De acordo com o *Committee on Resources and Man*, praticamente 90% das reservas de carvão mineral, assim como das reservas de petróleo, estão localizadas no hemisfério norte. A Figura 4 indica os principais países detentores das reservas, a produção e o consumo de carvão no mundo em 2002.

Figura 4. Reservas, Produção e Consumo de Carvão Mineral no Mundo em 2002

	Reservas (R)		Produção (P)		Consumo		R/P* Anos
	10 ⁶ ton	Participação no total	10 ⁶ ton	Participação no total	10 ⁶ tEP	Participação no total	
América do Norte	257.783,0	26,2%	1.072,2	22,2%	591,5	24,7%	240,4
América do Sul e Central	21.752,0	2,2%	53,8	1,1%	17,8	0,7%	404,3
Europa e antiga URSS	355.370,1	36,1%	1.161,0	24,0%	506,1	21,1%	306,1
África e Oriente Medio	57.077,0	5,8%	231,0	24,0%	99,0	4,1%	373,4
Ásia (Pacífico)	292.471,0	29,7%	2.314,7	47,9%	1.183,5	49,4%	126,4
Total	984.453,1	100,0%	4.832,7	100,0%	2.397,9	100,0%	203,7
Brasil	11.929,0	1,2%	5,80	0,1%	12,00	0,5%	> 500

Fonte: BP STATISTICAL REVIEW OF WORLD ENERGY. London: BP, 2003. Disponível em: www.bp.com/worldenergy.
 (*) Tempo que as reservas durariam, sem novas descobertas e com o nível de produção de 2002.

Em termos gerais, EUA, Rússia e China são, simultaneamente, os três países detentores das maiores reservas e os maiores produtores mundiais. A América do Norte possui 26,2% das reservas de carvão, enquanto a Europa e a antiga URSS possuem 36,1% do total da reserva mundial, sendo a parte mais considerável localizada no território russo.

O ciclo mundial do carvão ainda não terminou, já que a sua extração continua crescendo, apesar da redução de sua importância relativa enquanto fonte de energia, em virtude dos acelerados crescimentos de produção de outras fontes de energia, designadamente do petróleo e do gás natural, ao longo de todo o século XX (ROSA, 2004).

De acordo com o Balanço Energético Nacional (2003), o carvão é atualmente responsável por cerca de 7,9% de todo o consumo mundial de energia e de 39,1% de toda a energia elétrica gerada (ANEEL, 2007). Apesar dos graves impactos ambientais causados, o carvão ainda é uma importante fonte de energia devido à abundância das reservas e sua distribuição geográfica, além dos baixos custos e da estabilidade nos preços, quando comparados a outros combustíveis. Com o intuito de assegurar a importância do carvão na matriz energética mundial, visando principalmente atingir às metas ambientais, tem-se investido bastante em pesquisas e tecnologias de remoção de impurezas do carvão, garantindo melhor qualidade de combustão (GOMES, FERREIRA, ALBUQUERQUE, SÜFFET, 1998).

As necessidades de energia cresceram e continuarão crescendo com mais rapidez que o consumo de combustíveis, fato em grande parte decorrente do aumento da eficiência dos sistemas geradores. Mesmo assim, as necessidades energéticas mundiais continuarão dependentes de quantidades crescentes de carvão fóssil, pelo menos nas próximas décadas (GOMES, FERREIRA, ALBUQUERQUE, SÜFFET, 1998).

5.1.4 Petróleo

Atualmente, o petróleo é o combustível fóssil mais explorado para fins energéticos. Sua origem está relacionada à decomposição de seres que compõem o plâncton que, ao longo de milhares de anos, foi se acumulando em bacias sedimentares nas profundezas de lagos e mares (PETROBRÁS, 2007).

Embora conhecido há milhares de anos, a pesquisa sistemática do petróleo para utilização em bases industriais e comerciais somente foi iniciada em 1859 com a perfuração de um poço no estado da Pensilvânia nos Estados Unidos (LUCCHESI, 1998).

Durante muitos anos, o carvão foi a força motriz que movimentou a indústria e forneceu a energia necessária para o desenvolvimento. Com o passar dos anos, as necessidades energéticas que promoviam o crescimento econômico e social aumentavam aceleradamente e, por isso, foi necessário substituí-lo por um combustível mais eficiente, que pudesse ser extraído com mais facilidade e que suprisse tais necessidades. Como a uma nova alternativa à base energética do carvão, o petróleo viabilizou as grandes invenções e o desenvolvimento da humanidade, iniciando a mais competitiva base tecno-energética do desenvolvimento do século XX (ALVEAL, 2003).

Desde o advento do petróleo, o cenário energético internacional engendrou e direcionou as relações políticas e econômicas dos Estados. O mundo vislumbrou a grande relevância que o petróleo representou na I Guerra Mundial, fazendo com que os Estados e as grandes corporações petrolíferas se voltassem para a exploração das jazidas no Oriente Médio (WEBER, 2004). A partir de então, iniciar-se-ia o fortalecimento da indústria mundial de petróleo amplamente caracterizada pelo sistema de concessões e pelas empresas de cartel que começaram a ampliar suas bases exploratórias pelo mundo. Desta forma, o petróleo passou a ser utilizado largamente utilizado como combustível nos transportes rodoviários e aéreos e como matéria-prima das indústrias petroquímica e química sendo, portanto, considerado a força motriz da chamada II Revolução Industrial que, agora, se desenvolvia nos Estados Unidos, já que, dentre os países já industrializados, era o único que detinha óbvios e abundantes recursos de petróleo (ROSA, 2004).

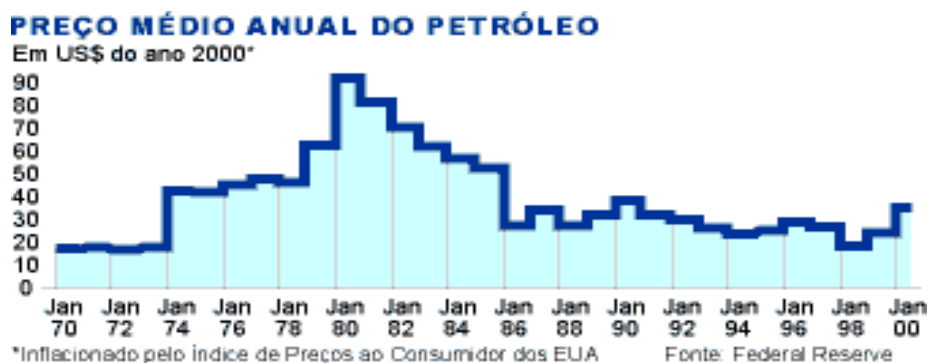
Desde então, o petróleo determinou o destino das nações e das coalizões de nações vencedoras e vencidas nas duas grandes guerras mundiais do século XX, além de ter promovido os movimentos de descolonização e de industrialização dos países em desenvolvimento, especialmente no mundo árabe (ALVEAL, 2003).

Durante o primeiro Choque do Petróleo em 1973, que se desencadeou devido à Guerra do Yom Kippur, os países produtores de petróleo determinaram

importantes aumentos no preço do produto e suspenderam as exportações para os Estados Unidos como retaliação. Este fato foi, na verdade, uma estratégia política e econômica dos países árabes para despertar a consciência moral do mundo diante do conflito contra Israel (SANTANA, 2006).

O segundo choque desencadeou-se em 1979 com a paralisação da produção iraniana que ocorria concomitantemente com a revolução fundamentalista no país e que elevou os preços do barril até 1986. O terceiro choque ocorreu com a invasão iraquiana ao Kuwait em 1990 e com a invasão norte-americana ao Iraque. A Figura 5 apresenta as variações do preço médio anual do petróleo ente 1970 e 2000.

Figura 5. Preço Médio Anual do Petróleo de nos meses de janeiro, no período de 1970 a 2000



Disponível em:

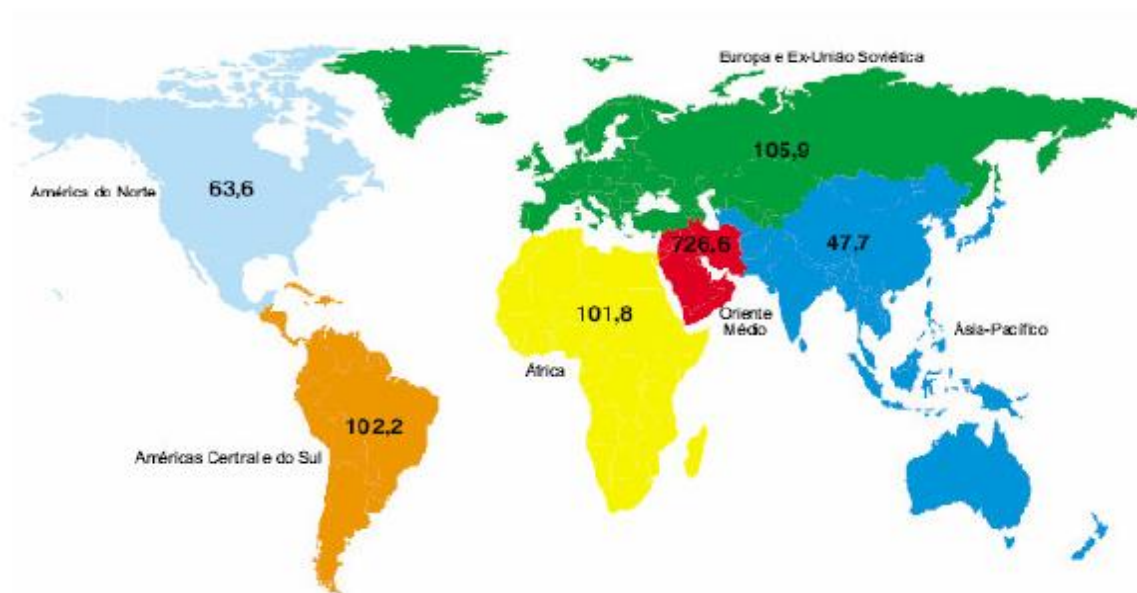
http://www1.folha.uol.com.br/folha/dinheiro/petroleo_choque2.shtml

Estes episódios terminaram por agravar a crise econômica mundial, contudo vários países começaram a buscar e desenvolver outras fontes alternativas de energia além de incentivar a descoberta de novas jazidas de petróleo em outras regiões do mundo, gerando transformações no mercado internacional de energia, cujos impactos desencadearam uma redução progressiva dos derivados do petróleo nos mercados mundiais e, conseqüentemente, provocou a estagnação da indústria mundial do petróleo (ALVEAL, 2003).

Mais recentemente, em 2001, o mundo presenciou o quarto choque do petróleo quando se criou uma grande instabilidade no Oriente Médio e uma grande pressão aos países produtores devido ao maior atentado terrorista já assistido pelo mundo, o 11 de setembro.

Existem algumas previsões de que o consumo de petróleo irá aumentar significativamente até por volta do ano 2014, quando então o preço do barril deverá subir tanto que, inevitavelmente, reduzirá o consumo, já que suas reservas estão previstas para acabar antes dos próximos 100 anos (SCHCHARDT e RIBEIRO, 2001). Neste contexto, a busca por fontes alternativas tem se intensificado, especialmente nos Estados Unidos e na Europa. A Figura 6 apresenta as regiões onde estão localizadas as reservas de petróleo no mundo.

