

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA**

GIOVANA SOUZA FREITAS

**AS MODIFICAÇÕES NA MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA E AS
IMPLICAÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO SÓCIO-ECONÔMICO E
AMBIENTAL**

Porto Alegre
2011

GIOVANA SOUZA FREITAS

**AS MODIFICAÇÕES NA MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA E AS
IMPLICAÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO SÓCIO-ECONÔMICO E
AMBIENTAL**

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Faculdade de Ciências Econômicas da UFRGS, como quesito parcial para obtenção do título de Doutor em Economia. Área de concentração: Economia do Desenvolvimento.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Dathein

Porto Alegre
2011

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)
Responsável: Biblioteca Gládis W. do Amaral, Faculdade de Ciências Econômicas da UFRGS

F862m Freitas, Giovana Souza
As modificações na matriz energética brasileira e as implicações para o desenvolvimento sócio-econômico e ambiental / Giovana Souza Freitas. – Porto Alegre, 2011.
232 f.: il.

Orientador: Ricardo Dathein

Ênfase em Economia do Desenvolvimento.

Tese (Doutorado em Economia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Ciências Econômicas, Programa de Pós-Graduação em Economia, Porto Alegre, 2011.

1. Economia : Energia : Meio Ambiente. 2. Política energética : Sustentabilidade : Brasil. I. Dathein, Ricardo. II. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Ciências Econômicas. Programa de Pós-Graduação em Economia. III. Título.

CDU 620.9(81)

GIOVANA SOUZA FREITAS

**AS MODIFICAÇÕES NA MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA E AS
IMPLICAÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO SÓCIO-ECONÔMICO E
AMBIENTAL**

Aprovada em 25 de outubro de 2011.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Ricardo Dathein - Orientador - UFRGS

Prof. Dr. Luciano Losekann - UFF

Prof. Dr. Hélio Henkin - UFRGS

Prof. Dr^a. Marcilene Aparecida Martins - UFRGS

Dedico esta tese a minha filha Ana Vitória,
como exemplo de esforço e determinação
para alcançar aquilo que julgamos
importante.

RESUMO

As modificações que devem ser empreendidas na matriz energética brasileira no intuito de torná-la mais eficiente, tendo a preocupação de contribuir para o desenvolvimento socioeconômico e ambiental, configuram o tema de interesse desta pesquisa. Busca-se identificar qual a matriz energética mais adequada para o Brasil, a ponto de que consiga viabilizar o crescimento econômico, promover avanços sociais e contribuir para a preservação ambiental. Para tanto, tem-se como objetivo geral, identificar e analisar as modificações que ocorrem na matriz energética brasileira, avaliando as implicações econômicas, sociais e ambientais. Constatou-se que as modificações previstas devem tornar a matriz menos poluente em termos percentuais; que as nações devem trabalhar incisivamente no propósito de aumentar o acesso da população aos serviços de energia; que os custos de produção de energia renovável deverão ser reduzidos, em função da diminuição do custo de aprendizagem e da inserção de novas tecnologias nessa área. Diante disso, esta pesquisa infere que esforços sejam firmados pelo setor energético para que a matriz brasileira seja composta por combustíveis fósseis (desde que estes continuem reduzindo-se, gradativamente, e acompanhados de investimentos para descoberta de novas tecnologias que permitam diminuir os níveis de poluição atmosférica); de um aumento cada vez mais acentuado na utilização de biocombustíveis e da intensificação (maior que a prevista no planejamento energético) da produção de energia a partir de fontes renováveis, o que deve contribuir para uma melhoria no nível de desenvolvimento sócio-econômico e ambiental.

Palavras-chave: Energia, Desenvolvimento e Sustentabilidade.

ABSTRACT

The changes that must be enterprise in brazilian energetic matrix in the intuit to became more efficient and which has the preoccupation to contribute for the social-economic environmental development, configure the main subject of this search. We try to identify which energetic matrix is more adequate for Brazil, thus, we can achieve the economic development, promote the social progress and contribute for environmental preservation .For this reason, we have as a general goal, identify and analyze the modifications which occur in Brazilian energetic matrix, evaluating the economic, social and environmental implications. We find out that the previous changes must became the matrix less pollutant in percentile terms and also, that the nations must work, incisively, in the proposal to increase the access of the population to the energy services, we also find out that the costs to produce renewable energy must be diminished in terms of the reduction of the cost in learning and the insertion of new technologies in this domain. Consequently, this search infers that the efforts should be established by the energetic sector to brazilian matrix being composed by fossil fuel (since this fossil fuel continues reducing itself , progressively, and followed by investments for searches of new technologies which permit decrease the levels of atmospheric pollution);and also an increasing more accentuated in the utilization of biofuel and the intensification (more than the prior energetic planning) of energy production from the renewable sources which contribute to the improvement in the levels of socio economic and environmental development.

Key-words: Energy, Development, Sustainability

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Matriz energética mundial em 2004.....	50
Figura 2 - Gráfico do consumo de petróleo nos países da OCDE e no resto do mundo entre 1980 e 2009.....	51
Figura 3 - Gráfico do consumo de carvão mineral nos países da OCDE e no resto do mundo entre 1980 e 2009.....	52
Figura 4 - Gráfico do consumo de gás natural nos países da OCDE e no resto do mundo entre 1980 e 2009.....	53
Figura 5 - Gráfico da produção de petróleo nos países da OCDE e no resto do mundo entre 1980 e 2009.....	55
Figura 6 - Gráfico da produção de carvão mineral nos países da OCDE e no resto do mundo entre 1980 e 2009.....	56
Figura 7 - Gráfico da produção de gás natural nos países da OCDE e no resto do mundo entre 1980 e 2009.....	57
Figura 8 - Gráfico das reservas de petróleo nos países da OCDE e no resto do mundo entre 1980 e 2009.....	59
Figura 9 - Gráfico das reservas de gás natural nos países da OCDE e no resto do mundo entre 1980 e 2009.....	60
Figura 10 - Gráfico das reservas de carvão mineral nos países da OCDE e no resto do mundo no ano de 2005.....	61
Figura 11 - Consumo de energia primária, de petróleo, gás natural e carvão nos países da OCDE e no resto do mundo entre 1978 e 2008.....	61
Figura 12 - Relação entre PIB, população e consumo de energia primária nos países da OCDE e no resto do mundo.....	63
Figura 13 - Gráfico do consumo de biocombustíveis nos países da OCDE e no resto do mundo entre 2000 e 2008.....	64
Figura 14 - Potencial de utilização de energia eólica e solar em algumas nações selecionadas e no resto do mundo.....	65
Figura 15 - Matriz energética brasileira em 2006.....	67
Figura 16 - Gráfico do consumo de petróleo no Brasil entre 1980 e 2009.....	68
Figura 17 - Gráfico do consumo de energia hidráulica no Brasil entre 1980 e 2009...	69
Figura 18 - Gráfico do consumo de cana-de-açúcar no Brasil entre 1980 e 2009.....	70

Figura 19 - Gráfico do consumo de lenha no Brasil entre 1980 e 2009.....	80
Figura 20 - Gráfico do preço médio anual de petróleo entre 1970 e 2000.....	72
Figura 21 - Gráfico da produção de petróleo, energia hidráulica, cana-de-açúcar e lenha no Brasil entre 1980 e 2009.....	75
Figura 22 - O Sistema Interligado Nacional (SIN) em 2009.....	78
Figura 23 - Estrutura organizacional do MME.....	98
Figura 24 - Gráfico das emissões de dióxido de carbono per capita em países selecionados (em toneladas).....	178
Figura 25 - Gráfico do consumo total de energia per capita em países selecionados (em kilogramas equivalentes de petróleo).....	182

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Consumo de Energia e População Mundial (em 1990).....	35
Tabela 2 - As necessidades básicas do ser humano e os indicadores que permitem mensurá-las.....	37
Tabela 3 - Evolução do consumo mundial de energia em milhões de tep.....	54
Tabela 4 - Reservas mundiais de petróleo e gás em 2002 (em %)......	58
Tabela 5 - Participação das diferentes fontes em (%) na matriz energética mundial e a oferta total de energia no período 1980-2007.....	66
Tabela 6 - Reservas de petróleo provadas líquidas existentes no Brasil.....	76
Tabela 7 - Potencial hidráulico para fins de geração de energia no Brasil e por região	77
Tabela 8 - Participação das diferentes fontes em (%) na matriz energética brasileira e a oferta total de energia no período 1980-2008.....	80
Tabela 9 - Custos de produção para obtenção de energias renováveis no Brasil em 2007	82
Tabela 10 - Cenário da expansão da geração de 1996 a 2000 por tipo e por região.....	122
Tabela 11 - Novas usinas programadas no Plano Decenal de Expansão 1990/99 por tipo	125
Tabela 12 - Novas usinas programadas no Plano Decenal de Expansão 1990/99 por região.....	126
Tabela 13 - Evolução da capacidade instalada oriunda de hidrelétricas e termelétricas entre 2006 e 2015 em MW.....	130
Tabela 14 - Programa de obras de geração de energia 2006 e 2015.....	131
Tabela 15 - Participação das fontes de geração de energia elétrica em jan./2006 e dez./2015 (em %)......	132
Tabela 16 - Evolução da capacidade instalada oriunda de hidrelétricas e termelétricas entre 2008 e 2017 em MW.....	134
Tabela 17 - Programa de obras de geração de energia 2008 e 2017.....	135
Tabela 18 - Participação das fontes de geração de energia elétrica em mai./2008 e dez./2017 (em %)......	136
Tabela 19 - Expansão da oferta de energia por fonte de geração entre 2015-30 (MW)	138
Tabela 20 - Evolução da capacidade instalada oriunda de hidrelétricas, termelétricas e usinas alternativas entre 2020/30 e o acréscimo que houve entre 2005/30 em MW.....	139
Tabela 21 - Custos de geração de energia estimados para diferentes fontes geradoras (em Kw)	140

Tabela 22 - Estrutura da oferta interna de energia no Brasil nos anos de 2005 e 2030 (em %)	141
Tabela 23 - Oferta total, oferta interna bruta e consumo final de energia em 2005, 06, 07, 08 e 2009 (em 10 ³ tep)	143
Tabela 24 - Evolução das importações de energia entre 2005 e 2009 (em 10 ³ tep)	144
Tabela 25 - Oferta interna de energia e sua relação com o PIB (OIE/PIB) e a população (OIE/POP) entre 2005 e 2009	145
Tabela 26 - Expansão da oferta de energia elétrica no período 2015-30 por região geográfica (em MW)	146
Tabela 27 - Expansão da oferta de energia elétrica no período 2015/30 (em MW)	147
Tabela 28 - Projeção da Oferta Interna de Energia (em %)	147
Tabela 29 - Investimentos no setor elétrico e no setor energético (em US\$ bilhões)	148
Tabela 30 - Oferta interna de energia no Brasil e sua relação com o PIB (OIE/PIB) e a população (OIE/POP) e o consumo de eletricidade e a sua relação com a POP entre 2005 e 2030	149
Tabela 31 - Capacidade instalada total no parque gerador de energia (MW)	159
Tabela 32 - Fontes primárias que compõem e que irão compor a matriz energética brasileira e quantidade de energia produzida pelas mesmas nos anos de 2005, 2010, 2020 e 2030 (em 10 ³ tep)	155
Tabela 33 - Fontes renováveis e não renováveis na matriz energética brasileira entre os anos 2005 e 2030 (em %)	162
Tabela 34 - Os programas de Governo e seus objetivos principais	163
Tabela 35 - Obras financiadas pelo PROINFA em 2008, 2009 e 2010 (expansão em MW)	166
Tabela 36 - Composição da energia renovável no BEN em 2006 e 2009	167
Tabela 37 - Número de usinas de cada tipo de fonte e potência instalada (em MW) das obras do PROINFA dos anos de 2008, 09 e 10	168
Tabela 38 - Domicílios com iluminação elétrica no Brasil e por regiões entre 1993 e 2004 (em %)	169
Tabela 39 - Domicílios sem acesso à energia elétrica no Brasil e nas regiões em 2002	170
Tabela 40 - Metas previstas e ações realizadas pelo Programa Luz no Campo até o ano de 2003	172

Tabela 41 - Domicílios sem acesso à energia elétrica no Brasil e nas regiões em 2009	172
Tabela 42 - Número de empresas participantes, volume arrematado e participação por região no total comercializado em nov./2009.....	175
Tabela 43 - Produção de energia em jan./2006 e dez./2015 em MW.....	184
Tabela 44 - Custo variável unitário (em R\$/MWh) e custo de investimento (em US\$/kW) de diferentes fontes de energia no ano de 2007.....	187
Tabela 45 - Modificações na sustentabilidade em decorrência do aumento na utilização de energias renováveis.....	199

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Comparativo entre os principais fundamentos da Economia Ambiental e da Economia Ecológica.....	28
Quadro 2 - Os principais temas e resultados das conferências da ONU e o enfoque concedido à questão energética.....	113
Quadro 3 - Evolução, principais modificações e obstáculos do planejamento energético em relação à sustentabilidade ambiental	153
Quadro 4 - Empregos gerados no mundo e em países selecionados no setor de energia renovável em 2006.....	193

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	17
2 A ECONOMIA DO MEIO AMBIENTE, A ENERGIA E O PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO.....	23
2.1 A ECONOMIA DO MEIO AMBIENTE.....	23
2.1.1 A relação entre a Economia Ambiental, a Ecológica e o desenvolvimento sustentável.....	29
2.2 A ENERGIA E O PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO.....	33
2.2.1 Relação entre energia e desenvolvimento socioeconômico.....	34
2.2.2 Relação entre energia e desenvolvimento sustentável.....	39
3 A EVOLUÇÃO HISTÓRICA E A SITUAÇÃO ATUAL DA ENERGIA NO MUNDO E NO BRASIL.....	49
3.1 A ENERGIA NO MUNDO (PAÍSES DA OCDE E RESTO DO MUNDO).....	49
3.1.1 A situação atual do mundo com relação ao consumo de energia.....	51
3.1.2 A situação atual do mundo com relação à produção.....	55
3.1.3 A situação atual do mundo com relação às reservas	58
3.1.4 Algumas diferenças entre as nações desenvolvidas e aquelas em desenvolvimento com relação à utilização de energia.....	61
3.1.5 As energias renováveis na matriz energética mundial.....	63
3.2 A ENERGIA NO BRASIL	67
3.2.1 A situação atual quanto ao consumo de energia no Brasil.....	68
3.2.2 A situação atual quanto à produção de energia no Brasil.....	74
3.2.3 A situação atual quanto às reservas no Brasil.....	76
3.3 AS MODIFICAÇÕES NA MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA E AS TENDÊNCIAS PARA OS PRÓXIMOS ANOS QUANTO À COMPOSIÇÃO DA MESMA.....	79
4 AS INSTITUIÇÕES E O PLANEJAMENTO ENERGÉTICO NO MUNDO E NO BRASIL.....	87
4.1 INSTITUIÇÕES INTERNACIONAIS RELACIONADAS AO SETOR ENERGÉTICO.....	87
4.1.1 Agência Internacional de Energia (IEA).....	88