Figura 6. Reservas provadas de petróleo, por bilhões de barris, segundo região geográfica, 2003



Fonte: ANP (2005)

Disponível em: <http://www.biodiesel.gov.br/docs/ArtigoBiodieselGINCOB-UFRGS.pdf>

O petróleo foi, portanto, o combustível do desenvolvimento do século XX que engendrou as relações internacionais e de poder dos Estados até o período recente. Todavia, a necessidade de substituição do petróleo por uma nova fonte energética motriz para o desenvolvimento poderá engendrar uma grande mudança no cenário internacional e na balança de poder entre os Estados.

5.1.5 Gás Natural

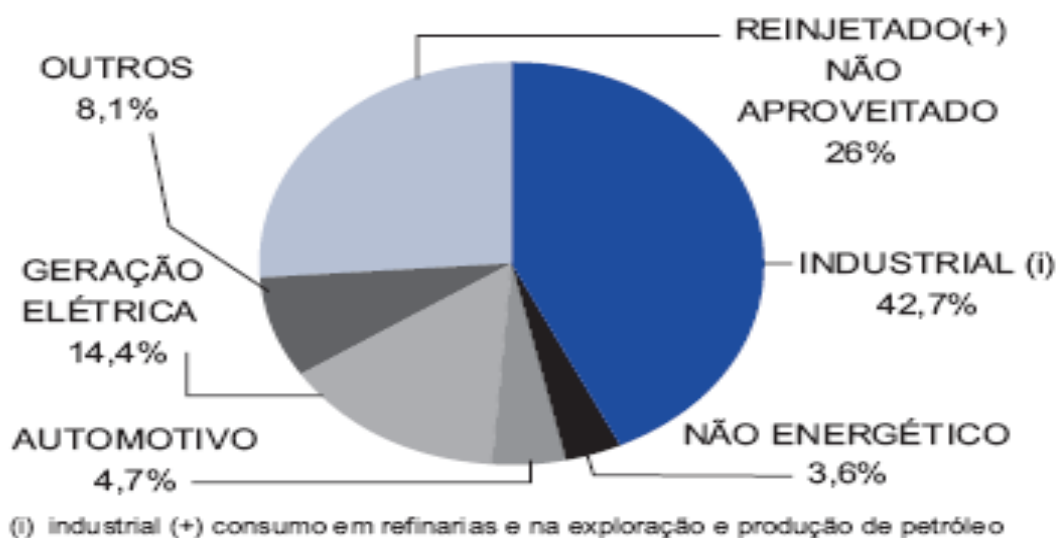
Assim como os demais combustíveis fósseis, o gás natural é uma mistura de hidrocarbonetos gasosos, originados da decomposição de matéria orgânica

fossilizada ao longo de milhões de anos, mas que possui baixos índices de emissão de poluentes. Assim, o gás natural apresenta maior flexibilidade, tanto em termos de transporte como de aproveitamento, além de ter uma rápida dispersão em casos de vazamentos, baixos índices de odor e de contaminantes (ANEEL, 2007).

Dentre os combustíveis fósseis, o gás natural é a fonte de energia mais limpa. Utilizado principalmente na indústria, no comércio, em veículos e residências, desde 1920, é uma das fontes de energia mais utilizadas no mundo. Dentre as suas vantagens estão a questão da segurança, da não toxicidade e o fornecimento contínuo. Por possuir densidade específica menor que a do ar, sua dispersão pode ser facilitada em caso de vazamentos e acidentes, mas sua ingestão ou inalação acidental não provoca danos à saúde. Além disso, seu fornecimento é garantido, já que suas reservas têm uma capacidade estimada para suprir durante 600 anos. Nesse contexto, o gás natural, sob todas as formas, caracteriza-se como a fonte energética mais segura, já que os índices de mortes e acidentes são inferiores a qualquer outra energia. Não obstante, seu aproveitamento energético também produz impactos indesejáveis ao meio ambiente, principalmente na geração de energia elétrica, já que necessita de grandes quantidades de água como fluido refrigerante de seu sistema. Ainda assim, configura-se como a melhor alternativa entre outros combustíveis fósseis mais poluentes como óleos combustíveis, lenha e carvão (ANEEL, 2007).

Em 2002, o principal uso do gás natural se deu no seguimento industrial (42,7%) (Figura 7). Merecem destaque o crescimento de 39,9% do consumo de gás natural na geração elétrica pública (5,9 milhões m³/d) e o forte crescimento no transporte veicular, de 71,5%, correspondendo a um consumo de 2,7 milhões m³/d (Balanço Energético Nacional, 2003).

Figura 7. Usos de Gás Natural em 2002



Fonte: Balanço Energético Anual, 2003

Disponível em: http://www.cteep.com.br/_docs/setor/estante/balanco/balanco_energetico_nacional.pdf

Segundo a Agência Internacional de Energia (2003), a participação do gás natural no consumo mundial de energia é atualmente da ordem de 16,3%, sendo responsável por cerca de 18,3% de toda a eletricidade gerada no mundo (Balanço Energético Nacional, 2003).

O desenvolvimento da energia elétrica através do gás natural desenvolveu-se somente após a II Guerra Mundial, sendo que o seu uso generalizado se difundiu apenas nas últimas duas décadas. Contudo, nos últimos anos, este fato tem se revertido substancialmente na medida em que o gás natural surge como uma das principais alternativas de expansão da capacidade de geração de energia elétrica pelo mundo (Balanço Energético Nacional, 2003).

O caráter flexível do gás natural permite sua utilização como substituto dos combustíveis líquidos derivados de petróleo, da hidroeletricidade e dos bioenergéticos fazendo com que este combustível esteja em constante competição com estas fontes de energia (DIEESE, 2007).

A Tabela 2 apresenta os dados sobre as reservas, a produção e o consumo do gás natural no mundo em 2002. Assim, pode-se perceber que as maiores reservas se encontram na Europa, antiga URSS e no Oriente Médio, sendo que a

primeira região consome mais do que produz, enquanto que a segunda é autossuficiente.

Uma outra grande vantagem deste recurso energético está relacionada à diversificação de suas fontes de origem, pois suas reservas estão bem distribuídas no mundo, o que evita a formação de grupos que determinem seu fornecimento para os outros países, como é o caso do petróleo com a OPEP (Organização dos Estados Exportadores de Petróleo).

Uma outra grande vantagem deste recurso energético está relacionada à diversificação de suas fontes de origem, pois suas reservas estão bem distribuídas no mundo, o que evita a formação de grupos que determinem seu fornecimento para outros países, como é o caso do petróleo com a OPEP.

Assim, esta fonte energética caracteriza-se por sua eficiência, limpeza e versatilidade, sendo cada vez mais valorizado em consequência da progressiva conscientização mundial da relação entre energia e o meio ambiente.

Tabela 2. Reservas, Produção e Consumo do Gás Natural no Mundo em 2002

	Reservas (R)		Produção (P)		Consumo		R/P* Anos
	10 ⁹ m ³	Participação no total	10 ⁹ m ³	Participação no total	10 ⁹ m ³	Participação no total	
América do Norte	7.150	4,6%	766,00	30,3%	790,30	31,2%	9,33
América do Sul e Central	7.080	4,5%	103,00	4,1%	98,00	3,9%	68,74
Europa e antiga URSS	61.040	39,2%	988,10	39,1%	1.043,80	41,2%	61,78
Oriente Médio	56.060	36,0%	235,60	9,3%	205,70	8,1%	237,95
África	11.840	7,6%	133,20	5,3%	67,40	2,7%	88,89
Ásia (Pacífico)	12.610	8,1%	301,70	11,9%	330,30	13,0%	41,80
Total	155.780	100,0%	2.527,60	100,0%	2.535,50	100,0%	61,63
Brasil	230	0,1%	9,10	0,4%	13,70	0,5%	25,27

Fonte: BP STATISTICAL REVIEW OF WORLD ENERGY. London: BP, 2003. Disponível em: www.bp.com/worldenergy.
 (*) Tempo que as reservas durariam, sem novas descobertas e com o nível de produção de 2002.

5.2 Histórico das fontes energéticas renováveis

Existe na atualidade uma grande preocupação mundial em buscar fontes energéticas que sejam alternativas aos combustíveis fósseis convencionais com o intuito de reduzir a emissão de gases poluentes, além encontrar outra saída para o

problema da escassez de recursos fósseis e hídricos em alguns países. Ainda que seja bastante comum a ideia de que geração de energia por fontes renováveis seja incapaz de atender à grande demanda de um país continental, é bem provável que, nas próximas décadas, haja uma participação cada vez mais significativa do uso de fontes renováveis de energia na matriz energética global.

Fontes energéticas renováveis são a energia que é extraída de fontes naturais com capacidade de se regenerar sendo, portanto, inesgotáveis. Dentre elas, destacam-se principalmente a energia solar, a eólica, a hídrica e a biomassa.

5.2.1 Energia Eólica

A energia dos ventos é obtida pelo movimento do ar e é uma abundante fonte de energia renovável, limpa e disponível em todos os lugares. Antigamente, esta energia era utilizada para movimentar embarcações à vela que dominaram os mares durante séculos sendo somente substituídas pelo surgimento do navio a vapor no século XIX.

Atualmente, energia eólica pode ser considerada como uma história de sucesso já que produz eletricidade para milhões de pessoas e gera bilhões de dólares de lucro. Os ventos têm capacidade de atender até 10% da demanda por eletricidade no mundo (GREENPEACE, 2008).

De acordo com o Centro Brasileiro de Energia Eólica, a utilização desta fonte energética para a geração de eletricidade, em escala comercial, somente teve início há pouco mais de 30 anos, após a Crise do petróleo em 1973. Através dos conhecimentos da indústria aeronáutica os equipamentos para geração eólica puderam evoluir rapidamente em termos de ideias e conceitos preliminares para produtos de alta tecnologia.

A energia proveniente dos ventos possui um potencial gigantesco. Contudo, assim como na produção de energia solar, é fundamentalmente necessário que se faça uma avaliação precisa do potencial de vento da região para que se possa obter o melhor aproveitamento do recurso eólico como fonte de energia. A China, por exemplo, pode até duplicar sua geração elétrica atual apenas com o vento, sendo que o potencial *offshore* da Europa é suficiente para satisfazer suas necessidades continentais (BROWN, 2003). Entre os países que mais utilizam este tipo de energia

estão a Alemanha, a Dinamarca, os Estados Unidos, a Índia e a Espanha respectivamente.

Atualmente, existem no mundo mais de 30.000 turbinas eólicas de grande porte em operação, com capacidade instalada da ordem de 13.500 MW. Com a evolução tecnológica dos equipamentos de produção desta fonte energética, os custos do quilowatt/hora reduziram de U\$0,38 no início dos anos 1980 para menos de U\$0,04 nos principais locais produtores, em 2001 (BROWN, 2003).

Apesar de produzir resíduos poluentes como as fontes tradicionais de energia, a energia eólica também causa alguns impactos e problemas nas regiões onde se localizam as torres e hélices. As turbinas de ventos têm que ser instaladas com alguma distancia de áreas residenciais por produzirem bastante ruído, podendo interferir no sinal de televisão e ameaçar pássaros quando localizados em rotas de migração. Contudo, com a constante redução dos custos de produção e o aumento da preocupação com as consequências das mudanças climáticas, a tendência é que os Estados se voltem cada vez mais no sentido de utilizar fontes renováveis e limpas de produção de energia como a eólica.

5.2.2 Energia Solar

Energia solar é uma fonte praticamente inesgotável, já que pode ser empregada na produção de eletricidade utilizando apenas painéis solares e células fotovoltaicas. O interesse pela utilização da radiação solar como fonte de energia alternativa cresceu muito nas duas últimas décadas por motivações econômicas, em especial, após a crise do petróleo de 1973 e foi a partir de então que os estudos nessa área receberam grande impulso nos Estados Unidos e na Europa. Assim, produção mundial de energia fotovoltaica cresceu de 4 MW, em 1980, para mais de 60 MW em 1991.

O aproveitamento da energia solar se dá sob várias formas, tais como, a captura pela biomassa, foto eletricidade para pequenos potenciais, captura direta por coletores, fontes para ciclos termodinâmicos variados, e outros de menor expressão. Contudo, a forma de captura e o potencial a ser aproveitado depende da incidência solar em na região a ser explorada (PEREIRA e VILLA NOVA, 1998).

Ao se analisar a história da tecnologia solar durante o século XX pode-se observar que esta tem seguido um caminho de crescimento quase gradual e contínuo. Atualmente, diversos países já investem na opção solar, investigando desde as características do fluxo de radiação solar que chega à Terra até a tecnologia necessária para viabilizar, em termos técnicos e econômicos, o aproveitamento dessa energia. De acordo com o Greenpeace (2008), a energia solar cresce 33% ao ano e, em 2040, poderá suprir até 25% da demanda energética no mundo.

Na atualidade, a potência instalada de sistemas fotovoltaicos encontra-se em rápido crescimento na Europa, Japão e Estados Unidos, basicamente devido à expansão das instalações residenciais interligadas na rede (FRAIDENRAICH, 2008). Assim, muitos países têm investido constantemente no desenvolvimento científico e tecnológico, o que tem permitido o aumento da competitividade desta fonte energética frente às fontes convencionais, inclusive o Brasil que já busca nas energias solar e eólica opções para o problema energético do Século XXI.

Uma grande vantagem encontrada nesta fonte energética e que tem motivado o seu uso contínuo está diretamente relacionado aos baixos custos da energia. Contudo, seu uso enfrenta dois grandes problemas: a intermitência, pois depende do ciclo diurno e de variações aleatórias de insolação, provocadas principalmente por nuvens; e o baixo rendimento de energia por unidade de superfície (PEREIRA e COLLE, 2008). Desta forma, esta fonte de energia somente poderá ser considerada como uma fonte economicamente viável quando superar estes obstáculos e puder ser produzida e armazenada em larga escala.

Apesar disso, o uso da energia solar ainda se faz como um projeto viável, tanto em termos econômicos, quanto em termos técnicos, tendo em vista os progressivos avanços tecnológicos que permitiram o aperfeiçoamento de equipamentos impactam na redução de custos.

5.2.3 Energia Hídrica

A energia elétrica proveniente de recursos hídricos é produzida através da queda de água represada a uma determinada altura. A água possui uma energia potencial na parte alta da represa que é transformada em energia cinética fazendo

com que as pás da turbina girem, acionando o eixo do gerador e, assim, produzindo energia elétrica. A energia elétrica produzida é transportada por meio de cabos, ou barras condutoras, dos terminais do gerador até o transformador elevador, onde tem sua tensão (voltagem) elevada para adequada condução, através de linhas de transmissão, até os centros de consumo. A utilização dos recursos hídricos para produção de energia elétrica é amplamente utilizada em países com grandes mananciais disponíveis, como o Brasil (GUERRINI, 2001).

A energia das marés, ou maremotriz, é um outro tipo de fonte hídrica cuja produção de energia é semelhante ao das usinas hidrelétricas. Desta forma, uma barragem é construída para formar um reservatório junto ao mar que se enche e se esvazia de acordo com o movimento da maré, fazendo com que a água passe pelas turbinas gerando energia elétrica, sendo uma alternativa bastante utilizada no Japão e na Inglaterra (GUERRINI, 2001).

Apesar de ser uma fonte de energia limpa, a utilização dos recursos hídricos para produção de energia elétrica pode causar inúmeros impactos ambientais e sociais na construção dos reservatórios, já que é necessário inundar vastas regiões agricultáveis o que causa inúmeros danos tanto à fauna quanto à flora da região e realocar as pessoas que vivem no local. Além disso, esta fonte energética pode ser, por vezes, bastante limitada, já que a escassez de chuvas pode causar déficits na oferta de energia elétrica, e também pelo fato da energia produzida não alcançar regiões distantes das usinas.

5.2.4 Biomassa

A Biomassa é um tipo de matéria de origem orgânica constituída e acumulada em um ecossistema cuja utilização, enquanto fonte de energia, é considerada estratégica para o futuro por ser uma fonte renovável. Como a energia hidráulica e outras fontes renováveis, a biomassa é uma forma indireta de energia solar, já que as plantas absorvem a energia do sol e, através da fotossíntese, a transforma em energia química que poder ser convertida em combustível, calor ou eletricidade. Os combustíveis mais comuns da biomassa são os resíduos agrícolas, madeira e plantas como a cana-de-açúcar, que são colhidos com o objetivo de produzir energia (FCMC, 2007).

De acordo com a Agência Nacional de Energia Elétrica, embora grande parte do planeta esteja desprovida de florestas, a quantidade de biomassa existente na terra é da ordem de dois trilhões de toneladas; o que significa cerca de 400 toneladas *per capita*. Os recursos renováveis representam cerca de 20% do suprimento total de energia no mundo, sendo 14% proveniente de biomassa e 6% de fonte hídrica (FCMC, 2007).

Contudo, ainda existe uma grande precariedade e falta de informações oficiais sobre as formas de utilização da biomassa para fins energéticos. Esta situação decorre, principalmente, de fatores como o fato de que esta fonte energética é tradicionalmente utilizada em países pobres e setores menos desenvolvidos; por ser uma fonte energética dispersa, cujo uso, via de regra, muitas vezes é ineficiente; e, até mesmo, pela crença de que o uso da biomassa para fins energéticos é pode provocar problemas de desflorestamento e desertificação (ANEEL, 2007).

Para muitos países em desenvolvimento, ricos em recursos naturais e com um vasto território disponível, a utilização da biomassa para produção de energia os insere num novo cenário de grandes perspectivas e de ganhos econômicos. Assim, pode-se perceber um forte movimento destes Estados no sentido de desenvolver programas nacionais de aperfeiçoamento de técnicas de melhor aproveitamento desta biomassa. Entre os casos mais significativos de programas bem sucedidos estão o Brasil, inicialmente com o Proálcool e agora com o retorno dos incentivos do governo na produção e exportação de metanol; o aproveitamento do biogás na China; o aproveitamento de resíduos agrícolas na Grã-Bretanha; o aproveitamento do bagaço de cana nas Ilhas Maurício; e o coque vegetal também no Brasil (FCMC, 2007).

A Tabela 3 mostra os principais países e regiões consumidoras da biomassa no mundo. Diferentemente dos outros combustíveis fósseis e tradicionais, os principais consumidores da biomassa são os países em desenvolvimento, em especial os países asiáticos, tendo em vista que são esses os maiores produtores também.

Tabela 3. Principais Países e Regiões Consumidores de Biomassa no Mundo

País ou Região	Biomassa [1]	Outros	Total [2]	[1/2] %
Mundial	930	5.713	6.643	14
China	206	649	855	24
Leste Asiático	106	316	422	25
Sul da Ásia	235	188	423	56
América Latina	73	342	415	18
África	205	136	341	60
Países em desenvolvimento	825	1.632	2.457	34
Países da OCDE	81	3.044	3.125	3

Fonte: AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA – AIE. Nuclear power: sustainability, climate change and competition. Paris: IEA/OECD, 1998.

Neste contexto, analisando as perspectivas futuras das fontes energéticas renováveis, a biomassa será uma das grandes alternativas para substituir o então tradicional e predominante combustível fóssil: o petróleo. Uma grande vantagem é que com os altos preços do petróleo devido ao monopólio dos países exportadores e a previsão de esgotamento deste recurso, o etanol e o biodiesel aparecem como alternativas bastante viáveis economicamente para o setor energético. Desta forma, países como o Brasil já começaram a desenvolver pesquisas e investir no fortalecimento do álcool de biocombustíveis com o intuito de se tornar, futuramente, um grande exportador destes produtos. Assim, as fontes renováveis de energia provenientes da biomassa, são, portanto, uma grande oportunidade para os países em desenvolvimento se inserirem no cenário internacional sob uma nova condição de barganha.

6 A MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA E SUAS PERSPECTIVAS

6.1 O Setor Elétrico no Brasil

Até o início dos anos 1990, o modelo institucional adotado pelo setor elétrico brasileiro era predominantemente estatal, regulado e verticalizado, onde as empresas podiam atuar simultaneamente como geradoras, transmissoras e distribuidoras de energia elétrica. Contudo, esta realidade se alterou consideravelmente a partir da segunda metade da década passada (ALMEIDA e NEGRÃO, 2005).

O setor elétrico no Brasil foi amplamente reestruturado quando se iniciou um intenso processo de privatizações, além das mudanças na legislação com o intuito de reduzir a atuação do Estado e ampliar a participação do capital privado. Entre as principais razões que desencadearam essas mudanças estão a escassez de crédito mundial, as limitações financeiras do Estado e pressões de toda ordem por mais eficiência por parte das empresas estatais que contribuíram para a adoção de um novo modelo regulatório (VELÁZQUEZ, 2000).

Durante este período, houve um crescente aumento no consumo de energia após a estabilização econômica que conteve os altos índices de inflação e permitiu o fortalecimento da economia e do poder de compra da população. Assim, a partir de 1996, o país estava no ápice do consumo de bens eletroeletrônicos, o que contribuiu para o crescimento contínuo do consumo de eletricidade, quando se iniciou uma grande preocupação com o déficit de energia, já que as indústrias precisavam cada vez mais de energia para suprir sua demanda de produção e o país dependia das chuvas para manter o nível de seus reservatórios (VELÁZQUEZ, 2000).

A geração de energia elétrica no Brasil é alicerçada, predominantemente, no seu potencial hidráulico. A crise do setor elétrico no Brasil veio se agravando devido às políticas dos governos, a partir dos anos 1970, de combate à inflação, que terminaram por inviabilizar os investimentos necessários para assegurar a oferta de energia no país. O Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos (DIEESE) em suas avaliações sobre o real motivo da crise de abastecimento de energia elétrica no Brasil, entende que essas razões perpassaram desde a ausência de investimentos nos últimos anos, passando pelo embrionário

novo marco regulatório para o setor de energia elétrica e por um ensaio de mudança da matriz energética brasileira até a escassez de chuvas. Neste contexto, inúmeras medidas foram tomadas com o intuito de resolver ou pelo menos amenizar o problema de abastecimento de energia no Brasil, que corria um grande risco de entrar em colapso no decorrer dos anos seguintes. Uma das principais medidas colocadas em prática foi o acionamento de todas as usinas termelétricas a óleo e carvão do sul e sudeste do país, contudo o aumento do consumo e o período de poucas chuvas agravaram a situação do abastecimento de energia nos meses que se seguiram (VELAZQUEZ, 2000).

Por outro lado, a Eletrobrás entendia que, apesar da capacidade hidráulica já instalada e das novas a serem instaladas, estas não seriam capazes de suprir o consumo sendo, portanto, necessário a ativação de usinas termelétricas em curto prazo. Conforme demonstrado na Tabela 4, o consumo de energia elétrica crescia no decorrer dos anos em total descompasso com a capacidade instalada para produção de energia no país.