4.1.2 Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA).....	89
4.1.3 Organização Latino Americana de Energia (OLADE).....	92
4.2 INSTITUIÇÕES INTERNACIONAIS QUE NÃO ESTÃO DIRETAMENTE RELACIONADAS AO SETOR ENERGÉTICO, MAS QUE EXERCEM INFLUÊNCIA SOBRE O MESMO.....	93
4.2.1 Organização das Nações Unidas (ONU)	93
4.2.2 Organização dos Estados Americanos (OEA)	95
4.3 INSTITUIÇÕES NACIONAIS RELACIONADAS AO SETOR ENERGÉTICO...	96
4.3.1 Ministério de Minas e Energia (MME)	97
4.4 O PLANEJAMENTO ENERGÉTICO NO MUNDO E NO BRASIL.....	100
4.4.1 As instituições internacionais e o planejamento energético.....	101
4.4.2 A questão energética nas conferências da ONU.....	104
4.4.3 CONSIDERAÇÕES SOBRE O PLANEJAMENTO ENERGÉTICO NO MUNDO.....	114
4.5 O PLANEJAMENTO ENERGÉTICO NO BRASIL.....	117
4.5.1 Plano de suprimento aos requisitos de energia elétrica até o ano 2000.....	121
4.5.2 Plano Decenal de Expansão 1990-1999.....	124
4.5.3 Plano Nacional de Expansão 1993-2015.....	127
4.5.4 Plano Decenal de Expansão 2006-2015.....	129
4.5.5 Plano Decenal de Expansão 2008-2017.....	133
4.5.6 Plano Nacional de Energia 2030	138
4.5.7 Balanço Energético Nacional (BEN).....	142
4.5.8 Matriz Energética Nacional.....	145
4.6 CONSIDERAÇÕES SOBRE O PLANEJAMENTO ENERGÉTICO NO BRASIL	149
4.6.1 Considerações a partir das evidências do planejamento energético brasileiro com vistas à ampliação do parque gerador.....	151
4.6.2 Considerações a partir das evidências do planejamento energético brasileiro com vistas ao aumento da sustentabilidade do setor.....	153
5 AS ENERGIAS RENOVÁVEIS E AS IMPLICAÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO SOCIOECONÔMICO E AMBIENTAL.....	157
5.1 AS ENERGIAS RENOVÁVEIS NO MUNDO	157
5.2 OS PROGRAMAS DE APOIO ÀS ENERGIAS RENOVÁVEIS NO BRASIL.....	162

5.2.1 Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA).....	164
5.2.2 Programa Luz para Todos.....	169
5.2.3 Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB)	173
5.3 AS ENERGIAS RENOVÁVEIS E A DIMENSÃO AMBIENTAL.....	175
5.3.1 Implicações quanto ao nível de emissões na atmosfera.....	176
5.4 AS ENERGIAS RENOVÁVEIS E A DIMENSÃO ECONÔMICA.....	181
5.4.1 Implicações quanto à oferta de energia.....	181
5.4.2 Implicações quanto ao custo de produção de energia.....	184
5.4.3 Implicações quanto à tecnologia empregada para a produção de energia Renovável.....	188
5.5 AS ENERGIAS RENOVÁVEIS E A DIMENSÃO SOCIAL.....	192
5.5.1 Implicações quanto aos postos de trabalho gerados pelas energias renováveis.....	192
5.5.2 Implicações quanto ao acesso à energia renovável	195
5.6 CONSIDERAÇÕES ACERCA DA RELAÇÃO ENTRE A UTILIZAÇÃO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS E O DESENVOLVIMENTO	198
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	201
6.1 PRINCIPAIS RESULTADOS DA PESQUISA.....	202
REFERÊNCIAS	211
ANEXO A – Emissões de dióxido de carbono (CO₂) per capita (em toneladas).....	223
ANEXO B – Consumo de energia no mundo e no Brasil em 2005.....	227
ANEXO C – Consumo de energia per capita no mundo e no Brasil em 2005.....	228
ANEXO D – Total de energia consumida por país em 2005.....	229
ANEXO E – Produto Interno Bruto per capita no Brasil em PPP.....	232

1 INTRODUÇÃO

No intuito de encontrar alternativas que possam contribuir para que a atividade produtiva seja viabilizada de forma mais eficiente, gerando menos impactos ao meio ambiente e procurando atender as necessidades de um número cada vez maior de pessoas que compreendem o mercado consumidor é que vários estudos e pesquisas vem sendo empreendidos, em diversas áreas do conhecimento.

A evolução da humanidade deve ocorrer a partir da implementação de mudanças que primem por atingir os ideais da sustentabilidade. No campo energético, verifica-se que investimentos têm sido realizados no intuito de viabilizar novas fontes de geração de energia, mais eficientes do ponto de vista ambiental e que repercutam no âmbito econômico e social. A relação existente entre energia e desenvolvimento faz com que investimentos na área energética sejam estratégicos para muitas nações que vislumbram alternativas passíveis de corroborar para a melhoria no nível de desenvolvimento, o que justifica a existência de estudos e pesquisas nesta área.

Após vivenciar a consolidação de um padrão energético firmado durante o século XX, baseado fundamentalmente na utilização massiva de recursos naturais como petróleo, gás natural e carvão, a Humanidade tem o desafio de investir em pesquisa e conhecimento tecnológico para que, a partir do século XXI, consiga evoluir para um modelo mais sustentável de geração de energia. A constituição desse novo modelo deve possibilitar que a produção de energia possa ser viabilizada sem a utilização exacerbada de recursos naturais não renováveis.

A geração de energia a partir de recursos naturais não renováveis possibilitou a criação de bens, produtos e serviços para serem comercializados, movimentando os setores produtivos, dinamizando a economia e, conseqüentemente, contribuindo para o desenvolvimento econômico, principalmente no período pós Revolução Industrial. O desenvolvimento, durante a primeira metade do século XX, se mostrava fortemente relacionado ao ideal de crescimento econômico. Entendia-se o crescimento como um fim em si mesmo, capaz de conduzir ao desenvolvimento. Este pensamento mostrou-se dominante e direcionou as ações de âmbito político e econômico no Brasil até a metade da década de 1970.

Em consonância com esta tese, o uso indiscriminado de recursos naturais se justificava, pois eram concebidos como importantes insumos que corroboravam para o alcance do desenvolvimento. No entanto, esta concepção passou a ser revista e questionada

em 1972, quando ocorreu a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento Humano, realizada em Estocolmo.

O conceito de desenvolvimento, que orientou as ações humanas durante o século XX, se mostrava falho por não considerar os impactos que gerava, principalmente no que se refere aos problemas relativos à dimensão ambiental (destruição dos recursos naturais presentes no ecossistema, poluição do lençol freático, destruição da camada de ozônio) e aos relativos à dimensão social (agravamento da pobreza, do êxodo rural, da concentração da renda). Para corrigir estas falhas, passou-se a exigir que os sistemas produtivos fossem realizados de forma a gerar menos impactos ao meio ambiente, sendo mais justos socialmente e com capacidade de atingir a eficiência econômica.

A partir desta mudança de concepção, o conceito de desenvolvimento passou a ser visto de forma mais ampla, multifacetada, sistêmica e que, portanto, não estava ligado apenas à dimensão econômica. Assim, surge a compreensão de que o crescimento econômico é um meio para o alcance do desenvolvimento e não um fim em si mesmo. Concede-se, a partir de então, ênfase ao conceito de desenvolvimento sustentável que abrange, igualmente, a dimensão econômica, social, ambiental, política e cultural.

Existe uma larga relação entre energia e desenvolvimento, evidenciada quando se relaciona o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e a energia primária/população (tep per capita)¹. Desta relação, verifica-se que os países que possuem baixo IDH, têm baixo percentual de energia primária/população. Este é o caso da Etiópia e de vários países da África. No entanto, países como os Estados Unidos e o Japão possuem alto percentual de energia primária total/população e tem um IDH também considerado alto.

Então, qualquer modificação que ocorra na matriz energética e que prime por avanços nos índices de desenvolvimento precisa ser capaz de beneficiar a população mais pobre que, em muitos casos e em muitas regiões, não tem acesso à energia devido ao alto custo que a mesma tem em relação à renda total que dispõem. A energia é considerada um recurso estratégico que pode auxiliar e contribuir para o desenvolvimento das nações e, no que compete especificamente à população mais pobre, implica em melhoria das condições de vida das pessoas e no suprimento das suas necessidades básicas.

¹ A energia primária é definida no Balanço Energético Nacional (BEN), publicado anualmente pelo Ministério de Minas e Energia. São consideradas fontes primárias de energia o petróleo, gás natural, carvão vapor, carvão metalúrgico, urânio, energia hidráulica, lenha e produtos da cana (melado, caldo de cana e bagaço). O BEN ainda apresenta o item 'outras fontes primárias' composto por resíduos vegetais e industriais utilizados para a geração de vapor, calor, etc.

Considerando-se que não basta averiguar somente a variável econômica para compreender o desenvolvimento, faz-se necessário que a matriz energética esteja estruturada de forma a possibilitar também avanços na variável ambiental e que tenha impactos positivos no tocante ao social.

Dentre as preocupações e os desafios que estão presentes no século XXI, a energia destaca-se sobremaneira, primeiramente, devido ao acirramento da atividade produtiva nos próximos decênios em virtude das pressões demográficas e do aumento do mercado de consumo e, também, devido às pressões dos organismos ambientais que exigem a utilização dos recursos naturais de forma racional e preservacionista.

Em virtude da natureza não renovável de alguns dos recursos que são eminentemente utilizados por vários países do mundo, chega-se ao momento em que a substituição dos mesmos torna-se primordial, dada a possibilidade de esgotamento e escassez. A partir de então, vivencia-se uma crise energética², justificada pela manutenção de um padrão de geração de energia insustentável no longo prazo e difícil de ser modificada no curto prazo.

Afora a problemática assentada nas externalidades negativas geradas na produção de energia a partir de recursos naturais não renováveis, em outro nível de análise, a crise energética também é oriunda de problemas de escassez de oferta, o que começou a ocorrer na década de 1990 com a intensificação dos processos de privatização na América Latina de empresas do setor elétrico. Com isso, a disponibilidade de energia elétrica ficou à mercê dos investimentos feitos por empresas privadas.

Dentre os países que sofrem as pressões de mudança na configuração de suas matrizes energéticas estão os em desenvolvimento (entre os quais o Brasil), os desenvolvidos e, principalmente, os subdesenvolvidos que ainda utilizam intensivamente recursos como petróleo e carvão. Sendo assim, verifica-se que este é um problema generalizado entre as nações, algumas em maiores proporções, dependendo da natureza dos recursos que configuram a matriz energética utilizada. Alternativas em prol de mudanças na matriz energética com o intuito de torná-la menos poluente vêm sendo implantadas em vários países do mundo.

No Brasil, os recursos naturais disponíveis (água abundante, solo fértil e agricultável, bastante sol e vento distribuídos em quase todos os meses do ano) contribuem para a existência de vantagens relativas que possibilitam a constituição de uma matriz energética

² Este termo aparece comumente na literatura para sinalizar problemas relativos à escassez de energia (TREBAT e ALMEIDA, 2004) ou para indicar que o padrão energético utilizado é insustentável e, por isso, deve ser modificado (LA ROVERE, 1984).

baseada em recursos renováveis. Segundo dados apresentados por Pinto Junior (2007), relativos ao ano de 2005, 55% da energia utilizada é obtida através de combustíveis fósseis – petróleo (40%), gás natural (9%) e carvão (6%) -, o restante da matriz energética brasileira é composta por produtos da cana (14%), lenha (13%), energia hidráulica (13%), energia nuclear (2%) e outras fontes primárias (3%).

Não obstante, esta não é a situação predominante na maioria dos países, principalmente por não contarem com vantagens, típicas de um território vasto e de grande área agricultável. Isto pode ser observado, comparativamente, a partir da forma como estava configurada a matriz energética mundial no ano de 2005: 87% da energia utilizada provêm de combustíveis fósseis, 6% de energia hidráulica, 6% nuclear e 1% a partir de outras energias renováveis (PINTO JUNIOR, 2007).

Com base na realidade apresentada, verifica-se que o Brasil possui vantagens significativas com relação à configuração de sua matriz energética, por ser menos intensiva em recursos não renováveis. Não obstante, mudanças estão sendo realizadas e investimentos disponibilizados em prol da obtenção de uma quantidade ainda maior de energia a partir de fontes renováveis. Entende-se que estas mudanças, que resultarão em ganhos de ordem ambiental, devem ser direcionadas para gerarem impactos no aspecto social, podendo, assim, representar avanços no desenvolvimento sócio-econômico da nação.

A expansão da quantidade de energia ofertada é justificada pela necessidade de continuar expandindo a oferta para atender uma demanda cada vez maior por parte dos setores produtivos e da população e pela necessidade de produzir energia a partir de fontes renováveis e menos poluentes, atendendo às exigências dos órgãos ambientais.

Diante do exposto, encontram-se as indagações que originaram o problema central desta pesquisa, ou seja, “identificar qual a matriz energética mais adequada para o Brasil, a ponto de que consiga viabilizar o crescimento econômico, promover avanços sociais e contribuir para a preservação ambiental”.

A hipótese a ser comprovada ou refutada nesta pesquisa é de que os caminhos e as alternativas que vêm sendo realizados no setor energético permitem esta melhoria e que estas mudanças estão previstas no planejamento energético, o que deve ser liderado e/ou conduzido pelo Estado, enquanto agente indutor do processo de mudança.

A partir destas indagações, define-se como objetivo geral desta pesquisa:

- Identificar e analisar as modificações que estão ocorrendo na matriz energética brasileira, avaliando as implicações econômicas, sociais e ambientais.