Tabela 4. Expansão do Consumo e da Capacidade Instalada de Energia Elétrica. Brasil 1980-2000

Anos	Consumo	Capacidade Instalada
1980	100,00	100,00
1981	102,65	112,94
1982	108,68	119,23
1983	116,25	120,62
1984	129,17	126,04
1985	142,16	134,38
1986	153,66	136,88
1987	158,17	146,61
1988	166,98	153,68
1989	174,55	162,01
1990	177,87	164,81
1991	185,77	168,19
1992	189,24	171,38
1993	196,77	174,73
1994	204,14	179,28
1995	215,83	183,51
1996	225,35	189,45
1997	239,28	195,96
1998	248,99	203,14
1999	252,86	211,89
2000	265,50	222,61

Fonte: Instituto Ilumina, em <http://www.ilumina.org.br/de95a2000.html>.

Assim, a ausência de investimentos no setor elétrico, iniciada com as restrições do programa do Fundo Monetário Internacional nos anos 1980, se estendia com o mau gerenciamento das privatizações, que não incentivaram a ampliação da capacidade de produção, e com a nova legislação que criava um novo ambiente de incertezas e, conseqüentemente, não incentivava novos investimentos.

Neste contexto, houve uma tentativa do governo de inserir mudanças na matriz energética do país apostando cada vez mais nas usinas termoelétricas, especialmente nas movidas a Gás (DIEESE 2007). Assim, o governo estipulou ações que visassem buscar novas parcerias para o fornecimento de gás, contudo, há uma preocupação frente a tal situação, já que o país não é autossuficiente na produção de gás natural e ficará subordinado às variações do câmbio. A expectativa governamental era de que o capital privado construísse termelétricas utilizando o gás natural importado da Bolívia, contudo a crise cambial de 1999 e as incertezas do marco regulatório anularam qualquer possibilidade de investimentos (TOLMASQUIM, 2000).

Assim, no início do novo milênio, o Brasil já vivenciava uma forte crise energética que o obrigou a estabelecer um forte racionamento de energia. A crise trouxe, portanto, um forte impacto econômico com o racionamento de energia que provocou a redução do crescimento econômico, o aumento do desemprego, o aumento do déficit da balança comercial, a perda de arrecadação de impostos, o efeito inflacionário, do grande inconveniente da privação de energia que afetou diretamente a população. Para combater a crise energética anunciada era necessário um programa de uso racional de geração e transmissão que pudesse reduzir os problemas associados com o mercado consumidor e garantir um melhor desempenho do setor elétrico (TOLMASQUIM, 2000).

Em 2003, o atual Governo de Luiz Inácio Lula da Silva, decidiu rever as bases do modelo institucional do setor elétrico, tendo em vista os motivos que provocaram o forte contingenciamento ocorrido entre junho de 2001 e fevereiro de 2002 que mostravam a necessidade de um novo rearranjo regulatório que proovesse os incentivos adequados aos novos investimentos, preservando os interesses dos diversos agentes do setor elétrico e consumidores, de modo a promover e garantir o bem-estar e a eficiência econômica (ALMEIDA e NEGRÃO, 2005).

O Brasil é dos poucos países que possui grandes disponibilidades de geração de energia a partir de uma fonte limpa, barata e renovável, a hidrelétrica, logo essa vantagem comparativa não deve ser desprezada. A energia proveniente de usinas termoelétricas poderia ter um papel complementar, mas jamais ser a base da produção do setor elétrico, já que a importação desta matéria prima coloca o Brasil numa situação de vulnerabilidade internacional. O país deve, portanto, aproveitar seu outro grande potencial, a biomassa, que pode desempenhar um papel fundamental na matriz energética brasileira. Assim, as alternativas para aumento da oferta de eletricidade no Brasil, devem ser incorporadas buscando sempre um desenvolvimento cada vez mais autossustentável.

6.2 A Matriz Energética Brasileira

Desde o seu descobrimento, o Brasil o utilizava a lenha como principal fonte de energia para sustentar os ciclos de sua economia. Os ciclos do açúcar e do ouro se desenvolveram e sustentaram através da utilização da lenha como fonte energética até que, com o ciclo do café, o carvão mineral importado da Inglaterra passou a substituí-la (FERNANDES e SANTOS, 2004).

Durante a I Guerra Mundial o fornecimento do carvão ficou comprometido e, somente no final da Guerra, passou-se a importar petróleo de forma consistente. A partir de 1930, iniciou-se com Vargas a instauração de um governo forte, centralizador, intervencionista, nacionalista e populista que promoveu o desenvolvimento do país e que, em 1934, criou o Código de Águas centralizando nas mãos da União a posse de todo o recurso hídrico nacional. Na década de 1950, o Brasil lançou as bases de sua produção de energia elétrica a partir da construção de usinas hidrelétricas (FERNANDES e SANTOS, 2004).

Quanto à sua matriz energética, pode-se dizer que o Brasil apresenta um grande diferencial em relação aos demais países do mundo, já que, enquanto as fontes de energia não renováveis como o petróleo, o carvão, o gás natural e a energia nuclear respondem por 86,3% das fontes primárias na produção de energia no mundo, no Brasil estas somam apenas 56,4%, como se pode perceber na Tabela 5 (DIEESE, 2007).

Tabela 5. Percentuais de Matriz Energética Mundial e do Brasil

	Mundo 06/2003	Brasil 12/2005
Petróleo	34,9	39,7
Carvão	23,5	6,5
Gás Natural	21,1	8,7
Combustível Renovável e Resíduos	11,4	29,1
Energia Nuclear	6,8	1,5
Hidrelétrica	2,3	14,5

Fonte: Agência Internacional de Petróleo e Ministério das Minas e Energia.

Elaboração: DIEESE.

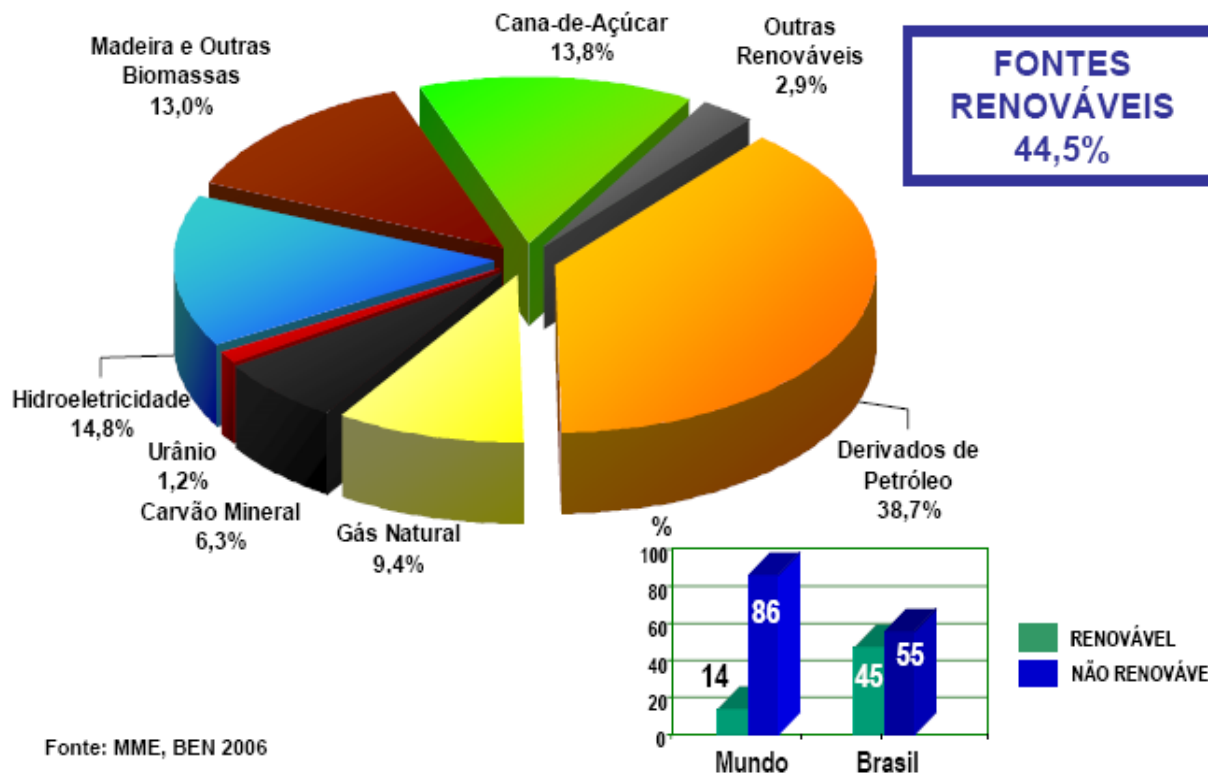
<http://www.dieese.org.br/notatecnica/notatec43PACehidrocarbonetos.pdf>

Diferentemente dos outros países do mundo o Brasil utiliza 29,1% de combustíveis e resíduos renováveis na sua matriz energética e 14,5% de sua energia é proveniente dos recursos hídricos. Assim, as fontes renováveis de energia totalizam juntas 43,4% da matriz energética brasileira, além de apresentarem um grande potencial de crescimento, seja por meio do aumento da oferta de energia hidrelétrica seja por meio do aumento da oferta de energia proveniente da biomassa (DIEESE, 2007).

O Brasil é um país que possui significativas vantagens comparativas pelo fato de possuir uma grande parte de fontes renováveis na matriz energética atual (hidroelétrica e biomassa) e potencial (solar, eólica); maior mega biodiversidade do planeta, além de inúmeras e expressivas florestas que produzem um serviço ambiental global absorvendo o carbono. Apesar disso, durante a negociação do Protocolo de Kyoto da Convenção de Mudança Climática (1997) o país teve uma posição defensiva e rígida aliando-se com países emergentes com matriz energética dependente de combustíveis fósseis como a China, Índia, Indonésia, México e Rússia (VIOLA, 1998).

A Figura 8 mostra a participação de cada fonte na matriz energética do Brasil em 2006.

Figura 8. Matriz Energética Brasileira em 2006



http://www.abrace.org.br/download/MT_Petro_8Encontro_PauloCosta_19062007.pdf

A matriz energética brasileira está, portanto, basicamente fundada na hidroeletricidade e na biomassa, ou seja, em recursos naturais renováveis. Assim, num contexto em que a quase totalidade dos países é fortemente dependente em combustíveis fósseis ou nuclear, o Brasil posiciona-se numa posição de vantagem por compor uma espécie de vanguarda mundial de uma nova matriz energética orientada para a sustentabilidade. Contudo, é necessário que o país esteja atento ao seu posicionamento internacional frente à defesa do uso de fontes renováveis, tendo em vista seu futuro como importante *player* no cenário de negociações de combustíveis provenientes dessas fontes (VIOLA, 1998).

Apesar de grande dependência do petróleo, maior até do que a média mundial (34,9%), a grande utilização de fontes renováveis e a autossuficiência brasileira na produção petrolífera lhe garantem uma situação confortável quanto à questão de sua segurança energética. Neste contexto, faz-se necessário identificar as principais fontes e sua importância na matriz energética brasileira.

6.2.1 Energia Hidrelétrica

Mais de 90% da capacidade de geração de energia do Brasil se baseia na utilização de suas bacias hidrográficas abundantes na força da gravidade (BENJAMIN, 2001). Assim, do total de energia elétrica gerada no Brasil, 95% são de origem hidráulica, mas o potencial desse tipo de fonte, de acordo com a Eletrobrás, poderá se esgotar no ano 2015, se mantido um ritmo regular de crescimento econômico, sendo que o percentual restante é gerado de forma termoelétrica ou nuclear (PEREIRA e COLLE, 2007).

A construção das usinas hidrelétricas foi impulsionada pela maior seca já registrada na história do país, entre 1951 e 1956 quando houve um forte racionamento energético, e pela vontade que o país tinha de crescer nesta década, o que consequentemente acarretaria numa maior necessidade de energia (BENJAMIN, 2001).

Este setor, apesar de ser estatal, nunca foi monolítico, já que se organizou em torno da Eletrobrás, uma *holding* criada em 1962, que trabalhava juntamente com empresas federais, estaduais e até com empresas privadas de menor porte, que transformaram o Brasil num campeão mundial de hidreletricidade. Assim, entre 1957 e 1995, a capacidade instalada saltou de 3.500 mWh para 55.000 mWh (BENJAMIN, 2001).

As usinas hidrelétricas construídas até hoje no Brasil correspondem a aproximadamente 34.000 km² de terras inundadas para construção dos reservatórios, e no deslocamento compulsório de cerca de 200 mil famílias compostas pelas comunidades ribeirinhas (BERMANN, 2002). Desta forma, o Brasil consolidou um sistema energético limpo, renovável e barato, com capacidade de estocar combustível para cinco anos e de transferir grandes blocos de energia do Sul para o Norte, do Nordeste para o Sudeste, gerenciando de forma integrada bacias hidrográficas fisicamente distantes milhares de quilômetros.

Com estabilização econômica alcançada após a implementação do Plano Real, a partir de 1994, houve um aumento crescente do consumo de energia no país devido às alterações do padrão de consumo. Desta forma, desde 1996, a Eletrobrás vem alertando para a possibilidade de as usinas não conseguirem suprir essa demanda devido principalmente ao aumento do consumo e a escassez de chuvas

que tende a piorar a situação de abastecimento de energia elétrica no país. Estas previsões se confirmam, portanto, no Plano Decenal da Eletrobrás 1997-2006 que previa que a capacidade hidráulica instalada não seria capaz de as expectativas de consumo (VELÁZQUEZ, 2000).

Assim, o então instalado modelo de grandes hidrelétricas com impactos socioambientais significativos parece que tem se esgotado e o governo tem buscado cada vez mais suprir esse déficit através de alternativas que utilizam os combustíveis fósseis para a geração de eletricidade, ao invés de focar-se no desenvolvimento de alternativas renováveis de menor impacto como as pequenas centrais elétricas, biomassa, energia solar e eólica (CAMARGO, COPOBIANCO e OLIVEIRA, 2002).

Neste contexto, o Brasil deveria buscar desenvolver seu potencial energético pela biomassa, já que esta vantagem comparativa lhe garante energia térmica e elétrica de forma sustentável e limpa independente das variações do mercado internacional.

6.2.2 Petróleo

Apesar dos abalos constantes no mercado de petróleo, iniciados pelos choques da década de 1970 e mais recentemente pelas ameaças terroristas, este combustível ainda é a principal base energética em que se apoia o desenvolvimento da maioria dos Estados. Se por um lado aumentaram-se os esforços no intuito de gerir a sua oferta buscando novas jazidas, por outro lado iniciou-se um movimento para desenvolver e implementar a utilização fontes renováveis de energia.

No Brasil, por exemplo, a produção aumentou de 9,33 milhões de m³ em 1977 para 36,41 milhões de m³ em 1992, de acordo com o Balanço Energético Nacional de 1993, o que significa um aumento de 290,20% em quinze anos (COMITRE, 1995).

Somente após meio século e com a criação da Petrobrás o Brasil conseguiu alcançar sua autossuficiência na produção de petróleo. As pesquisas geológicas indicam que somente 1% do solo brasileiro tem características morfológicas necessárias à formação de depósitos de hidrocarbonetos, o que é indicativo de uma potencialidade bastante limitada de suas reservas (DIEESE, 2007).

A crescente participação de empresas transnacionais na exploração do petróleo brasileiro tem contribuído para o aumento da produção do petróleo no país e acelerando o esgotamento das limitadas reservas que o país possui com a exportação dos excedentes, em especial para os Estados Unidos.

Assim, pelo fato do petróleo ser um energético estratégico, com reservas limitadas, que deve ser produzido em patamares próximos ao consumo nacional é necessário, portanto evitar a exportação de quantidades consideráveis que venham a comprometer o nível de nossas reservas no futuro (DIEESE, 2007).

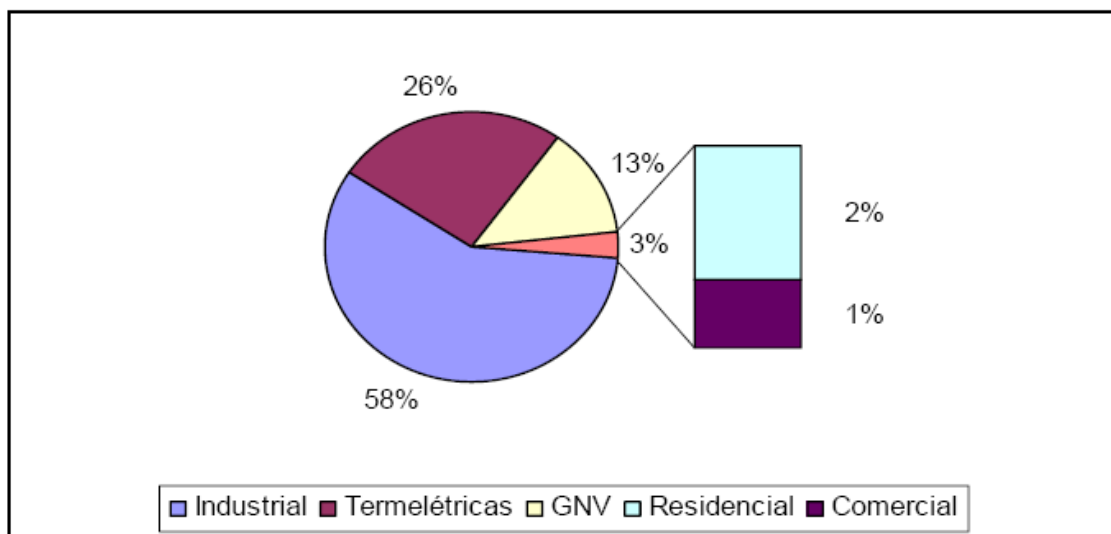
6.2.3 Gás Natural

A nascente de gás natural no Brasil ainda se encontra em seu estágio inicial já que pode ser caracterizada pela insuficiência de infraestrutura de transporte e distribuição e, assim, pela alta interdependência entre as decisões de investimento dos agentes que operam nos diversos segmentos da cadeia industrial (ALVEAL, 2003).

Assim, participação do gás natural como fonte energética no Brasil ainda é bastante limitada. Contudo, a atual estratégia da política governamental e desenvolver projetos de ampliação da oferta de gás natural para garantir sua maior participação na matriz energética brasileira (12%) ao longo dos próximos anos e, para tanto, já tem lançado bases para garantir o mercado para o gás natural, priorizando sua utilização como combustível para geração de energia termelétrica. Assim, o gasoduto que se estende da Bolívia até São Paulo faz parte desta estratégia (BERMANN, 2002).

A Figura 9 apresenta o perfil do mercado de gás natural em 2005. Assim, pode-se perceber que 58% deste combustível é utilizado na indústria, 28% em termelétricas e 13% para movimentar veículos.

Figura 9. Perfil do Mercado de Gás Natural no Brasil em 2005



Fonte: EIA, 2005.
Elaboração: DIEESE.

No entanto, o grande desafio consistia em viabilizar a utilização do gás natural, sendo que a solução para “garantir o mercado” estava em priorizar o seu uso para geração de eletricidade em termelétricas. Com esse objetivo, o governo FHC lançou em fevereiro de 2000 o Programa Prioritário de Termelétricas (BERMANN, 2002). Apesar deste esforço, poucos destes projetos foram implementados, principalmente pela devido aos altos custos de geração de eletricidade produzida nas usinas termelétricas, que é bastante superior ao das usinas hidrelétricas. Contudo, nos próximos anos o gás natural deverá exercer um papel essencial na matriz energética brasileira, já que as termelétricas vão funcionar como um “seguro” contra a possível escassez de geração de energia (DIEESE, 2007).

Uma grande questão para se discutir é a definição da prioridade de sua utilização, tendo em vista que sua utilização na indústria pode ser muito mais rentável e aproveitável que seu uso como combustível para veículos. O fato é que o país não é autossuficiente em gás natural, pois importa quase 50% do que consome sendo que não há perspectivas de reverter este quadro a médio prazo (DIEESE, 2007). Desta forma, é de extrema necessidade que se defina melhor e com maior profundidade, a utilização deste recurso natural não renovável e a sua importância na matriz energética do país.

O gás natural é uma das fontes de energia mais limpas com impactos ambientais reduzidos se comparado ao petróleo. Desta forma, deve-se pensar num marco regulatório que assegure a expansão da oferta e da demanda nos próximos anos.

6.2.4 Biomassa

No Brasil cerca de 30% das necessidades energéticas são supridas pela biomassa da seguinte forma (Fórum Capixaba de Mudanças Climáticas):

- Lenha para queima direta nas padarias e cerâmicas
- Carvão vegetal para redução de ferro gusa em fornos siderúrgicos e combustível alternativo nas fábricas de cimento do norte e do nordeste.
- No sul do país queimam carvão mineral, álcool etílico ou álcool metílico para fins carburantes e para indústria química.
- O bagaço de cana e outros resíduos combustíveis são utilizados na produção de vapor para gerar eletricidade.

Na primeira metade do século XX, a biomassa era responsável por cerca de 83% da Oferta Interna de Energia (OIE) do Brasil, sendo que 81% eram correspondentes a lenha e 2% a bagaço de cana. Contudo, o uso crescente dos derivados de petróleo, acompanhados em seguida da grande expansão da hidroeletricidade, reduziu a participação da biomassa na produção de energia do país até a década de 1970, quando a cana passou ser utilizada em maiores quantidade na produção de álcool e açúcar (PATUSCO, [SD]).

Com os sucessivos choques do petróleo nos anos 1970, o etanol deixou de ser apenas mais um subproduto da indústria canavieira. No Brasil, os estudos acerca do desenvolvimento de combustíveis alternativos ao petróleo e provenientes de fontes renováveis iniciaram-se nesta década, quando foi criado o Programa Nacional do Álcool (Proálcool). Assim, objetivo deste programa buscava a substituição da gasolina utilizada como combustível para veículos automotivos pelo etanol.