Para a consecução deste objetivo, foram definidos como objetivos específicos:

- a) Entender, com base na literatura existente, as modificações que ocorreram na forma de compreender o desenvolvimento, a partir do advento da Economia do Meio Ambiente;
- b) Analisar a evolução histórica e a situação atual da energia no mundo e no Brasil no período compreendido entre 1980 e 2009;
- c) Identificar e analisar a atuação dos agentes institucionais responsáveis pela elaboração do planejamento energético brasileiro e mundial;
- d) Identificar as principais modificações que estão previstas na matriz energética mundial e brasileira no intuito de torná-la menos poluente;
- e) Avaliar as implicações que estas mudanças podem ocasionar no desenvolvimento socioeconômico e ambiental do Brasil.

Para a realização desta pesquisa foram coletados dados e informações que revelam a situação anterior, a que se revela na atualidade, bem como a que traça projeções futuras sobre a matriz energética mundial e brasileira. Para possibilitar o cumprimento dos objetivos propostos, estas informações e dados foram relacionados à temática do desenvolvimento.

Este estudo contempla uma problemática contemporânea e que evoluiu da observação da realidade para o campo das generalizações. Trata-se, portanto, de um estudo descritivo de natureza qualitativa.

Os dados para a realização da pesquisa foram coletados junto a órgãos governamentais e instituições ligadas ao setor energético no mundo e no Brasil, nas instituições que realizam pesquisas e estudos sobre fontes de energia renovável, bem como a partir da análise de especialistas nacionais e internacionais no tema. Neste universo, destacam-se: I) os órgãos públicos diretamente ligados à área energética; II) os indiretamente ligados a área estão investindo ou participando do processo de avaliação de novas possibilidades de geração de energia; III) as agências reguladoras de energia no País; IV) os centros de pesquisa e tecnologia ligados às universidades brasileiras e V) os principais pesquisadores e analistas sobre a questão energética brasileira, além de autores internacionais.

A complementaridade das informações que geraram subsídios para a pesquisa foi feita através de observações acerca da matriz energética existente em outros países do mundo que estão implementando ações para ampliação da geração de energia a partir de fontes renováveis.

Para atender aos objetivos propostos, a pesquisa foi assim estruturada:

Este capítulo introdutório apresenta o tema estudado, bem como o problema de pesquisa, os objetivos propostos e a hipótese que será testada. Além disso, apresenta-se, também, a estrutura que compõe este trabalho;

O **CAPÍTULO II** apresenta um referencial teórico que contempla os principais temas que integram esta pesquisa. Primeiramente, apresenta-se a visão de diferentes autores que discutem a ‘Economia do Meio Ambiente’, procurando verificar a relação que a mesma estabelece com o desenvolvimento sustentável. Posteriormente, apresentam-se estudos e ideias existentes na literatura sobre a energia e sua relação com o processo de desenvolvimento. Como o desenvolvimento é percebido de forma distinta, dependendo da visão do autor, realizou-se uma distinção entre energia e desenvolvimento socioeconômico e entre energia e desenvolvimento sustentável;

O **CAPÍTULO III** apresenta uma análise da evolução histórica e da situação atual da energia no mundo e no Brasil entre os anos de 1980 e 2009. Utilizam-se como base para esta análise os dados relativos ao consumo, à produção e à quantidade de reservas dos principais energéticos que compõem a matriz energética mundial e brasileira. A partir desta análise, apresentam-se as modificações que vêm ocorrendo na matriz energética brasileira e as tendências para os próximos anos quanto à composição da mesma;

O **CAPÍTULO IV** apresenta as instituições que são responsáveis pelo planejamento energético no mundo e no Brasil e que trabalham em prol do desenvolvimento das nações. Em razão do trabalho desenvolvido por estas instituições, analisa-se o que vem sendo planejado para o setor energético no mundo e no Brasil no curto, médio e longo prazo;

O **CAPÍTULO V** analisa as energias renováveis no mundo e, principalmente, no Brasil, averiguando as implicações que geram ao desenvolvimento socioeconômico e ambiental do País;

Por fim, as considerações finais sobre a pesquisa, com os principais resultados encontrados.

2 A ECONOMIA DO MEIO AMBIENTE, A ENERGIA E O PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO

O desenvolvimento das nações no século XXI requer avanços de ordem econômica, social e ambiental, o que implica na constituição de um sistema que tenha condições de contribuir para uma sociedade mais plena e justa, capaz de sobreviver com maior bem-estar e qualidade de vida, com eficiência econômica e sem degradar os recursos ambientais disponíveis. Sendo assim, parece que se consegue fundamentar a relação entre desenvolvimento (que aparece como foco de interesse quando se estuda a área de ‘Economia do Meio Ambiente’ e ‘Economia Ecológica’) e energia (entendida como insumo básico para que o desenvolvimento ocorra).

Este capítulo destaca as principais teorias e análises sobre as temáticas diretamente envolvidas nesta pesquisa. Na primeira parte, são examinadas as teorias que circunstanciam as áreas da Economia do Meio Ambiente: a ‘Economia Ambiental’ e ‘Economia Ecológica’, mostrando importantes aspectos teóricos, reconhecidos como as bases destas áreas do conhecimento. Em relação à energia, estando esta vinculada à temática do desenvolvimento, far-se-á, na segunda parte do capítulo, uma apresentação dos estudos e debates presentes na literatura que se propuseram a compreender a relação existente entre esses dois temas.

2.1 A ECONOMIA DO MEIO AMBIENTE

A ciência econômica, quando focada na visão neoclássica microeconômica, preocupa-se, fundamentalmente, com a alocação eficiente dos fatores de produção, para que possam resultar em maiores ganhos para os agentes econômicos. Para a economia neoclássica, o produto originário da atividade produtiva (resultado) pode ser definido através da função entre os fatores de produção (terra, trabalho, capital, tecnologia,...) que deveriam ser eficientemente alocados para gerar um produto maior. Nesse enfoque, os fatores naturais (recursos da natureza) eram desconsiderados, pois percebidos como plenamente abundantes ou infinitos, o que fez com que não existissem preocupações acerca da impossibilidade de manutenção do ritmo das atividades produtivas no médio e longo prazo. Além disso, os recursos considerados escassos poderiam ser perfeitamente substituídos por outros que não apresentassem escassez.

Baseado numa relação conflituosa entre a economia e o meio ambiente, a economia clássica foi contestada largamente, desde o fim da década de 1980, por diferentes abordagens que demonstraram os benefícios da integração das preocupações ecológicas nas atividades das

empresas. Estas abordagens popularizaram-se largamente pelos princípios de "desenvolvimento duradouro", que se encontram no cerne dos trabalhos da Comissão Mundial sobre o Ambiente e o Desenvolvimento (CMMAD), publicados em 1988, que inspirou numerosos estudos sobre as vantagens econômicas dos investimentos ambientais.

Aliado aos princípios de desenvolvimento duradouro, o Relatório Brundtland, elaborado por essa Comissão durante as reuniões preparatórias para a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, que ocorreu em 1992, apresentou o conceito de desenvolvimento sustentável, que propunha, acima de tudo, a preservação dos recursos naturais para que se conseguisse garantir o futuro das gerações no Planeta.

Considerando a preocupação com os recursos naturais, que se tornou latente a partir da divulgação daquele relatório, emergiram razões para que a ciência econômica passasse a se preocupar com a alocação desses recursos, o que serve de base metodológica para a Economia do Meio Ambiente, área que originou duas correntes metodológicas de análise dos problemas ambientais, reconhecidas como Economia Ambiental e Economia Ecológica.

Segundo Paz de Souza (2008), a Economia Ambiental e a Economia Ecológica são correntes metodológicas que buscam interpretar o problema ambiental e determinar ações que busquem resultados eficientes, partindo de considerações sobre as características dos recursos naturais.

A principal discussão proposta pela Economia Ambiental se refere ao desenvolvimento de mecanismos que objetivem a alocação eficiente de tais recursos. A relação da Economia Ambiental com os recursos naturais está apoiada no princípio da escassez, que classifica como bem econômico aquele recurso que estiver nesta situação, desconsiderando o que for abundante (PAZ DE SOUZA, 2008).

Se aceitos como verdadeiros os pressupostos da Economia Ambiental, a única forma de gerenciar os recursos naturais seria privatizando-os, pois a ideia central é internalizar as externalidades, estabelecendo ou fixando preços nos bens públicos em conformidade à lógica de mercado. Esse raciocínio tende a reduzir as múltiplas dimensões dos recursos naturais a uma única dimensão: a do mercado. Propõe-se, então, a privatização dos bens públicos como possibilidade objetiva e única de protegê-los.

Se os recursos naturais não forem entendidos dessa forma, tende-se a abonar a culpa do poluidor privado – uma vez que ele paga sempre que contamina - e transferir para o espaço público (camada de ozônio, atmosfera, mares,...) todos os problemas ambientais. Sendo assim, a Economia Ambiental propicia vantagem econômica para os poluidores que tiverem

condições de pagar por seus estragos, legitimando a apropriação e uso de recursos ou espaços públicos para contemplar interesses privados (OLIVEIRA e LIMA, 2006).

A internalização das externalidades pressupõe que uma das únicas formas de evitar conflitos econômicos com desdobramentos nos sistemas político e social é não permitir que existam recursos no ambiente sem proprietários privados. Esse raciocínio conduz à afirmação de que a internalização das externalidades atua como freio aos possíveis abusos de determinadas pessoas ou grupos sobre outras (os); atua como possibilidade objetiva de educação dos desejos, das paixões e das vontades íntimas. Leva, com isso, todo indivíduo ou grupo à percepção de que tudo o que está ao seu redor tem dono e, sobretudo, preço (LIMA, 2004).

Assentada nessas considerações, a Economia Ambiental passou a ser fortemente criticada pela forma como concebia o sistema econômico, que parecia ser visto como um sistema fechado, ou seja, que não realizava trocas com o ambiente. A Economia Ambiental é fundamentada nas bases conceituais da economia clássica, desconsiderando a interface que possui com as outras ciências. Neste ínterim, surge a Economia Ecológica, fundada no princípio de que o funcionamento do sistema econômico, considerado nas escalas temporal e espacial mais ampla, deve ser compreendido tendo-se em vista as condições do mundo biofísico sobre o qual este se realiza, uma vez que é deste que derivam a energia e as matérias-primas para o próprio funcionamento da economia.

A Economia Ecológica parte do princípio de que, além de alocar de forma eficiente os recursos, conforme defendido pela Economia Ambiental, um sistema econômico deveria tratar da distribuição justa e da escala de utilização desses recursos. A mesma reconhece a importância da existência dos mercados, mas não lhe atribui a capacidade de refletir sobre todos os desejos da sociedade. Defende também a ideia de que a não regulação dos mercados seria inadequada para a alocação de bens e serviços providos da natureza.

Para os economistas ecológicos, são insustentáveis as explicações dos economistas ambientais e ainda servem de justificativas para as relações abusivas da indústria com os demais sistemas vivos. A partir dessa crítica, os economistas ecológicos sugerem que a economia seja apreendida não em si mesma, e sim envolta em um sistema mais amplo, o Planeta. Para eles, o sistema econômico pode até ser fechado em termos materiais, mas é aberto ao universo no que tange à captação de energia.

A gênese da economia ecológica deve ser buscada ao longo do século XIX, período em que foi explicitada a Lei da Termodinâmica por Sadi Carnot (1796-1832). A referida lei física tem como ponto de partida a noção de “fluxos energéticos” liberados pelos sistemas

econômicos em forma de calor. Esta descoberta foi muito comemorada pelos físicos, mas na economia continuou tendo pouca representatividade até a década de 1970, quando readquiriu força política junto aos movimentos de questionamento da sociedade predatória industrial. Nesse momento, a Economia Ecológica aproveita para elaborar suas críticas à Economia Ambiental e projetar-se como alternativa teórica para compreender e fazer frente à crise daquele contexto histórico (LIMA, 2004).

Dentre um dos principais aspectos da Economia Ecológica está a proposição de que a economia é um subsistema que faz parte de um ecossistema natural, sendo este global, fechado e que estabelece trocas de materiais e energia entre o subsistema e o sistema global (que geram efeitos sobre ambos os componentes do sistema).

Cavalcanti (2004), contribuindo para o entendimento da base em que se assenta a Economia Ecológica, esclarece que a ênfase no mercado como mecanismo de distribuição de recursos deve ser reservada apenas para os casos em que se busca uma perfeita alocação de recursos preexistentes (que é o que a estática microeconômica estuda). Quando se trata da situação em que novos recursos estão sendo mobilizados, tema que se localiza no âmbito da macrodinâmica econômica, o caminho abre-se para a unificação, sobre bases biofísicas, dos sistemas ecológicos e econômicos como formas interdependentes e coevolutivas. Essa é a principal tarefa e o desafio central da Economia Ecológica.

A separação entre economia e ecologia é o que se pretende reparar com a Economia Ecológica, conforme descreve Naredo (2001). Segundo este autor, enquanto a Economia Ecológica considera as relações que o sistema econômico estabelece com o conjunto de elementos da biosfera e os recursos naturais, a Economia do Meio Ambiente reconhece um conjunto mais restrito de objetos no sistema. Estes devem ter proprietários, serem passíveis de mensuração e demonstrarem-se produtivos. Nesse contexto, enquanto a Economia Ambiental entende o sistema biofísico como organismo fechado, a ecologia trabalha com a noção de sistemas físicos abertos (que realizam trocas de materiais e energia em seu entorno).

O objeto de estudo dessas duas áreas é diferente, pois o sistema é visto de forma distinta e o que muda com a Economia Ecológica é que o contexto físico-natural passa a ser considerado, ou seja, se quer compreender as questões do meio ambiente, composto por bens livres e não econômicos. Enquanto a Economia Ambiental considera os problemas da natureza como externalidades, a Economia Ecológica aceita os aspectos da economia clássica (preços, custos e benefícios reais ou simulados), mas integra a esses a sua visão agregada da natureza, dos elementos existentes na biosfera e nos ecossistemas que a compõem. Daí a

interface que a Economia Ecológica apresenta com outras áreas do conhecimento, como a economia industrial, ecologia urbana, agricultura ecológica, etc. (NAREDO, 2001).

Essas distinções também foram apresentadas por Lima (2004). Para este autor, enquanto a Economia Ambiental constrói seus argumentos a partir de “leis econômicas”, a Economia Ecológica recorre à natureza – às “leis físicas” da termodinâmica – para dar suporte a seu arcabouço teórico-explicativo das realidades socioeconômica e ambiental. A Economia Ecológica tenta apresentar-se como contraponto à economia neoclássica-keynesiana ambiental após aproximar os ecossistemas naturais do sistema econômico.