Neste cenário, os empresários do setor buscaram estimular a produção do álcool através de empréstimos a juros favorecidos e da garantia dos altos preços de

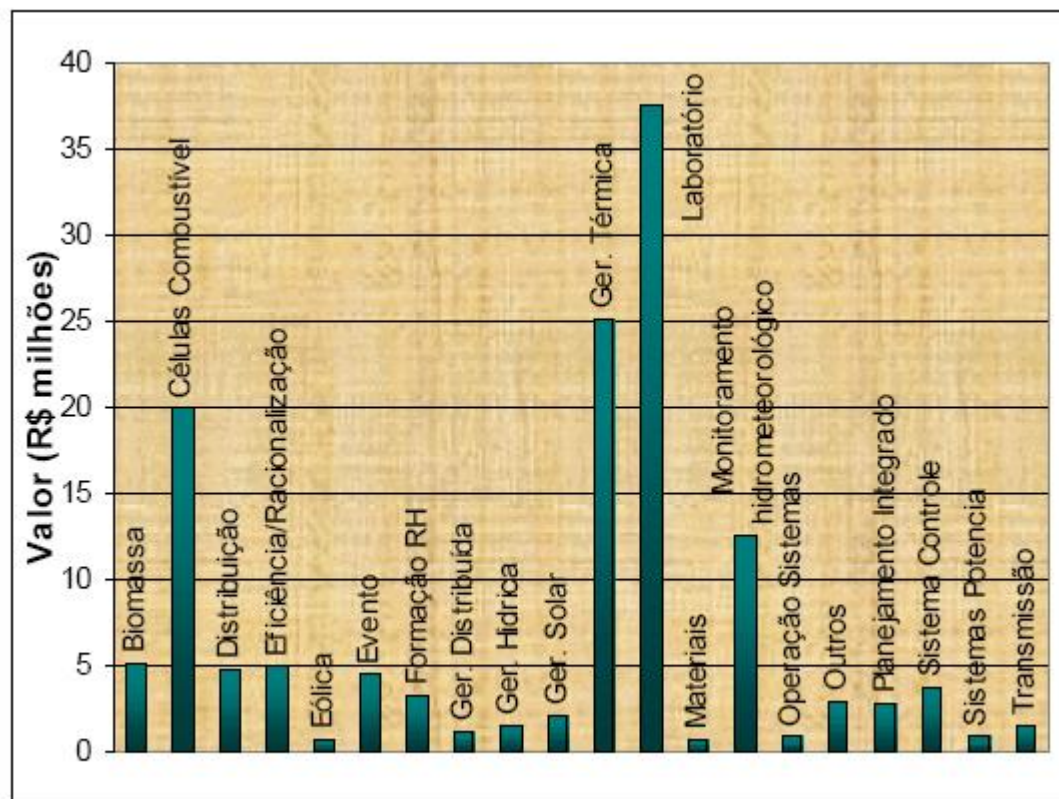
venda, o que permitiu que o país pudesse implementar seu parque industrial e alcançasse uma produtividade com níveis satisfatórios (ORTEGA FILHO, 2003). Desta forma, o Proálcool permitiu que Brasil desenvolvesse uma tecnologia única no mundo que lhe garante a autossuficiência na produção de um combustível renovável absolutamente independente das variações do mercado internacional de petróleo.

Inicialmente, estudos realizados sobre o potencial do uso da biomassa para produção de energia indicavam que, apesar das inúmeras vantagens para os setores envolvidos e os benefícios ambientais aportados, esta alternativa para produção de eletricidade ainda encontrava empecilhos consideráveis e principalmente tecnológicos que não permitiam a sua produção em larga escala (VELÁZQUEZ, 2000).

Contudo, tendo reconhecido o grande potencial de exploração da biomassa para produção de energia, o Brasil tem investido bastante nesta área de pesquisa e desenvolvimento de fontes de energia renovável. O custo da biomassa no país e a alta eficiência de sistemas modernos de geração de eletricidade têm justificado a maior atenção dada ao desenvolvimento dessas tecnologias no Brasil (JANNUZZI, 2003).

Pela primeira vez na história, o Brasil começa a dispor de recursos significativos para investir em atividades de pesquisa e desenvolvimento na área de energia renovável. Isto só foi possível a partir da criação de Fundos Setoriais, em particular os Fundos de Petróleo e Gás (CTPETRO) e de Energia (CTENERG) e da existência dos recursos das linhas tradicionais de fomento provenientes de organismos como o CNPq e FAPs (Fundações de Amparo a Pesquisas Estaduais) (JANNUZZI, 2003). A Figura 10 mostra os investimentos do CTENERG durante 2001-2002 por área temática.

Figura 10. Investimentos do CTENERG, segundo a área temática. 2001-2002



Disponível em: <http://www.iei-la.org/documents/RelIEI%202-64-01-03.pdf>

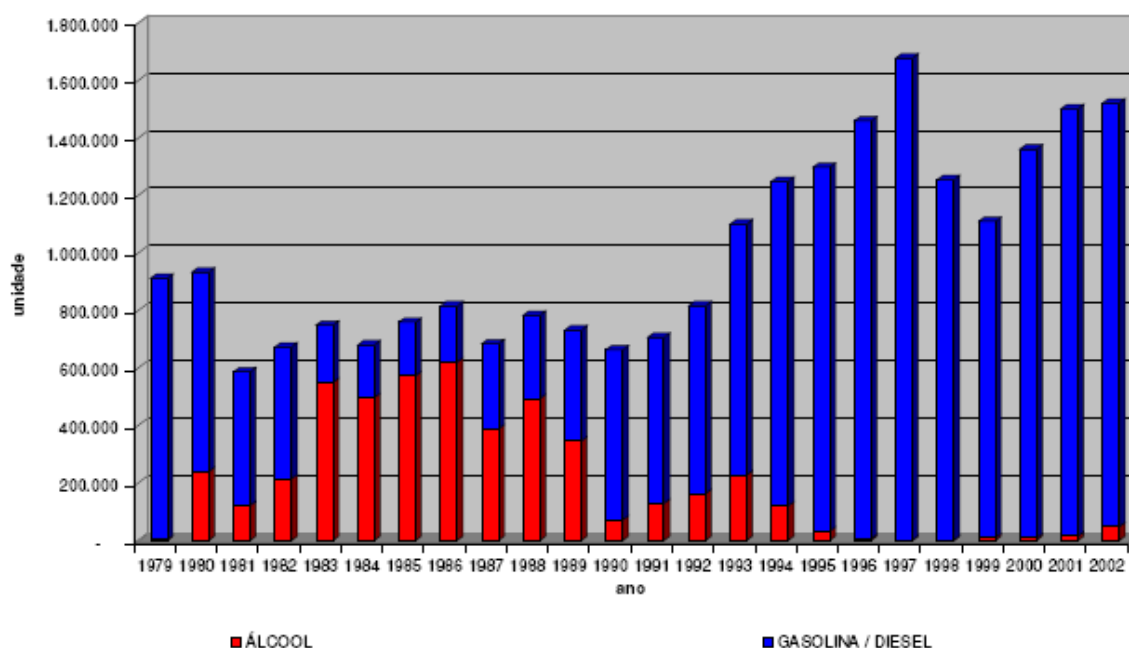
A cana de açúcar é a fonte de energia renovável oriunda da biomassa mais importante para o Brasil, já que é utilizada na produção de açúcar, álcool anidro (aditivo para a gasolina) e álcool hidratado, sendo que também pode ser aproveitada na geração de energia elétrica através da queima do bagaço (ORTEGA FILHO, 2003). Contudo, assim como todos os outros combustíveis, o etanol também provoca impactos ambientais. Alguns autores defendem que entre os principais impactos estão a grande liberação de carbono do solo orgânico, que é provocada pela cultura intensiva de cana-de-açúcar no lugar de florestas e terras de pastagem, e a grande necessidade de água na produção de etanol, já que, para cada litro de combustível são necessários aproximadamente quatro litros de água (PINTO, MELO e MENDONÇA, [SD]).

Em contrapartida, outros autores defendem que o etanol cumpre totalmente sua função de melhoria do meio ambiente e de reserva energética estratégica, já que o cultivo da cana de açúcar chega a absorver o equivalente a um quinto da

emissão de carbono, o que provoca uma redução anual de aproximadamente 39 milhões de toneladas de dióxido de carbono do total resultante da queima de todos combustíveis fósseis do Brasil (ORTEGA FILHO, 2003).

Contudo, a partir de 1985, houve um forte declínio do uso do etanol enquanto combustível para movimentar veículos, como se pode ver na Figura 11.

Figura 11. Evolução da produção de carros a álcool no Brasil, 1979 a 2002



Entre os vários fatores que provocaram esse declínio o principal foi a queda intensa dos preços internacionais do petróleo neste período, o que terminou provocando um certo desabastecimento de etanol em alguns lugares e, conseqüentemente, reduziu a confiança dos usuários no Programa. A partir de um então, utilizar um veículo movido a álcool já não representava mais uma vantagem tão significativa (ORTEGA FILHO, 2003).

Contudo, nos últimos anos, houve uma forte recuperação deste setor o que permitiu o aumento contínuo do consumo deste combustível. O etanol produzido através da cana de açúcar representa, portanto, um caso de sucesso tecnológico para o Brasil, já que a indústria da cana possui o maior sistema de energia comercial de biomassa no mundo, que utiliza o bagaço para geração de eletricidade (JANNUZZI, 2003).

Atualmente, a produção de álcool a partir da cana de açúcar está entre os maiores consumidores da biomassa do país e, com a escassez do petróleo, o Brasil tem muito a ganhar caso venha a exportar e este combustível ganhe a importância que o petróleo possui na economia dos países. A produção brasileira de etanol gira em torno de 17 bilhões de litros de por ano, sendo que, de acordo com o BNDES, seriam necessários mais oito bilhões de litros somente para atender o mercado interno e que, portanto, o Brasil deve expandir sua produção para outros países. Assim, objetivando controlar até 50% do mercado mundial de etanol, o BNDES prevê que o Brasil deve chegar a produzir 110 bilhões de litros por ano (PINTO, MELO e MENDONÇA, [SD]).

O Brasil tem vivenciado nas últimas décadas uma forte turbulência no setor elétrico devido ao descompasso entre o crescimento da oferta e da demanda de energia. Neste contexto, já se cogita a possibilidade de produção de energia térmica e elétrica a partir do uso de resíduos da cana-de-açúcar que possui diversas vantagens por ser uma fonte limpa, renovável e ilimitada. Assim, queimando-se o bagaço da cana obtém-se vapor para mover as turbinas que asseguram a autossuficiência de energia elétrica para as usinas e ainda produzem excedentes que podem ser vendidos às distribuidoras de eletricidade (ORTEGA FILHO, 2003).

Além disso, com o etanol, Brasil seria capaz de produzir e fornecer energia barata e “limpa” para os países desenvolvidos. Esta situação faz com que alguns autores acreditem que isto acontecerá mediante um novo processo de colonização, já que as políticas brasileiras para desenvolver este setor remontam o período do Brasil colonial, quando havia a presença e a apropriação de latifúndios, bens naturais e trabalho com uma intensa concentração da terra, da água, da renda e do poder.

O etanol é de fato o combustível que irá alterar a posição brasileira no cenário internacional e isso somente dependerá da forma como serão direcionadas suas políticas, seus acordos e parcerias internacionais. Assim, o Brasil poderá se inserir como um grande fornecedor de combustível para os grandes Estados desenvolvidos e, talvez, influenciar as regras do jogo, ou simplesmente se especializará novamente nas técnicas da monocultura e se alinhará de acordo com a política dos “gigantes”.

6.2.5 Biocombustível

“Biodiesel é um combustível de queima limpa, derivado da reação química de fontes naturais e renováveis, que tem sido testado em frotas de veículos automotores, com vistas à redução de gases de efeito estufa (...)” (FREITAS, 2004)

O uso de óleos vegetais em motores diesel, também conhecido como biodiesel, tem sido testado desde o surgimento desse tipo de motor no século XIX. No Brasil, as pesquisas e testes necessários para desenvolver o potencial deste combustível somente foram realizados nas décadas de 1970 e 1980, também impulsionados pela crise do petróleo (JANNUZZI, 2003). Contudo, a implantação e consolidação do Programa Nacional do Óleo no país encontrou inúmeras dificuldades que provocaram um forte desinteresse neste programa e fez com que fosse suplantado por outras alternativas mais viáveis como o Proálcool, nos anos 1970 (FREITAS, 2004).

Durante os anos 1990, alguns aspectos no cenário internacional voltaram a estimular o Brasil a repensar a sua produção de biocombustíveis a partir de óleos vegetais. Neste novo cenário apresentava-se a intensificação das pressões ambientais decorrente das mudanças climáticas globais associadas à elevação do preço do petróleo provocada pela Guerra do Golfo que retomou a preocupação dos Estados quanto à dependência energética desse insumo e seus derivados estimulando, novamente, a produção de combustíveis a partir fontes renováveis (FREITAS, 2004).

O Brasil possui uma grande vantagem comparativa devido à ampla diversidade de seu ecossistema, o que permite a existência de diversas fontes potenciais de oleaginosas para a produção de biodiesel. (LABORATÓRIO DE DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIAS LIMPAS, 2005). A produção de biodiesel, apesar de ser um combustível renovável, depende da oferta das matérias-primas como o álcool e óleos vegetais (FREITAS, 2004).

Atualmente, a capacidade de produção das usinas no Brasil é de 800 milhões de litros de biodiesel por ano, que são utilizados na mistura de 2% ao diesel comum, sendo que a meta estabelecida pelas empresas do setor é alcançar a um bilhão de litros por ano até 2008, quando a previsão é adicionar 5% ao combustível fóssil (PINTO, MELO e MENDONÇA, [SD]). No Brasil, a única oleaginosa produzida em

escala é a soja, de modo que é quase consenso sua utilização na primeira fase de implantação do biodiesel. Contudo, a obtenção de óleo a partir de girassóis também tem mostrado um grande potencial para produção do biodiesel (FREITAS, 2004).

6.3 O Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) e o Setor Energético

O PAC foi desenvolvido e lançado pelo Governo Federal em 22 de janeiro de 2007 e prevê a realização de investimentos nas áreas de infraestrutura logística, energética, social e urbana, cujo objetivo principal é elevar os baixos índices de crescimento do país até 2010. Este programa tem propostas que visam enfrentar os principais gargalos da economia do país para garantir seu crescimento nos próximos anos. Quanto à questão da infraestrutura o programa vai fomentar investimentos de R\$ 503,9 bilhões nas áreas de transporte, energia, saneamento, habitação e recursos hídricos, sendo R\$ 67,8 bilhões do orçamento do governo federal e R\$ 436,1 bilhões das empresas estatais e do setor privado (CAFFÉ e GÓIS, 2007).

Dentre as principais preocupações do governo está o setor energético para o qual está previsto 54,5% do total dos recursos do programa, especificamente para o setor de hidrocarbonetos. Desta forma, o governo prevê as seguintes medidas para o setor de hidrocarbonetos e energias alternativas para o país:

“Garantir, no longo prazo, a autossuficiência sustentada do Brasil em petróleo, com produção mínima 20% acima do consumo nacional, relação reserva produção mínima de 15 anos e aumento da produção de óleos leves; ampliar e modernizar o parque de refino, aumentando a participação do óleo nacional na carga processada e melhorando a qualidade dos derivados; acelerar a produção e a oferta de GN; além de assegurar a liderança na área de biocombustíveis”

(JÄGER e CARARINE, 2007).

O desenvolvimento do setor energético tem prioridade neste programa de crescimento, pois somente com a expansão da capacidade da oferta de energia no país poderá lançar as bases de um desenvolvimento econômico perene e sustentável. Assim, cabe ao país fortalecer as bases deste setor para garantir sua segurança energética e, conseqüentemente, o seu crescimento econômico.

6.4 A inserção brasileira no cenário internacional a partir da exploração de seu potencial de fontes energéticas renováveis

Analisar a inserção do Brasil no cenário internacional a partir da exploração de seu potencial de fontes renováveis ainda é uma tarefa difícil, tendo em vista que, apesar do grande potencial do país, este setor apenas começou a ganhar impulso e importância nas últimas duas décadas. Contudo, após ter-se analisado o perfil da matriz energética brasileira e seu grande potencial de energias renováveis já explorados, podemos descrever algumas diretrizes passíveis de serem concretizadas.

De acordo com o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA) do Ministério de Minas e Energia, o Brasil apresenta situação privilegiada em termos de utilização de fontes renováveis de energia, já que no país, 43,9% da Oferta Interna de Energia (OIE) é proveniente de fontes renováveis, enquanto que a média mundial é de 14% e nos países desenvolvidos, de apenas 6%.

O que se tem percebido recentemente é que a contribuição das energias renováveis vem caindo na matriz brasileira. Em 1992, a utilização de energias renováveis na matriz energética do país correspondia a 47,2% do total, enquanto que em 2000 representavam apenas 39,4% (IBGE, 2002).

As estimativas de planejamento no Plano Plurianual de 1997 apontam que, até 2009, a geração de energia por termelétricas a gás natural, carvão e nuclear vai triplicar, fazendo com que estas energias cheguem a representar 20% da matriz brasileira, enquanto que a geração por energias alternativas vai contribuir com somente 0,3% da capacidade geradora. Esta situação evidenciou-se principalmente devido à constatação de que o país não conseguiria suprir a demanda energética do crescimento somente com a insuficiente produção das usinas hidrelétricas (MUYLAERT *et al.*, 2001; CAMARGO, COPOBIANCO e OLIVEIRA, 2002).

Nesse começo de século, duas Portarias ministeriais já evidenciaram a preocupação do governo brasileiro quanto à utilização de fontes alternativas de energia. A primeira, em 2001, criou o Programa de Produção de Biomassa Energética em Assentamentos do INCRA na Amazônia (Probioamazon) e a

segunda, em 2002, o Programa Brasileiro de Biodiesel (Probi biodiesel) (FREITAS, 2004).

Apesar destes esforços, o governo deveria substituir o uso do gás natural nas usinas termelétricas por alternativas provenientes de seu grande potencial oriundo da biomassa. Além disso, a demanda mundial por combustíveis renováveis é cada vez mais crescente. Assim, a produção de álcool já está consolidada e a de biodiesel é considerada estratégica para o país.

Neste contexto, o Brasil poderá se inserir no cenário internacional como um importante produtor de combustíveis considerando a progressiva redução no consumo do petróleo. Para tanto, é necessário investir cada vez mais na pesquisa, no desenvolvimento e na produção destes combustíveis para primeiramente garantir sua segurança e autossuficiência e, posteriormente, poder suprir parte da demanda internacional.

7 CONCLUSÃO

No decorrer da história, a energia tem sido agente de transformação e de poder. Desta forma, o problema da geração de energia no mundo moderno tem sido um importante fator que tem determinado os temas das agendas dos Estados e, principalmente, sua inserção no cenário internacional.

Com o advento da Revolução Industrial, a demanda pelas fontes energéticas tornou-se crucial para assegurar o desenvolvimento dos países. Assim, com o desenvolvimento do moderno sistema estatal do Século XX, o setor energético tornou-se fundamental para o desenvolvimento industrial das nações, já que é indispensável quando se objetiva alcançar a prosperidade econômica e garantir o bem-estar de uma nação. Neste contexto, os combustíveis fósseis tornaram-se os alicerces do crescimento industrial e, conseqüentemente, passaram a ser uma questão de grandes disputas entre Estados no cenário internacional.

O Mercado Brasileiro de Energia Elétrica vem enfrentando, nos últimos anos, grandes turbulências, fato que se deveu, principalmente, ao crescimento contínuo da demanda e a inflexibilização da oferta. Desta forma, desde o final do século passado, o país tem demonstrado um grande interesse em desenvolver e aprimorar o uso de energias renováveis, com o intuito de diversificar suas fontes de geração de energia.

O Brasil utiliza bastante o seu potencial hídrico para produzir energia elétrica, contudo, tem percebido que se faz cada vez mais necessária a diversificação de sua matriz energética. O grande objetivo dessa diversificação busca reduzir o risco de um novo déficit hidrológico, que levou à crise e ao racionamento de 2001 e 2002, além de desenvolver combustíveis que podem garantir sua segurança energética. Desta forma, muitos autores acreditam que assegurar o crescimento da oferta de energia necessária para o desenvolvimento com inclusão social é um grande desafio que se coloca para o país nos próximos anos.

Em 2007, o governo federal desenvolveu um Programa de Aceleração do Crescimento que tem como objetivo principal eliminar os gargalos da economia e elevar os baixos índices de crescimento apresentados pelo país nas últimas décadas. Desta forma, o investimento no setor energético é crucial para dar sustentabilidade a este crescimento. Todavia, embora o governo preveja grandes

investimentos para o setor energético, é necessário saber exatamente onde alocar tais recursos.

O que se tem percebido no cenário nacional é uma redução da participação das fontes energéticas renováveis na matriz energética brasileira devido à ativação das usinas termoelétricas, especialmente as movidas à gás natural. O fato do país não ser autossuficiente na produção de gás natural, o torna vulnerável e dependente das variações do câmbio e de negociações com os países produtores.

Com significativa presença na economia brasileira, a cultura da cana-de-açúcar vem gerando divisas desde a colonização do país. Desta forma, o Brasil deveria aproveitar seu potencial único de geração de energia através da biomassa e alocar os investimentos do governo federal para o setor energético, focando no desenvolvimento em grande escala de combustíveis renováveis, inclusive para produção de energia elétrica.

De uma maneira geral, a matriz energética no Brasil costuma ser caracterizada como limpa. O Brasil se destaca positivamente, em termos de eficiência econômica, na geração de carbono, fato que se deve, principalmente, à importância da utilização da energia renovável na matriz energética do país.

Com a prevista escassez das jazidas de petróleo, o crescimento industrial no mundo deve ser alicerçado em outros combustíveis. A crescente preocupação dos países com as questões ambientais e o aquecimento global tem apontado para uma preferência mundial para o uso de fontes limpas e renováveis de energia. Assim, o Brasil deve atentar-se para desenvolver a biomassa na produção de combustíveis, como forma de fortalecer seus recursos de poder.

Neste contexto, o Brasil deve utilizar o grande potencial de sua biodiversidade e a tecnologia para produzir combustíveis renováveis, como já faz com o etanol. O país tem a pretensão de tornar-se responsável por até 50% do fornecimento mundial de álcool e, tendo isso consolidado, terá condições de atuar com grande poder de barganha no cenário internacional.

A probabilidade para futuro é que não haja mais uma fonte de energia hegemônica, como petróleo, tendo em vista que existem muitas fontes energéticas renováveis, e todas com grande potencial de produção. Nesse sentido, o Brasil tem

capacidade de desenvolver e utilizar energia proveniente das diversas fontes renováveis, oriundas de sua biodiversidade presente em seu amplo território.

A transição mundial para a nova era da substituição dos combustíveis fósseis pelo uso de energias limpas e renováveis, já começou. A segurança energética se tornou, durante o Século XX, um tema de segurança nacional, visto que, sem energia, a hegemonia e os interesses de um país podem ser prejudicados. Assim, o governo deve incentivar a diversificação da matriz energética do país e fundamentar seu crescimento através de fontes energéticas que lhe permitam assegurar sua autossuficiência.

O Brasil tem, portanto, um grande potencial energético ainda pouco explorado. Garantir sua autossuficiência energética tem que ser uma meta do governo para garantir o crescimento industrial do país, bem como, aumentar os recursos de poder interno e, conseqüentemente, alterar suas relações de poder no cenário internacional.