A partir do momento em que as características dos ecossistemas naturais passam a ser relevantes elementos a integrar a análise do sistema econômico, os economistas ecológicos (ligados ao meio acadêmico) começam a perceber a importância de se considerar a visão dos atores que estão fora da academia, como os dirigentes empresariais, formuladores de políticas públicas e membros da sociedade civil organizada, por estes estarem mais próximos das diferentes realidades que são analisadas, muito mais conhecidas por quem vive naquele espaço do que pelos acadêmicos. Essa idéia, defendida por SÖDERBAUM (1999), demonstra que não é possível separar o meio acadêmico e científico da sociedade. Segundo este autor, é preciso que haja uma maior aproximação entre sociedade e meio acadêmico para que se compreenda, efetivamente, a realidade daquele sistema econômico e ambiental que está sendo estudado e analisado.

Verifica-se que a ideia apresentada por Cavalcanti (2004) corrobora e complementa o que foi salientado por Söderbaum (1999), pois segundo esse autor, a problemática econômico-ecológica exige a necessidade de informação sobre as interações entre economia e o ecossistema e tem como finalidade derradeira a identificação de políticas capazes de mitigar os impactos destrutivos sobre o ambiente e a identificação de medidas que possibilitem a realização do bem-estar da sociedade. Sendo assim, o sentido da Economia Ecológica é o de uma economia política da ecologia.

A Economia Ecológica define-se como um campo interdisciplinar que busca a integração entre as disciplinas da economia e da ecologia e demais disciplinas correlacionadas, para uma análise integrada dos dois sistemas (ambiental e econômico), abrindo vários caminhos de investigação, ampliando e consolidando sua estrutura analítica teórica e seus instrumentos e ferramentas (COSTANZA, O'NEILL, 1996 apud MARTINS, 2007).

Procurando, ainda, averiguar as diferenças entre essas duas abordagens, tem-se que a Economia Ambiental, fundamentada pela base teórica da economia neoclássica, acredita que o livre jogo das forças de mercado, em situação de livre competição (o que implica a existência de perfeita informação pelos agentes econômicos), é capaz de promover a mais eficiente alocação de recursos, a mais elevada produção, a mais justa distribuição da renda, o mais rápido progresso tecnológico e a mais apropriada utilização da natureza.

Não obstante, a Economia Ecológica busca compreender a realidade considerando os perigos de danos irreversíveis ao meio ambiente, considerando o inevitável esgotamento de recursos finitos, considerando a necessidade de enfrentamento da questão da tecnologia e do seu livre uso pelas empresas e também a avaliação dos padrões de consumo que geram desperdícios insustentáveis, apoiados no conceito da soberania do consumidor. Para tanto, os recursos naturais são compreendidos como importantes fatores, que devem ser alocados de forma correta, pois não podem ficar sujeitos ao livre jogo das forças de mercado (MARTINS, 2007, apud: ROUGHGARDEN, 2001).

Com base nas informações que circunstanciam essas duas correntes teóricas, apresenta-se, no quadro abaixo, um comparativo dos principais fundamentos que caracterizam a Economia Ambiental e a Economia Ecológica:

Quadro 1 - Comparativo entre os principais fundamentos da Economia Ambiental e da Economia Ecológica

ECONOMIA AMBIENTAL	ECONOMIA ECOLÓGICA
Busca pela alocação eficiente dos recursos naturais.	Busca pela alocação eficiente dos recursos naturais, procurando contribuir para a plena distribuição, utilização e preservação dos mesmos.
Os recursos naturais devem ser privatizados e ter proprietário para que os problemas gerados deixem de ser conduzidos para o espaço público.	Os recursos devem ser considerados livres e não econômicos.
O sistema econômico não realiza trocas com o ambiente.	O sistema econômico é aberto e realiza trocas com o ambiente e com o mundo biofísico.

Continua

ECONOMIA AMBIENTAL	ECONOMIA ECOLÓGICA
É fechada dentro de suas próprias bases teóricas.	Interage com a ecologia, a física e outras disciplinas correlacionadas.
As livres forças do mercado têm condições de regular o sistema econômico.	A regulação dos mercados seria inadequada para a alocação de bens e serviços providos da natureza.

Fonte: elaborado utilizando como base as ideias dos autores anteriormente apresentados.

Pode-se verificar, a partir disso, que as duas abordagens apresentam aspectos relevantes que merecem ser considerados quando se faz a análise econômica dos sistemas produtivos, que possuem fatores de produção escassos e limitados e que, portanto, precisam ser eficientemente alocados. Entretanto, as bases teóricas da Economia Ecológica parecem mais amplas e adequadas para entender a complexidade dos sistemas econômicos e ambientais, percebidos como sistemas abertos, que realizam trocas com o ambiente.

Mas ainda assim, tanto a Economia Ambiental quanto a Economia Ecológica possuem o ímpeto de contribuir para a construção de sistemas eficientes, do ponto de vista econômico e ambiental e, dessa forma, encontram-se diretamente ligadas à noção de desenvolvimento, sendo este qualificado como sustentável.

Existem autores que, ao abordar o enfoque das duas principais correntes teóricas em economia que consideram os fatores intrínsecos ao meio ambiente, observam que as mesmas foram criadas para tratar dos problemas da sustentabilidade, sendo que a Economia Ambiental é amparada na base neoclássica, enquanto que a Economia Ecológica ampara-se numa variedade de disciplinas (a exemplo da física, ecologia, etc.). Com isso, pode-se estabelecer uma relação entre o que é preconizado pela Economia Ambiental e, mais veementemente, pela Economia Ecológica com a temática do desenvolvimento sustentável e da própria sustentabilidade.

2.1.1 A relação entre a Economia Ambiental, a Ecológica e o desenvolvimento sustentável

O desenvolvimento sustentável adquiriu sua forma mais consolidada a partir da publicação do Relatório Brundtland – ‘Our Common Future’, em 1987. Segundo este, o

desenvolvimento deve ser entendido pela eficiência econômica, equilíbrio ambiental e, também, pela equidade social. Conforme Amazonas (2001), o desenvolvimento sustentável passou, desde então e mais intensivamente na atualidade, a constituir-se como ponto de passagem obrigatório no debate econômico, representando o ponto de maior penetração da questão ambiental na economia.

E foi na crítica ambientalista do final dos anos de 1960 e ao longo da década de 1970, que a questão ambiental e do desenvolvimento sustentável foram inseridas na agenda econômica (inclusive do *mainstream*). Aí está justamente a raiz do que veio posteriormente a constituir-se como Economia Ecológica (AMAZONAS, 2001).

Enquanto a Economia Ecológica encontra-se associada à idéia de desenvolvimento sustentável, a Economia Ambiental (neoclássica), baseada na teoria neoclássica do bem-estar e dos bens públicos, conforma e apoia-se em seu conceito de *externalidades* e, correspondentemente, de valor ambiental, definido em termos da utilidade ou preferências que os indivíduos atribuem ou associam, em termos monetários (sua disposição a pagar), aos bens ou serviços ambientais.

Todavia, segundo Amazonas (2006), a visão de racionalidade econômica, posta em termos das preferências dos indivíduos, não se coaduna com os elementos constitutivos da problemática ambiental e do desenvolvimento sustentável. Estes têm natureza sistêmica complexa, incerta e de dinâmica evolutiva, transcendem a esfera de percepção, conhecimento, julgamento compensatório, formação de opções e motivação dos indivíduos, sendo, portanto não traduzíveis por meio das “preferências” destes.

A racionalidade utilitarista não tem compromisso com a racionalidade subjacente à ideia de sustentabilidade. Como decorrência, identifica-se uma não correspondência entre o “uso ótimo” (ótimo social intertemporal) determinado pela otimização neoclássica e o “uso sustentável”, os quais, em última instância, são categorias que atendem a critérios distintos, o de eficiência e o de equidade, respectivamente. Isto, segundo Amazonas (2006), pode ser resumido em três conjuntos de razões:

(1) Limitação cognitiva dos indivíduos em relação ao meio-ambiente

Se o desconhecimento e a incerteza (que podem ser considerados estruturais) que a espécie humana tem dos fatores ambientais já é um fator de limitação na determinação dos critérios científicos estritos, mais limitante ainda é que os atributos ambientais sejam traduzidos em preferências individuais subjetivas;

(2) Capacidade cognitiva existente

Dentro da capacidade cognitiva possível, há a limitação ou impossibilidade de expressar o julgamento que os indivíduos fazem dos elementos ambientais, em termos de um dispêndio monetário pessoal. Ou seja, nem todas as preferências que os indivíduos possuem podem ser expressas monetariamente. Ainda que certos julgamentos dos indivíduos possam ser traduzidos na forma de preferências monetárias, isto não é algo independente e inequívoco, pois as preferências individuais não são autônomas e indiferenciadas, sendo substancialmente determinadas pelas contingências de disponibilidade e distribuição da renda, divergências no conjunto de preços relativos, etc. Com isso, a tradução das informações ambientais em preferências monetárias não se direciona necessariamente à sustentabilidade;

(3) Possibilidade de não-ocorrência do desejo de equidade para com as gerações futuras.

Ainda que houvesse total conhecimento por parte da geração presente sobre o que irá ocorrer às gerações futuras, é errôneo supor que as preferências dos indivíduos da geração presente sejam necessariamente altruístas em relação às gerações futuras. Nada implica que as preferências das gerações presentes deixariam de ser egoístas se houvesse esse conhecimento.

A partir da crítica apresentada anteriormente pelo autor a respeito das incongruências da Economia Ambiental à lógica da sustentabilidade, verificou-se que a Economia Ecológica passou a ser mais intensivamente difundida e debatida, tanto no meio acadêmico quanto político, justamente em vista da sua vinculação com a temática do desenvolvimento sustentável e da sustentabilidade. Merico (2002), ao estudar a Economia Ecológica, esclarece a forma como a sustentabilidade está ligada ao desenvolvimento.

Sustentabilidade significa tornar as coisas permanentes ou duráveis. A partir desta lógica, desenvolvimento sustentável significa, portanto, discutir a permanência ou durabilidade da estrutura de funcionamento de todo o processo produtivo, o que implica na alocação eficiente dos recursos e fatores de produção (MERICO, 2002).

Segundo Romeiro (2001), pelo esquema analítico convencional, o que seria uma economia da sustentabilidade é visto como um problema, em última instância, de alocação intertemporal de recursos entre consumo e investimento por agentes econômicos racionais, cujas motivações são fundamentalmente maximizadoras de utilidade. A ação coletiva (através do Estado) se faz necessária apenas para corrigir as falhas de mercado que ocorrem devido ao fato de que alguns dos serviços ambientais são prestados por bens públicos (ar, água,

capacidade de assimilação de dejetos, etc.) não tendo, portanto, preços. Uma vez corrigidas estas falhas, de modo a garantir a correta sinalização econômica da escassez relativa destes serviços ambientais, a dinâmica de alocação intertemporal de recursos tenderia a se processar de modo eficiente, não havendo problemas de incerteza e de risco de perdas irreversíveis.

No esquema analítico proposto, o problema da economia política da sustentabilidade é visto como um problema de distribuição intertemporal de recursos naturais finitos, o que pressupõe a definição de limites para seu uso (escala). Além disso, trata-se de um processo envolvendo agentes econômicos cujo comportamento é complexo em suas motivações (as quais incluem dimensões sociais, culturais, morais e ideológicas), que atuam num contexto de incertezas e de riscos de perdas irreversíveis e que o progresso da ciência não tem como eliminar.

Desse modo, tanto a natureza como o papel da ação coletiva são completamente distintos daqueles pressupostos no esquema analítico convencional. Trata-se de um processo de escolha pública e caberá à sociedade civil, em suas várias formas de organização (o Estado entre outras), decidir, em última instância, com base em considerações morais e éticas, as suas bases de desenvolvimento. Nesse sentido, as diferenças entre as duas correntes teóricas da economia (ambiental e ecológica) são assinaladas não apenas do ponto de vista teórico, como também daquele das implicações concretas dessas duas visões analíticas em termos das políticas ambientais que inspiram e das suas consequências (ROMEIRO, 2001).

Na determinação das políticas ambientais, percebe-se que o principal desafio está em gerenciar os sistemas produtivos eficientemente a ponto de que produzam os meios suficientes e adequados para satisfazer as necessidades de sobrevivência da população, incorporando a proteção ao meio ambiente. Nisso, verifica-se que a incorporação da busca pelo desenvolvimento sustentável na definição de uma política ambiental, pressupõe que o desenvolvimento econômico ordinário, que vem sendo gerado ou, em primeira instância, buscado, mostra-se insustentável. Dentro dessa lógica, a criação da Economia Ambiental, pressupõe que a economia ordinária abstrai o meio ambiente do seu modelo analítico, enquanto que a Economia Ecológica alia-se à ecologia para a compreensão dos sistemas ambientais (NAREDO, 2001).

As evidentes interconexões entre o sistema econômico e o ambiental (sem isolar um do outro) permitem que se reconheça o modo pelo qual seja possível estabelecer um modelo econômico que não prejudique os recursos naturais e que estes sejam preservados (deixando de serem considerados como externalidades). Isto é o que se espera de um modelo de desenvolvimento novo, muitas vezes considerado utópico, classificado como sustentável. Para

Cavalcanti (2004), a Economia Ecológica se constitui em um esforço novo, de saber científico, capaz de construir esse modelo, possibilitando a gestão da sustentabilidade.

Nesse ínterim, verifica-se que a energia é representativa, por constituir-se em um recurso básico e fundamental ao desenvolvimento dos sistemas produtivos, sendo que, para ser produzida, necessita de recursos ambientais. Daí a necessidade de inserir a mesma dentro da proposta de sustentabilidade. Vários autores relacionam energia ao desenvolvimento, não obstante, nem todos vinculem à mesma ao ideal da sustentabilidade. Procura-se, a seguir, apresentar as ideias dos autores que dedicam-se a estudar a energia e sua vinculação com o desenvolvimento.

2.2 A ENERGIA E O PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO

A temática do desenvolvimento sempre foi amplamente debatida e analisada por teóricos de várias áreas do conhecimento, dada a relevância que a mesma tem para as nações que buscam, num processo contínuo, galgar posições mais elevadas na escala ou nível de desenvolvimento.

Até a segunda metade do século XX a discussão sobre desenvolvimento esteve focada na variável econômica, sendo medido basicamente através da renda nacional, produto interno bruto e nacional bruto. No entanto, diante dos problemas ambientais cada vez maiores, emergiram preocupações de outras ordens, as quais passaram a ser discutidas e analisadas por vários setores da sociedade, entidades governamentais e também se tornaram tema das reuniões da ONU.

Em meio a essas discussões, foi criada pela ONU, em 1983, a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, com o objetivo de agir permanentemente em prol da preservação ambiental e orientar os países participantes a formularem ações para controlar os impactos ambientais e mitigarem os problemas oriundos da má utilização dos recursos naturais. Nesse sentido foi publicado, em 1988, o Relatório Brundtland, que instituiu o conceito de desenvolvimento sustentável, o qual engloba a variável econômica, mas se faz mais amplo, contemplando também a ambiental e social.

A energia é um dos insumos que contribui para viabilizar o desenvolvimento, e estudos já realizados comprovam a relação existente entre estes, mostrando que quanto mais desenvolvida a nação, maior o consumo per capita de energia (GOLDEMBERG, 1998). No entanto, muitas das fontes energéticas utilizadas são consideradas poluentes, servindo de agravantes para o problema ambiental. Daí a necessidade de inserir a questão energética na

lógica do desenvolvimento sustentável, construindo possibilidades de se gerar energia sem prejudicar a sustentabilidade ambiental.

Muitos estudos já realizados sobre energia advogam a ideia do desenvolvimento sob o prisma econômico, considerando a energia como indutora do progresso e do crescimento econômico. Outros consideram a energia como propulsora de desenvolvimento, desde que contribua para gerar, além de desenvolvimento econômico, melhorias nas dimensões social e ambiental.

No intuito de analisar as diferentes visões teóricas de autores que se dedicaram ao estudo da questão energética (relacionada ao desenvolvimento) é que se apresentará, primeiramente, os estudos que demonstram a relação existente entre energia e desenvolvimento socioeconômico e, a seguir, aqueles que se dedicam a relacionar energia ao desenvolvimento sustentável.

2.2.1 Relação entre energia e desenvolvimento socioeconômico

A relação entre energia e desenvolvimento é salientada na literatura desde o período de intensificação da industrialização na Inglaterra no fim do século XVIII. COSTA (2001) mostra que as economias que cresceram naquele período não foram as que se baseavam na exploração extensiva de recursos naturais abundantes, mas sim em processos de industrialização e que, portanto, eram intensivos também em energia. Por diferentes caminhos, diversas economias retardatárias puderam se beneficiar da capacidade de obter ganhos acelerados de produtividade através de estratégias baseadas na difusão de técnicas mais conhecidas e na produção de energia. Já naquela época a energia passou a ser base de qualquer processo de desenvolvimento.

A análise das economias retardatárias é objeto de atenção de muitos economistas que se dedicam à análise do desenvolvimento e sentem necessidade, então, de compreender a gênese de formação do subdesenvolvimento. A década de 1960 foi caracterizada por debates acadêmicos bastante intensos entre autores que analisavam o desenvolvimento e o subdesenvolvimento no Brasil.

O progresso técnico pode ser um dos fatores capazes de contribuir para o desenvolvimento. André Furtado (2004) analisa o papel do progresso técnico, nos diversos setores produtivos, como elemento influenciador tanto no consumo de energia quanto na determinação da oferta. Conforme este autor, pelo lado da demanda, o progresso técnico pode reduzir progressivamente as necessidades de consumo de energia por unidade produzida, ao

melhorar a eficiência das máquinas e dos processos industriais. O progresso técnico também pode alterar a estrutura do produto em benefício das atividades que utilizam menos intensivamente energia, como as indústrias de alta tecnologia e os serviços.

De acordo com Leite (1997), o desenvolvimento industrial das várias nações do mundo sempre esteve intimamente ligado ao progresso tecnológico e às invenções no domínio da transformação e da utilização da energia. Goldemberg, Johansson, Reddy et al. (1987), demonstraram que no ano de 1980 o uso per capita de energia primária era em média de 6,3 KW/h nos países industrializados, mas de apenas 1 KW/h nos países em desenvolvimento, evidenciando o quanto os países industrializados demandam energia. Esta situação foi se modificando com a modernização dos parques industriais e com a adoção de novos aportes tecnológicos depois dos anos 1980.

A questão energética é um desafio para os países em desenvolvimento, quando se constata a concentração nas nações desenvolvidas de economia de mercado que consumiam metade da energia mundial, que atingia mais de oito bilhões de toneladas equivalentes de petróleo (TEP) por ano (Tabela 1).

Tabela 1 - Consumo de Energia e População Mundial (em 1990)

Regiões	Energia (milhões de TEP)	%	População (milhões de hab.)	%
Nações desenvolvidas de economia de mercado (OCDE)	4.112	50	852	16
Antiga URSS, Europa Central e do Leste	1.724	20	413	8
Nações em desenvolvimento ou subdesenvolvidas	2.459	30	4.005	76
Totais mundiais	8.295	100	5.270	100

Fonte: Leite (1997)

A partir da tabela anterior, verifica-se que o consumo por habitante das nações desenvolvidas teria sido, assim, cerca de oito vezes o das nações em desenvolvimento ou subdesenvolvidas. Leite (1997) afirma que, prevalecendo a atual estrutura da economia internacional, a metade mais pobre da população mundial não deverá atingir nem mesmo um nível mínimo de consumo de energia. Em contrapartida, algumas nações em

desenvolvimento, entre as quais possivelmente o Brasil, conseguirão romper o teto da pobreza e passarão a ser maiores consumidores de energia.

Muitos estudos relacionam a energia ao desenvolvimento das nações. Goldemberg (1998) apresenta a correlação entre estas variáveis e afirma que o consumo de energia *per capita* pode ser usado como um indicador para sinalizar os problemas que afetam os países da América Latina. Segundo o autor, na maioria dos países em que o consumo de energia comercial *per capita* está abaixo de uma tonelada equivalente de petróleo (TEP) por ano, as taxas de analfabetismo, mortalidade infantil e fertilidade total são altas, enquanto a expectativa de vida é baixa. Ultrapassar a barreira de 1 TEP *per capita* parece ser, portanto, essencial para o desenvolvimento, pois à medida que o consumo de energia comercial *per capita* aumenta para valores acima de 2 TEP, como é o caso dos países desenvolvidos, as condições sociais melhoram consideravelmente.

Rosa (2006) também correlaciona o consumo de energia aos problemas sociais. O estudo realizado por este autor mostra que os problemas de desemprego, exaustão de recursos e danos ambientais têm uma origem comum que passa pelo campo da produção e distribuição de energia. Então, sugere que a solução desses problemas deve passar pelo campo da ponderação do fator de produção de energia pelas políticas econômicas. As políticas públicas para o setor energético, bem como as instituições que concedem suporte e regulação são estratégicas, pois a energia é um insumo essencial ao crescimento econômico e ao desenvolvimento³.

Não obstante iniciativas por parte dos ricos e industrializados, o problema é mais intenso e de difícil solução nos países pobres, principalmente naqueles carentes de recursos naturais abundantes. Nesses, os níveis de desenvolvimento são baixos, o que faz com que o consumo de energia seja pequeno. Essa situação é mostrada no estudo realizado por Goldemberg, Johansson, Reddy et al. (1987), onde esses autores afirmam que os níveis de consumo de energia da grande maioria da população são muito reduzidos, o que faz com que se verifique que também quanto ao uso de energia os níveis de concentração mostrem-se elevados. Ou seja, a energia não é um bem ao qual a população mais pobre tenha acesso suficiente.

No entanto, Goldemberg, Johansson, Reddy et al. salientam que:

³ A Organização dos Estados Americanos (OEA), reconhecendo a importância que a energia tem para o planejamento do desenvolvimento, criou um programa plurianual de energia. Neste, a energia é considerada um componente motor do desenvolvimento. O enfoque do programa não está centrado na oferta de energia ou na provisão de uma nova tecnologia, mas na análise de como a energia está relacionada com o processo de desenvolvimento econômico e social (OEA, 1988).

Uma vez que trabalhadores bem alimentados, saudáveis e alfabetizados são mais produtivos que aqueles que não o são, uma política de atendimento das necessidades básicas do ser humano provavelmente levaria a um crescimento mais rápido (GOLDEMBERG, JOHANSSON, REDDY et al., 1987, p.23).

A definição e a quantificação das necessidades básicas do ser humano vêm sendo debatidas por economistas e planejadores. Contudo, a maioria concorda que os programas de atendimento das necessidades básicas deveriam ter o objetivo de assegurar padrões mínimos de nutrição, vestuário, condições sanitárias, saúde, educação e bons empregos. Usando vários indicadores, os autores apresentam as necessidades básicas do ser humano e como podem ser mensuradas.

Tabela 2 - As necessidades básicas do ser humano e os indicadores que permitem mensurá-las

Necessidade básica	Indicador típico
Alimento	Quantidade de calorias diárias consumidas <i>per capita</i>
Habitação	Área de moradia <i>per capita</i> % de habitações com acesso à água potável % de habitações servidas por rede de esgoto
Saúde	Expectativa de vida no nascimento
Educação	% de alfabetizados na população
Emprego	% da força de trabalho empregada

Fonte: Goldemberg, Johansson, Reddy et al. (1987)

Apesar da energia não ser mencionada expressamente na lista acima, o atendimento de cada necessidade básica listada exige o consumo de energia. Dentro de uma política de atendimento das necessidades básicas do ser humano, as tecnologias de uso de energia necessárias para satisfazer tais necessidades seriam fornecidas e os suprimentos de energia necessários seriam direcionados para estas tecnologias.

Para que a população pobre atinja padrões de vida razoáveis, os países em desenvolvimento devem aumentar a produtividade agrícola e a distribuição de alimentos; oferecer educação básica e serviços médicos; implantar redes adequadas de suprimento de água e serviços de saúde pública; proporcionar confortos básicos; bem como, construir e pôr em funcionamento novas indústrias – atividades estas que requerem, todas elas, energia.

Sendo o emprego um dos fatores determinantes para a satisfação das necessidades básicas dos indivíduos, a forma como se estrutura o progresso técnico no país passa a ser fundamental, pois este pode ser mais ou menos intensivo em mão-de-obra. Kaldor (1989) discute esta questão ao analisar o progresso técnico na teoria dos mercados internacionais e do crescimento econômico. Para este autor, o progresso técnico será poupador de mão-de-obra ou poupador de recursos naturais; se poupador de mão-de-obra, ocorrerá em detrimento da geração de postos de trabalho, resultando em excedentes de mão-de-obra.

Ao longo dos séculos houve poupança de recursos naturais, o que viabilizou o crescimento populacional, mas atualmente a maioria dos países utiliza tecnologias poupadoras de trabalho e não aquelas que poupam recursos naturais. Dessa forma, o mundo encontra-se diante de um dilema ecológico em que ou se poupa mão-de-obra e gera-se desemprego ou se poupam recursos naturais, inibindo o crescimento econômico. Em meio a este dilema, a superação da pobreza é primordial, o que exige maior uso de recursos naturais, mais energia. Isto deve ser feito com a utilização de tecnologias poupadoras de recursos naturais que deveriam ser utilizadas não em menor quantidade, mas de forma mais eficiente e de forma a beneficiar os pobres.

O consumo de eletricidade per capita serve para demonstrar o nível de bem-estar da população. Segundo dados do ano 2000, apresentados por SOUZA (2005), esse indicador cresce com nível de renda 22 kw/h na Etiópia, 53 kw/h em Moçambique, 477 kw/h nas Filipinas, 827 kw/h na China, 1.878 kw/h no Brasil, 12.331 kw/h nos EUA e 24.422 kw/h na Noruega. A utilização racional dos recursos naturais vai contribuir para garantir as necessidades básicas da população, o que acarreta em aumento do nível de bem-estar dos indivíduos.

Nos países mais pobres, as áreas mais distantes das fontes de geração de energia nem sempre são atendidas por esses serviços, sobretudo nas áreas rurais. Mesmo nas periferias das zonas urbanas desses países há um contingente apreciável de pessoas que não possuem eletricidade em suas residências. Daí a importância da realização de programas governamentais de eletrificação, inclusive no meio rural, pois para Souza (2005), a eletrificação rural constitui um importante fator de desenvolvimento da agricultura.

Sendo assim, compreende-se que, para que se consiga melhorar os índices de desenvolvimento socioeconômico das nações, faz-se necessário ampliar a capacidade energética, aumentar o consumo de energia comercial *per capita* ano da população, distribuí-la entre a camada mais pobre, constituir uma matriz energética menos poluente para que se

possa, enfim, construir a estrutura básica que caracteriza o processo de desenvolvimento: a melhoria das condições de vida da população.

2.2.2 Relação entre energia e desenvolvimento sustentável

Existe uma larga relação entre energia e desenvolvimento sustentável justificada, primeiramente, pela necessidade que a Humanidade tem de gerar energia a partir de recursos naturais presentes no ecossistema. O desenvolvimento sustentável é um conceito amplo que abrange as dimensões econômicas, sociais, ambientais, políticas e culturais e, para que o mesmo seja atingido, é necessário o equilíbrio entre essas dimensões.

No que compete à energia, verifica-se a interligação direta existente com a variável ambiental, dados os prejuízos que a utilização de energia a partir de fontes não renováveis causa ao meio ambiente. Sendo assim, mudanças na matriz energética para fontes renováveis causarão impactos positivos na dimensão ambiental, contribuindo para o desenvolvimento sustentável.

A produção de energia e os impactos ao meio ambiente também foram discutidos por Leite (2007). Este autor evidencia que o aumento da população, bem como o aumento da renda de alguns países menos desenvolvidos, além de hábitos de consumo que geram desperdício, eleva, de forma desmesurada, os danos aos recursos naturais.

No exame das várias formas de agressão à natureza, há que distinguir as que ocorrem em torno da área em que tiveram origem e daquelas que afetam toda a população mundial, independentemente da sua origem. Entre as primeiras destacam-se (em particular nos países insuficientemente desenvolvidos) as que resultam da inter-relação entre urbanização e pobreza e da ocupação desordenada do território nacional. Entre os danos de caráter universal, assumem importância preponderante os que resultam da intensificação no uso de energias fósseis, com o correspondente lançamento de gases de efeito estufa na atmosfera, os quais, por sua vez, dão origem a mudanças climáticas.

No intuito de evitar esses problemas, o autor sugere que precisam ser tomadas medidas que possibilitem a eficiência na produção e no uso da energia, o que pode ser iniciativa dos órgãos governamentais, através de políticas públicas direcionadas principalmente à indústria (setor mais intensivo em energia). Para isto, devem ser feitos investimentos em tecnologia e inovação. Não obstante, salienta que possivelmente as modificações na matriz energética venham a ocorrer, sem trazer mudanças devidas ao desenvolvimento tecnológico,

principalmente porque estarão sujeitas a condições de ordem política interna de cada país e aos entendimentos internacionais relativos à administração do meio ambiente (LEITE, 2007).