8 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Denizart do Rosário; NEGRÃO, Andréa Costa Amâncio. **Expansão Sustentada do Setor Elétrico Brasileiro**: desafio para a regulação e espaço para a empresa estatal. Prêmio DEST/MP de monografias estatais. Novembro/2005
<http://www.eletronbras.gov.br/elb/portal/data/Pages/LUMISAB255DD0PTBRIE.htm#Setor%20Elétrico>

ALVEAL, Carmen. **Evolução da Indústria de Petróleo**: Nascimento e Desenvolvimento. Economia e Gestão em Energia. Curso de Especialização. COPPEAD-IE/UFRJ. Rio de Janeiro, 2003.
http://www.gee.ie.ufrj.br/publicacoes/pdf/2003_evol_ind_bras_nasc_desenv.pdf

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Atlas da Energia Elétrica no Brasil**. 2º Edição. 2007 [http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/08-Carvao\(2\).pdf](http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/08-Carvao(2).pdf)

BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL 2003
http://www.cteep.com.br/_docs/setor/estante/balanco/balanco_energetico_nacional.pdf
<http://www.fem.unicamp.br/~em313/paginas/esolar/esolar.html>

BENJAMIM, César. **Foi loucura, mas houve método nela: gênese, dinâmica e sentido da crise energética brasileira**. Maio de 2001.
http://www.labee.ufsc.br/arquivos/publicacoes/texto_crise_energia_Brasil.pdf

BERMANN, Célio. **A perspectiva da sociedade brasileira sobre a definição e implementação de uma política energética sustentável – uma avaliação da política oficial**. Projeto Brasil Sustentável e Democrático. Câmara do Deputados, Brasília, DF, 18-20 de junho de 2002.
<http://www.riosvivos.org.br/arquivos/571566216.pdf>

BROWN, Lester. **Universidade Livre da Mata Atlântica**, 2003.
<http://66.102.1.104/scholar?hl=pt-BR&lr=&q=cache:0RVwNJJup4YJ:www.sustentabilidade.org.br/portal/downloads/ECO%2520%2520ECONOMIA.pdf+ENERGIA+EOLICA>

CAFFÉ, Jorge Tadeu Dantas; GÓIS, Zélia Maria Abreu. **Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) na Bahia**: vertente da infra-estrutura. Conj. & Planej., Salvador, n.155, p.36-45, abr./jun. 2007
http://www.sei.ba.gov.br/publicacoes/publicacoes_sei/bahia_analise/conj_planejamento/pdf/c&p155/06%20pac.pdf

CAMARGO, Aspásia; CAPOBIANCO, João Paulo; OLIVEIRA, José Antonio Puppim Central. **Os Desafios da Sustentabilidade no Período Pós-Rio 92: uma Avaliação da Situação Brasileira**. Meio Ambiente Brasil: Avanços e Obstáculos Pós-Rio-1992. São Paulo: Editora Estação Liberdade (ISBN: 85-7448-061-4). Parte I e Evolução das Resoluções da Rio-92, pp. 21-48, 2002.
<http://www.cepal.org/dmaah/noticias/paginas/9/28579/MeioAmbienteBrasil-2002.pdf>

CERVO, Amado Luiz. Política Exterior e Relações Internacionais do Brasil: Enforque Paradigmático. **Revista Brasileira de Relações Internacionais**. Julho a dezembro de 2003, vol. 46, número 002. Instituto Brasileiro de Relações Internacionais, Brasília- DF. <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/358/35846201.pdf>

COMITRE, Valéria. **A questão energética e o padrão tecnológico da agricultura brasileira**. Informações Econômicas, SP, v.25, n.12, dez. 1995.
<ftp://ftp.sp.gov.br/ftpiea/tec2-1295.pdf>

DIEESE (Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos). **O PAC, o setor de hidrocarbonetos e a matriz energética brasileira**. Nota Técnica. Número 43, abril de 2007.
<http://www.dieese.org.br/notatecnica/notatec43PACehidrocarbonetos.pdf>

DIEESE. **A Crise de Energia - Possíveis Impactos**.
<http://www.dieese.org.br/esp/energia/dieese/ACriseEnergia.rtf> 2007

FCMC. Fórum Capixaba de Mudanças Climáticas e Uso da Água. **Energia Hídrica/Elétrica** 2007
http://www.fcmc.es.gov.br/download/Energia_hidricaeletrica.pdf

FERNANDES, Carlos Arthur de Oliveira; GUARONGUI, Vinícius Mendes. **Energia Solar** [SD] <http://www.fem.unicamp.br/~em313/paginas/esolar/esolar.html>

FRAIDENRAICH, Naum. **Tecnologia Solar no Brasil. Os próximos 20 anos**. Universidade Federal de Pernambuco, 2008
<http://libdigi.unicamp.br/document/?view=13>

FREITAS, Silene Maria de. Biodiesel à base de óleo de soja é a melhor alternativa para o Brasil? **Informações Econômicas**, SP, v.34, n.1, jan. 2004.
<http://www.iea.sp.gov.br/out/publicacoes/pdf/seto3-0104.pdf>

FREITAS, Silene Maria de; FREDO, Carlos Eduardo. Fontes Energéticas e Protocolo de Kyoto: a posição do Brasil. **Informações Econômicas**, SP, v.35, n.5, maio 2005.

GANDRA, Alana. **Para ambientalista, energia nuclear é cara e deve ser descartada**. Maio de 2007
<http://www.agenciabrasil.gov.br/noticias/2007/05/04/materia.2007-05-04.4458662594/view>

GOLDENBERG, José. Pesquisa e desenvolvimento na Área de Energia. **São Paulo Perspec.** v.14 n.3 São Paulo, jul./set.2000.
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-88392000000300014&lng=pt&nrm=iso

GOMES, Aramis Pereira; FERREIRA, José Alcides F., ALBUQUERQUE, Luiz Fernando de; SUFFERT, Telmo. **Dossiê Recursos Naturais: carvão fóssil**. Estud. AV. Vol. 12, nº 33, São Paulo, May/Aug. 1998
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40141998000200006

GONÇALVES, Williams. **Relações Internacionais**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. [2001?].
http://www.cedep.ifch.ufrgs.br/Textos_Elet/pdf/WilliamsRR.II.pdf

GREENPEACE. **Energias Sujas: Nuclear e Combustíveis Fósseis**. 2008
http://www.greenpeace.org.br/tour2004_energia/renovaveis.php?pagina=sujas

GUERRINI, Iria Muller. **Fontes Alternativas de Energia**. USP-São Carlos. 24/08/2001.
http://fisica.cdcc.sc.usp.br/olimpiadas/01/artigo1/fontes_eletrica.html

HERZ, Mônica. **Teoria das Relações Internacionais no Pós-Guerra Fria**. vol. 40 no. 2, Rio de Janeiro, 1997. http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0011-52581997000200006&script=sci_arttext&tlng=

JÄGER, Henrique; CARARINE, Cloviomar. **O programa de aceleração econômica, o setor de hidrocarbonetos e o debate estratégico da matriz energética brasileira.** Março de 2007. <http://www.fup.org.br/dieese1.pdf>

JANNUZZI, Gilberto de Martino. **Uma Avaliação das Atividades Recentes de P&D em Energia Renovável no Brasil e Reflexões para o Futuro.** Departamento de Energia Universidade Estadual de Campinas. Julho 2003 <http://www.iei-la.org/documents/RelIEI%202-64-01-03.pdf>

LABORATÓRIO DE DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIAS LIMPAS (LADETEL /USP-RP). **Biodiesel: estratégias para produção e uso no Brasil.** In: BODIESEL:ESTRATÉGIAS PARA PRODUÇÃO E USO NO BRASIL, 2005, São Paulo: Unicorp, 26-27, abr. 2005. Anais. v.1, p. 34-37.

LUCCHESI, Celso Fernando. **Petróleo.** Estudos Avançados 12 (33), 1998 <http://www.scielo.br/pdf/ea/v12n33/v12n33a03.pdf>

ORTEGA FILHO, Sylvio. **O Potencial da Agroindústria Canavieira do Brasil.** Faculdade de Ciências Farmacêuticas – USP. Dezembro de 2003. http://www.fcf.usp.br/Departamentos/FBT/HP_Professores/Penna/EstudoDirigido/Agroindustria_Canavieira.pdf

PATUSCO, João Antônio Moreira. **Biomassa e Geração Elétrica.** Coordenadoria-Geral de Estudos Integrados, Ministério de Minas e Energia/Brasil [SD] <http://ecen.com/content/eee5/biomas.htm>

PEREIRA, A.B.; VILLA NOVA, N.A. Modelo de estimativa do potencial de energia solar diária disponível no município de Botucatu, SP, Brasil. **Energia na Agricultura**, v.13, p.38-50. 1998.

PETROBRÁS. **O que é o Petróleo?** Centro de Estudos do Petróleo – CEPTRÓ, 2007. http://www.ceptro.unicamp.br/petroleo/index_petroleo.html

PINTO, Edivan; MELO, Marluce; MENDONÇA, Maria Luisa. **O Mito dos Biocombustíveis** [SD] http://www.gritodosexcluidos.com.br/artigosSemanais/artSem198/artigo_o_mito_dos_biocombustiveis.pdf

ROCHA, Antônio Jorge Ramalho da. Por uma compreensão crítica das teorias das relações internacionais. **Revista Cena Internacional.** 3 (1): 79-116 [2001] <http://ftp.unb.br/pub/download/ipr/rel/cena/2001/3281.pdf>

ROSA, Rui Namorado. **A Idade do Petróleo.** 13/08/2004 http://resistir.info/rui/idade_petroleo.html

ROSS, Andrew L. **A Teoria e Prática das Relações Internacionais Perspectivas Analíticas em Disputa.** 1999. <http://www.nwc.navy.mil/academics/courses/nsdm/documents/Chapter4.doc>

SANTANA, Carlos Ribeiro. O aprofundamento das relações do Brasil com os países do Oriente Médio durante os dois choques do petróleo da década de 1970: um exemplo de ação pragmática. **Revista Brasileira de Política Internacional.** Vol.49 no.2, Brasília, July/Dec. 2006.

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-73292006000200009&lng=en&nrm=iso

SARFATI, Gilberto. **Teoria das Relações Internacionais**. São Paulo: Editora Saraiva, 2006

SCHUCHARDT, Ulf; RIBEIRO, Marcelo L. A Indústria Petroquímica no Próximo Século: como substituir o petróleo como matéria-prima? Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas. **Química Nova**, Vol. 24, No. 2, 247-251, 2001. <http://www.scielo.br/pdf/qn/v24n2/4288.pdf>

TOLMASQUIM, Marcos. As Origens da Crise Energética Brasileira. **Ambiente & Sociedade**. Ano III - No 6/7 - 1º Semestre de 2000/2º Semestre de 2000 <http://www.scielo.br/pdf/asoc/n6-7/20435.pdf>

VELÁZQUEZ, Sílvia Maria Stortini González. **A cogeração de energia no segmento de papel e celulose: contribuição à matriz energética brasileira**. Universidade de São Paulo. Programas Interunidades de Pós Graduação em Energia. São Paulo 2000. http://www.iee.usp.br/biblioteca/producao/2000/teses/Silvia%20M_S_G_Vel%E1zquez.pdf

VIOLA, Eduardo. **A globalização da política ambiental no Brasil, 1990-1998**. Julho de 1998. <http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/ar/libros/lasa98/Viola.pdf>

WEBER, Ana Carolina. **Evolução Petrolífera: Impactos no Atual Modelo Brasileiro**. Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás – IBP. 2004. http://www.portalabpg.org.br/PDPetro/3/trabalhos/IBP0379_05.pdf