Afora essas considerações de ordem mais geral que devem existir no País, Oliveira e Lima (2003) trabalham na conjunção das temáticas energia e desenvolvimento ao apresentar elementos endógenos que devem existir nas regiões para alavancar o processo de desenvolvimento sustentável. Conforme estes autores, o desenvolvimento sustentável está associado à disponibilidade de recursos, aos efeitos das políticas macroeconômicas e setoriais e, principalmente, à capacidade da população para criar um conjunto de elementos políticos, institucionais e sociais, capazes de direcionar o crescimento para atingir o desenvolvimento. Esse, para ser sustentável, deve gerar crescente melhoria nas condições de vida e na preservação dos recursos ambientais.

Esta visão que parece recente no meio acadêmico já se encontrava em Furtado (1983), desde a década de 1960. Este autor relata a constatação do *trade-off* entre desenvolvimento econômico e sustentabilidade. Para ele, é na medida em que a quase totalidade das sociedades contemporâneas atribuem uma alta prioridade à disponibilidade de certa constelação de bens materiais, cujo acesso se confunde com a forma “moderna” de vida, que o desenvolvimento econômico constitui-se atualmente em um problema universal.

No Brasil, foi somente a partir dos anos de 1970 que começaram a ser realizados debates, reuniões e conferências para discutir meio ambiente e desenvolvimento e, a partir de então, intensificam-se as discussões sobre a forma como deve ser pensado o desenvolvimento, considerando a finitude dos recursos naturais que, em grande medida, sempre foram utilizados. As discussões tinham como maior objetivo a identificação de maneiras ou formas que pudessem garantir o desenvolvimento, sem originar tantos prejuízos ao meio ambiente.

Inserido nesses debates, originaram-se estudos e pesquisas na área energética, passando-se a priorizar as análises sobre a constituição desta matriz, não somente em quantidades suficientes para absorver a demanda crescente por energia, mas, também se mostrando capaz de substituir as principais fontes energéticas (intensamente utilizadas nas décadas anteriores) devido à escassez iminente de alguns dos principais recursos naturais geradores de energia. Neste campo de análise a Economia se mostrou presente, fundamentada nos princípios da Economia do Meio Ambiente e da Economia Ecológica (anteriormente apresentados).

Sendo assim, uma prospecção para o longo prazo sugere que no momento em que houver a aproximação da exaustão das reservas de petróleo e outras fontes energéticas naturais (o que pode ocorrer em diversas nações) haverá um aumento do dispêndio energético,

desde a sua exploração até a sua disponibilidade como energia final ao consumidor, podendo-se prever uma elevação do preço da energia no longo prazo (ROSA, 2006).

Com isto, reforça-se a preocupação em torno da substituição da matriz energética atual por outra sustentável, ofertada em níveis suficientes para atender a demanda da população e dos setores produtivos e constituídos com base em recursos renováveis, ou seja, isentos da possibilidade de se exaurirem e, conseqüentemente, tornarem-se onerosos no longo prazo. As dificuldades no estabelecimento da mesma estão, sobretudo, centradas na associação existente entre o consumo de energia e o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) que evidencia uma forte correlação entre energia e a macroeconomia, principalmente com relação ao seu efeito na renda, na educação e na saúde.

A maioria dos países em desenvolvimento e subdesenvolvidos apresenta problemas que se encontram sem alternativas de solução. Em alguns países da América do Sul e da África revelam-se níveis de exportação exacerbados de petróleo, madeira tropical, espécies vegetais e animais, exaurindo as suas reservas minerais, florestais e genéticas, o que compromete o presente e o futuro da população. Nestes países, a medida do bem-estar humano não contabiliza a captação disponível destas reservas e destes fluxos naturais. Com isso, as disparidades de desenvolvimento humano são enormes e, ao mesmo tempo, o sistema econômico na sua globalidade não é sustentável (PNUD, 2004).

A exploração das reservas naturais pelos países africanos foi analisada no Relatório de Desenvolvimento Humano (PNUD, 2004). Segundo este, a exploração de petróleo passou a ser uma das principais fontes de conflitos em países como o Sudão e a Nigéria, principalmente em regiões em que existem diversidades étnicas. Enquanto no Sudão o governo passou a anexar as terras ricas em petróleo; na Nigéria, os recursos petrolíferos contribuíram para agravar as tensões étnicas, o que desencadeou numa guerra civil entre os povos.

Este relatório sugere que as empresas multinacionais, que estão normalmente envolvidas nas indústrias extrativas dos países em desenvolvimento, revelem publicamente o que pagam aos governos dos países em desenvolvimento sob a forma de impostos, *royalties* e outros encargos. Quando esta publicação está disponível, as comunidades afetadas podem rastrear os fluxos e a utilização dos recursos e podem exigir que os recursos também sejam disponibilizados para investimentos na sua área.

A problemática em torno da extração de petróleo circunda em torno dos ganhos que se estabelecem para as empresas e para a camada mais rica da população. Conforme o Relatório:

existindo informação sobre a quantidade que está sendo extraída de recursos e quem está extraído, as comunidades afetadas poderiam rastrear os fluxos e a utilização dos recursos, podendo questionar se estes beneficiam apenas as elites locais ou nacionais, podendo exigir que os recursos também sejam disponibilizados para investimentos em áreas que beneficiassem os mais pobres. Em muitos países, a despesa pública em serviços sociais básicos discrimina sistematicamente as minorias e os povos indígenas (PNUD, 2004, p.66).

As reservas atuais de petróleo são suficientes para abastecer o mundo por mais 50 anos. Conforme dados da pesquisa desenvolvida por Suslick (2006), mesmo que novas descobertas do produto possam (e devam) ser feitas, este combustível fóssil tende a se esgotar. No início deste século, o petróleo respondia por cerca de 30% da energia global. No ano 2100, deverá representar menos de 5% do total. Para tanto, são necessárias mudanças na matriz energética mundial, até mesmo para evitar conflitos entre as nações que detém este recurso.

As possibilidades de utilização de fontes de energias alternativas e/ou renováveis, bem como seus custos de produção e o potencial das diferentes regiões brasileiras quanto à geração destas, foram analisadas por Menezes e Pinto (2007). Conforme estes autores, a maior quantidade de energia elétrica produzida através de fontes não poluentes provém de usinas hidrelétricas (cerca de 95%).

No entanto, a maior parte das usinas hidrelétricas é de grande porte e, portanto, geram impactos ambientais devido à inundação de imensas áreas para construção do lago da barragem. Com o intuito de diminuir os impactos ambientais, existe uma tendência à construção de pequenas usinas hidrelétricas, cuja capacidade não passa de 30 MW, enquanto que a capacidade instalada média das usinas hidrelétricas no Brasil é de cerca de 900 MW.

Além das pequenas usinas hidrelétricas, Menezes e Pinto (2007) destacam a energia provinda dos ventos (eólica) como uma importante alternativa para complementar a hidrelétrica, em virtude de que a época do ano em que ocorrem os melhores ventos é a que registra os menores índices pluviométricos. Existem atualmente 15 usinas geradoras de energia eólica no País. A região nordeste é a que apresenta o melhor regime de ventos, sendo, portanto, a que apresenta maior potencial de geração de energia eólica.

O potencial relativo à energia solar também merece ser considerado no Brasil, pois o País é um dos que mais se destaca pela incidência solar no mundo. Para este tipo de energia também existe maior potencial nas regiões norte e nordeste, pela maior proximidade destas com a Linha do Equador.

Outra fonte de energia não poluente e considerada eficiente para substituir o óleo diesel nos motores à combustão é o biodiesel. Devido ao potencial agrícola e à biodiversidade

existente, o Brasil (em suas várias regiões) apresenta vantagens singulares para viabilizar a produção deste insumo. Segundo Ramos, Kucek et al. (2003) no momento em que o mercado de carbono estiver regulamentado, a produção de biodiesel poderá ser ampliada e intensificada, servindo de instrumento de redistribuição de riquezas e inclusão social, principalmente para a população do meio rural. A regulamentação, que ocorreu ao longo dos anos 2000, permitiu que isso fosse realmente efetivado e a produção de biodiesel passou a ser fomentada pelo Governo a partir de 2005, quando houve a implementação do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB). O Brasil também dispõe do etanol como possibilidade de substituição dos combustíveis fósseis no Brasil.

Contudo, as soluções dos problemas energéticos dos países em desenvolvimento não podem ser buscadas isoladamente ou entendidas fora do contexto econômico e social, tendo em vista que muitas causas destes problemas estão ligadas à própria natureza do subdesenvolvimento e não se expressa unicamente por um PIB *per capita* menor, mas por desequilíbrios estruturais de natureza distinta, que não desaparecem automaticamente quando este índice aumenta.

Entre as características comuns dessas economias menos desenvolvidas, talvez a mais importante e fundamental seja justamente a relação de dependência com o exterior, característico do próprio processo de industrialização, no qual as empresas multinacionais desempenham um papel preponderante no mercado e nas escolhas tecnológicas (MATTOZO, 2006).

Neste contexto, Ruttan (2001) advoga favoravelmente à utilização de energias renováveis no sentido de que, com elas, as comunidades isoladas e mais distantes teriam a possibilidade de se beneficiar com o consumo de energia gerada a partir de fontes alternativas (solar, eólica, biomassa) geradas na própria unidade de consumo, terminando com a dependência destas em relação às grandes empresas do setor e concedendo a estes agentes a possibilidade de tomar por si próprio as decisões em termos energéticos. Neste sentido, salienta o autor, aliado aos fatores econômicos e ambientais, alguns dos interesses quanto ao uso e conservação da energia são motivados por fatores culturais.

Culturalmente, o Brasil já se adaptou ao uso das energias renováveis, principalmente a oriunda das hidrelétricas, ainda que o petróleo e derivados seja a principal fonte primária existente no Brasil. O Brasil é um país rico em recursos energéticos e, após as últimas descobertas de reservas de petróleo, pode ser considerado também rico em petróleo. No entanto, esta não é a realidade da maioria das nações.

De acordo com La Rovere (1984), a situação de dependência do petróleo e de vulnerabilidade externa em que se apresenta uma grande parte dos países do mundo é apenas o reflexo no plano energético de um estilo de desenvolvimento caracterizado pelo mimetismo em relação aos países industrializados.

Este estilo de desenvolvimento é intensivo em energia e uma das mais importantes fontes foi, ao longo da História, o petróleo. A energia que contribuiu para alavancar o desenvolvimento da indústria e dos demais setores produtivos, também se faz fundamental e imprescindível para uso doméstico. Paula (2002) avaliou o consumo de energia nos países latino-americanos no ano 2000 e verificou que, em geral, o consumo per capita (medido em KWh/hab) foi maior nos países que apresentaram maior PIB: Venezuela, Chile e Argentina, respectivamente.

Estudos realizados por Paula (2002) evidenciaram a importância de se ter nos países latino-americanos um consumo mínimo de 3.000 KW/h ano, pois isso contribui para a elevação do IDH das nações para índices acerca de 0,8. Segundo dados da PNUD, apresentados no Atlas Sócio Econômico do Rio Grande do Sul (2005), o Brasil alcançou o IDH de 0,8 no ano de 2005, avançando para 0,813 em 2009. O acesso à energia elétrica é condição para que a população tenha uma melhora nas condições de vida, o que irá refletir no IDH daquele local.

Conforme Bellacosa (2008), cerca de 90% das famílias brasileiras sem acesso à energia elétrica têm renda inferior a 3 salários mínimos e 84% vivem em municípios com IDH abaixo da média nacional. Sendo assim, torna-se fundamental que a energia seja ofertada a um custo menor ou que as pessoas consigam ter um nível de renda maior para que possam ter acesso à mesma.

Conforme informações do PNUD (2004), programas locais e regionais de desenvolvimento energético são importantes para levar energia elétrica à população de baixa renda. Foi o que aconteceu em cerca de 600 cidades da região nordeste que se beneficiaram com a reforma de sistemas geradores de energia renovável promovido pela Companhia Hidrelétrica local e apoiado pelo PNUD. Com isto, estas comunidades passaram a receber eletricidade gerada a partir de fonte eólica, solar e de biomassa. Um dos critérios utilizados para selecionar os municípios e comunidades a serem beneficiadas foi o IDH, procurando fazer com que o programa contemplasse aqueles locais em que este índice é mais baixo.

Iniciativas como estas podem corroborar para ampliar o nível de desenvolvimento das comunidades e municípios brasileiros, fazendo com que o percentual de utilização de energia

limpa e menos poluente aumente. O desafio está em conseguir viabilizar a geração de energia renovável a baixo custo para que a mesma seja descentralizada.

Isto contribuiria para o Brasil se adequar ao que pressupõe o Protocolo de Kyoto. Segundo este, as nações concordaram em reduzir, entre 2008 e 2012, as emissões de gases de efeito estufa em até, pelo menos, 5% abaixo dos níveis existentes na década de 1990. Para alcançar esta meta, o protocolo identifica políticas e medidas a serem aplicadas no nível doméstico e que podem incluir, entre outros, atividades relacionadas à energia, inclusive o aprimoramento da eficiência energética e o uso de fontes renováveis (MMA, 2007).

A diminuição das emissões de gases de efeito estufa deve ocorrer através de ações realizadas pelos países membros, principalmente os desenvolvidos. Países em franco desenvolvimento, dentre eles o Brasil, não receberam metas de redução. No entanto, podem gerar recursos com a venda de créditos de carbono⁴ que, por sua vez, podem ser utilizados em projetos de geração de tecnologias limpas, com intuito de diminuir as emissões de gases de efeito estufa.

Conforme Denardi (2009), o Brasil pode representar a melhor alternativa para países desenvolvidos participantes do acordo mundial para redução de emissões de gases de efeito estufa. Interessam ao Brasil as relações contratuais que venham a se formar devido ao estabelecimento do comércio de créditos de carbono, assim como os benefícios advindos desses contratos na área ambiental, social e econômica.

Aliada à proposta de reduzir a emissão de gases poluentes, Cardoso JR. (2009), ao discutir os desafios ao desenvolvimento brasileiro, apresenta as características de uma nova matriz energética que poderá ser utilizada, sendo que, para tanto, faz-se necessário:

- construção de novas hidrelétricas;
- expansão da participação da bioenergia para transformá-la em *commodity* internacional;
- controle do desperdício de energia e materiais;
- nova logística de transporte de massa nas grandes cidades;
- aceleração do uso de energias alternativas: hidrogênio e carro elétrico.

⁴ Créditos de carbono são certificados emitidos diante da ocorrência de redução da emissão de gases do efeito estufa (GEE). Por convenção, uma tonelada de dióxido de carbono (CO₂) equivalente corresponde a um crédito de carbono que poderá ser negociado no mercado internacional. A redução da emissão de outros gases que contribuem para o efeito estufa também podem ser convertidos em créditos de carbono.

A partir destas características, verifica-se que mudanças significativas no campo energético devem ocorrer em prol da consecução de melhores níveis de desenvolvimento sustentável. Para a efetivação destas medidas, faz-se necessário a presença de instituições ligadas ao setor que trabalhem objetivando o melhoramento na produção e distribuição de energia, com vistas ao aprimoramento da matriz energética a partir da maior utilização das fontes renováveis. Ruttan (2001) salienta a importância das instituições, uma vez que são as responsáveis pelas definições orçamentárias que geram incentivos, subsídios e até mesmo P&D em áreas que consideram estratégicas.

Conforme Ruttan (2001), no início dos anos 1970 a P&D nos Estados Unidos esteve focada no desenvolvimento da energia nuclear, o que fez com que em 1973, por exemplo, 67% do total que foi investido na área energética fossem direcionados em busca de avanços na energia nuclear. Nesta época, pequenas quantias de recursos eram concedidas ao carvão, petróleo e gás natural e as energias renováveis foram largamente ignoradas em termos de dispêndio de recursos para o desenvolvimento destas fontes.

Não obstante, ao longo da década de 1970 as energias renováveis passaram a ser vistas como viáveis e capazes de contribuir para incrementar a produção de energia total. Desde então, uma série de intervenções governamentais (a começar pelo *Clean Air Act of 1970*) tiveram a pretensão de avaliar o impacto da utilização de energia no meio ambiente e na saúde humana. O final da década de 1970 e os anos 1980 foram marcados pela intervenção institucional, procurando aumentar o desenvolvimento e a adoção de tecnologias que viabilizassem as energias renováveis.

Segundo esse mesmo autor, os anos de 1990 foram marcados pela descoberta de novas tecnologias (turbinas mais eficientes à geração de energia eólica, aumento do número de produtos agrícolas capazes de gerar biodiesel, etc.) e formas de organização do setor energético (com o aumento do número de empresas produtoras de energia) que se mostraram bastante distintas que nas décadas anteriores.

Pelo que se observou ao longo das décadas de 1970, 1980 e 1990 parece que os próximos anos serão marcados por avanços no setor energético, aproveitando o que foi gerado de conhecimento nos períodos anteriores e provendo novas descobertas, oriundas do incremento no número de pesquisas nessa área. Considerando-se a visão dos diversos autores anteriormente apresentados, verifica-se a importância que a energia tem para o desenvolvimento, podendo servir de indutora desse processo. No entanto, para que isto aconteça, precisa ser estruturada de forma a balizar as implicações econômicas, sociais e ambientais a ela envolvidos.

Diante disso e considerando as idéias apresentadas pelos autores, emergem constatações que auxiliam no entendimento da evolução que foi se delineando ao longo do tempo na temática do desenvolvimento. Verifica-se que pensar em desenvolvimento socioeconômico por si só, sem considerar a dimensão ambiental, tornou-se ultrapassado e obsoleto diante da realidade existente na contemporaneidade com relação aos problemas ambientais. Depreende-se, então, que a relação estabelecida entre energia e desenvolvimento socioeconômico mostra-se incompleta. Esta é a visão anterior que foi sendo substituída por outra (entre energia e desenvolvimento sustentável) que se faz contemporânea e mais abrangente que a primeira.

A relação entre energia e desenvolvimento medida pelo consumo per capita enquadra-se na visão anterior, fundamentada na lógica do crescimento econômico e do mercado. Considerando que é um bem essencial, que não é público, que tem preço e que, para ser produzido, gera externalidades, a problemática com relação à energia deve considerar a interface que estabelece com a questão ambiental (uma vez que necessita de recursos naturais para ser produzida), aproximando-se do que está presente no arcabouço teórico da Economia Ecológica, uma vez que esta considera as trocas que são realizadas entre os sistemas (econômico e ambiental) e estabelece a interface da economia com outras áreas do conhecimento.

Analisando a energia sob o aporte teórico da Economia Ecológica, a relação entre energia e desenvolvimento não seria verificada apenas através do consumo (variável econômica), mas de forma mais ampla, contemplando aspectos ambientais e sociais. Com isso, deveriam ser analisados o número de pessoas (domicílios) usuários, o custo de produção da energia, o tipo de energia (renovável ou não renovável) consumida, o aumento no nível de bem-estar das pessoas, etc.

Vários autores especialistas em energia, a exemplo de Leite (2007), já realizam a análise de alguns desses aspectos, evidenciados numa obra que expõe a preocupação com a eficiência energética, os impactos da produção de energia ao meio ambiente e o avanço da utilização da energia renovável. Segundo o autor, esses são aspectos intrínsecos a serem inseridos no campo de análise, a partir da década de 2000, o que é comprovado através da comparação com uma obra desse mesmo autor (LEITE, 1997), anteriormente mencionada neste capítulo, que enfatizou o consumo per capita como variável relevante quando comparada a diferentes países (desenvolvidos e em desenvolvimento). Com isso, aponta-se a relevância cada vez maior de variáveis ambientais e sociais no estudo da questão energética.

Fazer com que a energia contribua para o alcance de melhores níveis de desenvolvimento, pelo que prega a Economia Ecológica, implica em viabilizar uma matriz energética menos poluente e acessível a todos, o que se faz ou aumentando o aporte de renda da população ou oferecendo energia a baixos preços.

Nesta nova forma de compreender o processo de desenvolvimento, a supremacia da dimensão econômica deixa de existir. Com isto, promover o desenvolvimento sócio ambiental é uma necessidade para viabilizar o econômico. Para empreender ações dentro desta nova lógica, parece fundamental a presença das instituições que devem ter capacidade de executar políticas eficientes para conduzir ao desenvolvimento, com ênfase nas necessidades e desejos da sociedade.

3 A EVOLUÇÃO HISTÓRICA E A SITUAÇÃO ATUAL DA ENERGIA NO MUNDO E NO BRASIL

A matriz energética mundial vai sofrendo alterações com o passar do tempo em virtude da disponibilidade dos recursos, do custo de produção da energia, da quantidade de reservas existentes e, mais recentemente, da necessidade de migração para um tipo de energia menos poluente ao meio ambiente. Este capítulo foi estruturado para demonstrar estas variações no mundo (mostrando o que ocorre nos países da OCDE e no resto do mundo) e, posteriormente, no Brasil. Para tanto, foi realizada a análise do consumo e da produção de energia, avaliando também as reservas dos principais recursos energéticos utilizados.

Com base nestas informações, foi realizada uma discussão sobre a situação da matriz energética brasileira, procurando evidenciar traços que demonstrem modificações futuras na constituição da mesma.

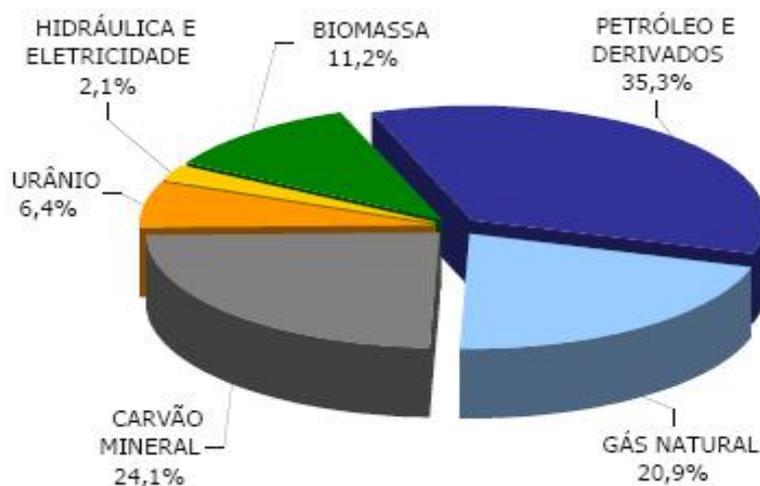
3.1 A ENERGIA NO MUNDO (PAÍSES DA OCDE E RESTO DO MUNDO)

Analisar a energia é concentrar-se na verificação situacional de um dos recursos mais estratégicos para as nações, pois a sua existência é que garante a manutenção dos processos produtivos e exerce uma série de impactos sobre o desenvolvimento sócio econômico e sobre o meio ambiente.

A matriz energética⁵ das nações (mostrada na figura 1) foi sendo constituída conforme a necessidade que se tinha quanto à utilização de energia. A formação se fez basicamente com a utilização dos recursos naturais mais abundantes e disponíveis dentro do território de cada país. Desde que começou a ser utilizada, a energia tem origem em fontes não renováveis e renováveis. O custo de se produzir energia (considerando a disponibilidade da fonte energética) é que determinou em um grande número de países a matriz energética que até hoje vem sendo utilizada.

⁵ A matriz energética é uma representação quantitativa da oferta de energia, ou seja, da quantidade de recursos energéticos ofertados por um país. Demonstra a quantidade de energia e o tipo de fonte utilizada para a produção da mesma.

Figura 1 - Matriz energética mundial em 2004



Fonte: MME (2006) – Balanço Energético Nacional 2006

A matriz energética mundial utiliza mais intensivamente o petróleo e seus derivados (35,3% do total) que são reconhecidos, ainda hoje, como a principal fonte energética existente no mundo. O petróleo deverá permanecer como a principal fonte de energia mundial até que haja restrição de oferta, após atingir o pico de produção mundial (WEIGMANN, 2002 in: BARROS, 2007). A restrição de oferta acarreta aumento do preço do barril, a exemplo do que ocorreu na crise do petróleo (em 1973 e 1979), que foi consubstanciada por grande instabilidade em função da magnitude e amplitude dos seus efeitos sobre a economia mundial.

Após este período e aliado às inúmeras transformações que ocorreram no sistema mundial a partir da segunda metade do século XX, deve-se considerar:

- a importância estratégica da disponibilidade de energia para a competitividade e o desenvolvimento econômico, social e político das nações; e
- a crise energética, como consequência das iminentes e comprovadas limitações na produção do petróleo, que passa a atingir direta ou indiretamente todas as nações, podendo comprometer o seu grau de dependência externa, a sua competitividade e as suas possibilidades de desenvolvimento (BARROS, 2007).

Vários autores que desenvolvem estudos na área energética constataam a existência de uma crise no setor de produção de energia. Este termo aparece comumente na literatura para sinalizar problemas relativos à escassez de energia (TREBAT E ALMEIDA, 2004) ou para

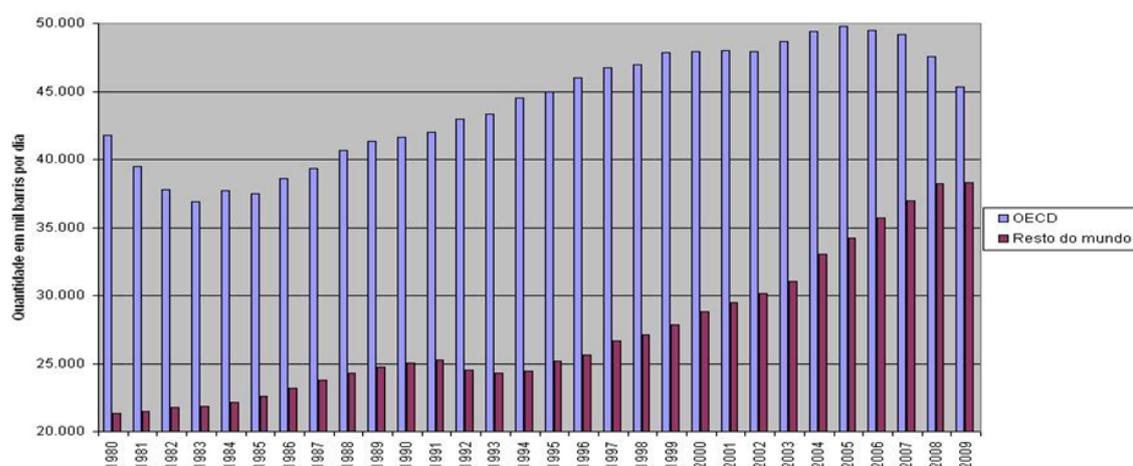
indicar que o padrão energético utilizado é insustentável e, por isso, deve ser modificado (LA ROVERE, 1984).

Estas duas ideias parecem interligadas, pois a escassez origina-se da necessidade de disponibilizar quantidades cada vez maiores de energia para atender ao consumo que se faz crescente e que, para tanto, torna-se necessário continuar explorando intensivamente recursos não renováveis, a exemplo do petróleo.

3.1.1 A situação atual do mundo com relação ao consumo de energia

O consumo de petróleo nos países da OCDE e no resto do mundo desde 1980 até 2009 é mostrado na figura a seguir:

Figura 2 - Gráfico do consumo de petróleo nos países da OCDE e no resto do mundo entre 1980 e 2009



Fonte: elaborado a partir dos dados da OECD/IEA (2010)

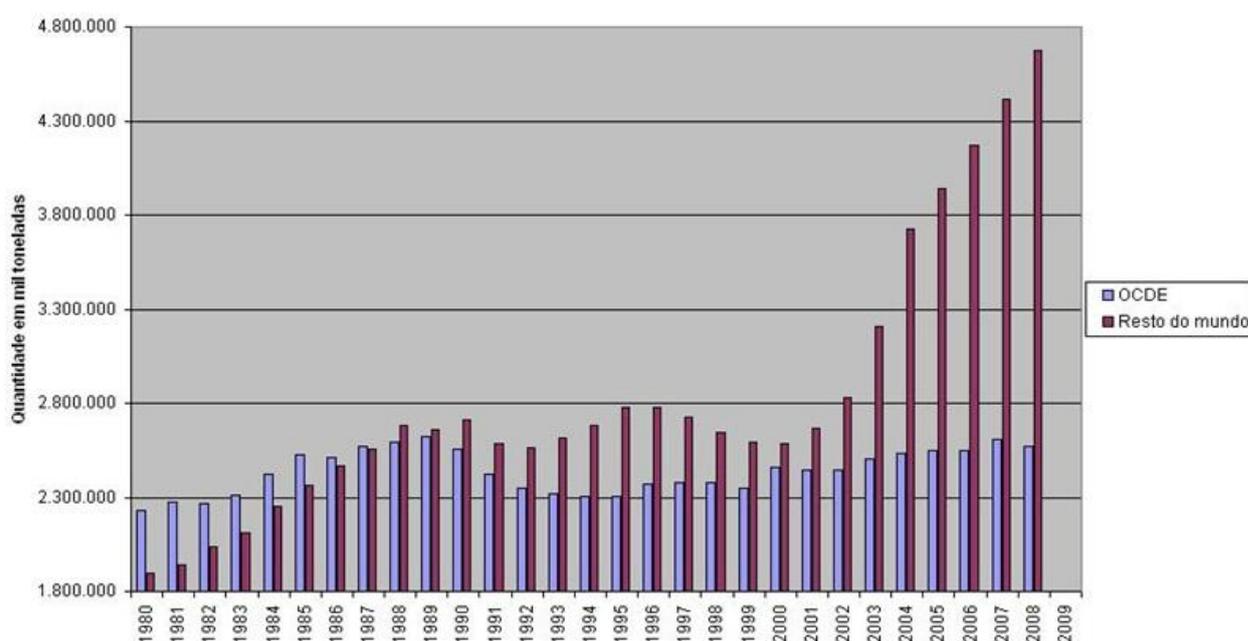
A partir da figura anterior, verifica-se que o consumo de petróleo tanto nos países da OCDE quanto no resto do mundo apresenta uma tendência crescente, principalmente a partir de 1985 nos países da OCDE e 1994 no resto do mundo, chegando ao pico de crescimento em 2005 na OCDE e em 2008 no resto do mundo. No entanto, a série analisada demonstra que o consumo começa a decrescer a partir de 2006 nos países da OCDE, ao contrário do que ocorre no resto do mundo, em que este se mantém crescente.

Embora o petróleo seja o recurso mais intensivamente utilizado para produção de energia no mundo e seja em torno da exploração deste que se beneficiam as nações que detém

maior número de reservas, bem como as grandes empresas privadas multinacionais petrolíferas que lá se instalaram, o carvão mineral e o gás natural também são fontes importantes quanto ao grau de utilização para a produção de energia no mundo, representando 24,1% e 20,9%, respectivamente.

O consumo de carvão mineral e gás natural nos países da OCDE e no resto do mundo entre 1980 e 2009 são mostrados nas figuras a seguir:

Figura 3 - Gráfico do consumo de carvão mineral nos países da OCDE e no resto do mundo entre 1980 e 2009

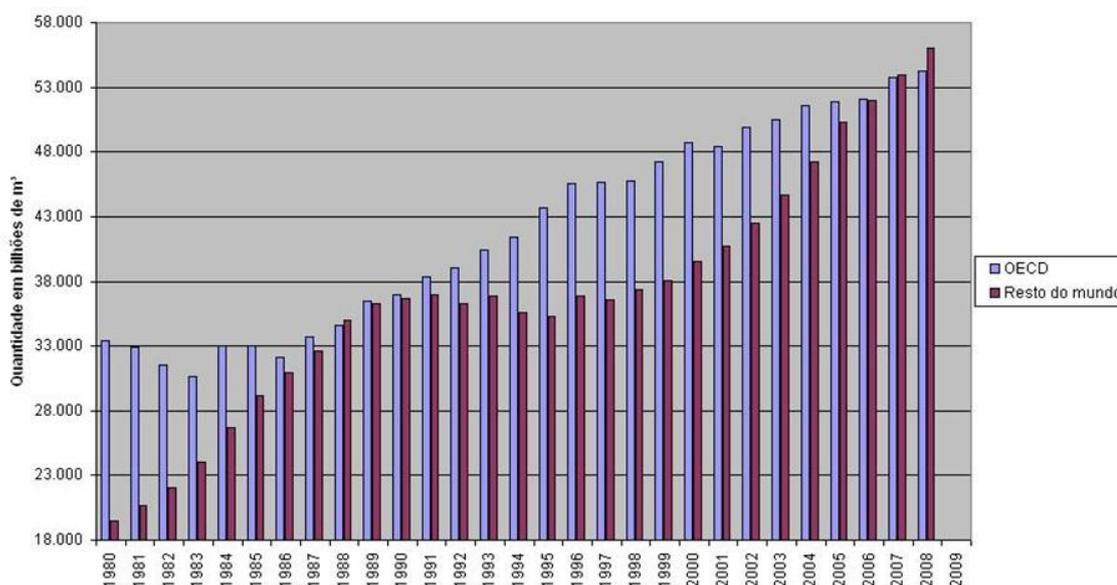


Fonte: elaborado a partir dos dados da OECD/IEA (2010)

O consumo de carvão mineral ao longo do período analisado mostra-se bastante variável, mas crescente durante a década de 80, tanto na OCDE quanto no resto do mundo. O início dos anos 90 revela queda no consumo nos países da OCDE, voltando a crescer nos anos 2000.

Nos países do resto do mundo o consumo apresentou crescimento significativo nos anos 2000, sobretudo a partir de 2002. Esta tendência de crescimento do consumo também é evidenciada com relação ao gás natural, conforme mostra a figura a seguir:

Figura 4 - Gráfico do consumo de gás natural nos países da OCDE e no resto do mundo entre 1980 e 2009



Fonte: elaborado a partir dos dados da OECD/IEA (2010)

O crescimento do consumo de gás natural é mais evidente e expressivo nos países do resto do mundo em relação à OCDE, pois se mantém crescente desde 1997 até então. Conforme relatório da IEA (2009), o consumo de gás natural na China cresceu 23,8% em 2007 e alcançou 69,5 bilhões de m³, fazendo desta nação uma das 10 maiores consumidoras de gás no mundo.

A tendência de crescimento também é observada na OCDE, mas não de forma tão regular. Estas oscilações no consumo podem ser explicadas pela dinâmica de crescimento e crises como a da China e de vários outros países do mundo que apresentaram grande crescimento nos anos 2000, bem como a ocorrida no início dos anos 1980 e nos anos 2007/09 no Brasil.

A partir do que foi evidenciado, depreende-se que tanto o consumo de petróleo, quanto o de carvão e gás natural para a produção de energia vem crescendo ao longo do tempo, o que revela um aumento do uso de energia oriunda de combustíveis fósseis, considerados altamente poluentes. Segundo dados da Energy International Agency - EIA (2009), o mercado consumidor de energia no mundo (dividido entre os países da OCDE e aqueles que não se enquadram neste bloco) evidencia que os países desenvolvidos (membros da OCDE) consomem atualmente quase a metade de toda a energia consumida no mundo. No entanto, segundo projeções realizadas pela EIA para o ano de 2035, o consumo destes países deve

permanecer praticamente inalterado até lá, situação esta que não é verificada nos demais países (o resto do mundo) em que o consumo de energia mostra-se crescente em todo o período analisado.

A evolução do consumo mundial de energia desde 1900 até 2030 é mostrada na tabela a seguir:

Tabela 3 - Evolução do consumo mundial de energia em milhões de tep

	1900	1950	1973	1989	2004	2010	2015	2030
Carvão	506	947	1.538	2.405	2.773	3.354	3.666	4.441
Petróleo	20	504	2.755	3.095	3.940	4.366	4.750	5.575
Gás	7	153	961	1.508	2.302	2.686	3.017	3.869
Eletricidade	3	76	338	901	956	1.055	1.127	1.269
Primária*								
Biomassa	429	419	589	868	1.176	1.283	1.375	1.645
Total	965	2.099	6.181	8.777	11.147	12.744	13.935	16.799

Nota: a eletricidade primária é, neste caso, oriunda da hidreletricidade e energia nuclear

Fonte: Pinto Jr. (2007) apud: Martin (1992), para os dados até 1989 e IEA (2006) para os demais dados e projeções.

Com base na tabela anterior, pode-se inferir que todas as fontes energéticas continuarão aumentando sua participação no consumo mundial até 2030, com ênfase para o carvão, petróleo e gás. A eletricidade primária e a biomassa (menos poluentes) apresentam crescimento menos expressivos no horizonte 2030. A projeção do consumo mundial de energia para 2015 e 2030 mostra que os aumentos dar-se-ão nos mesmos patamares daqueles já verificados nos anos anteriores.

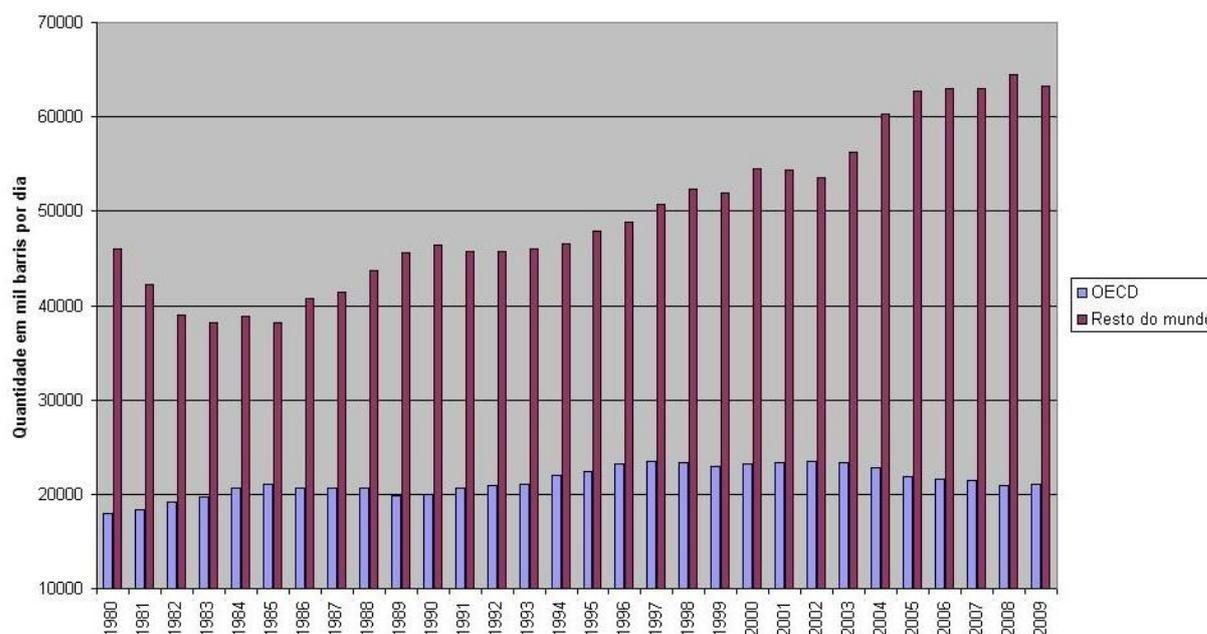
Em virtude do crescimento econômico de nações como China, Índia e Rússia que são altamente populosas e atualmente ainda não estão entre as maiores consumidoras, justifica-se que a tendência quanto ao consumo mundial de energia se mantenha crescente no médio e longo prazo, exigindo maiores níveis de produção.

Não obstante as projeções futuras indicarem o aumento necessário das condições de produção, pretende-se verificar o comportamento dos níveis de produção realizados para os três recursos que podem ser considerados os mais importantes na configuração da matriz energética mundial pelo seu grau de participação até o ano de 2009.

3.1.2 A situação atual do mundo com relação à produção

A produção de petróleo nos países da OCDE e no resto do mundo no período 1980-2009 é mostrada na figura a seguir:

Figura 5 - Gráfico da produção de petróleo nos países da OCDE e no resto do mundo entre 1980 e 2009



Fonte: elaborado a partir dos dados da OECD/IEA (2010)

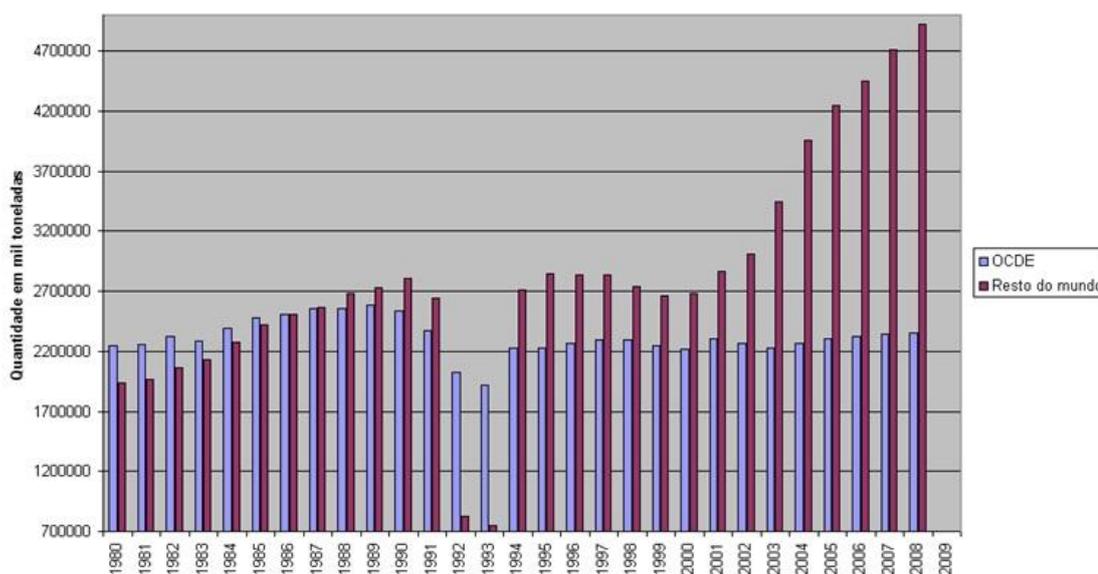
A partir da figura anterior, verifica-se o quanto os países do resto do mundo destacam-se na produção de petróleo em relação aos países da OCDE. Verifica-se uma contraposição quanto à produção nos anos 2000, pois ao mesmo tempo em que se observa uma tendência crescente nos países do resto do mundo, a mesma apresenta-se decrescente nos países da OCDE.

Segundo dados da IEA (2009), os principais produtores de petróleo do mundo são a Arábia Saudita, Rússia e Estados Unidos, com 12,9%; 12,3% e 7,6% da produção total mundial. Destes, apenas a Arábia Saudita integra a Organização dos Países Exportadores de Petróleo (OPEP) que atualmente é formada também pelos Emirados Árabes, Irã, Iraque, Kuwait, Qatar, Angola, Argélia, Líbia, Nigéria, Venezuela e Equador.

Em função de que tanto a Rússia quanto os Estados Unidos são países bastante populosos, a produção de petróleo nestes países tende a abastecer prioritariamente o mercado interno. A Arábia Saudita, no entanto, tem produção suficiente para garantir bons níveis de

exportação. A tendência, observada ao longo de todo o período analisado, de crescimento da produção de petróleo pelos países do resto do mundo é também o que se observa com relação à produção de carvão mineral, conforme observado na figura a seguir:

Figura 6 - Gráfico da produção de carvão mineral nos países da OCDE e no resto do mundo entre 1980 e 2009⁶



Fonte: elaborado a partir dos dados da OECD/IEA (2010)

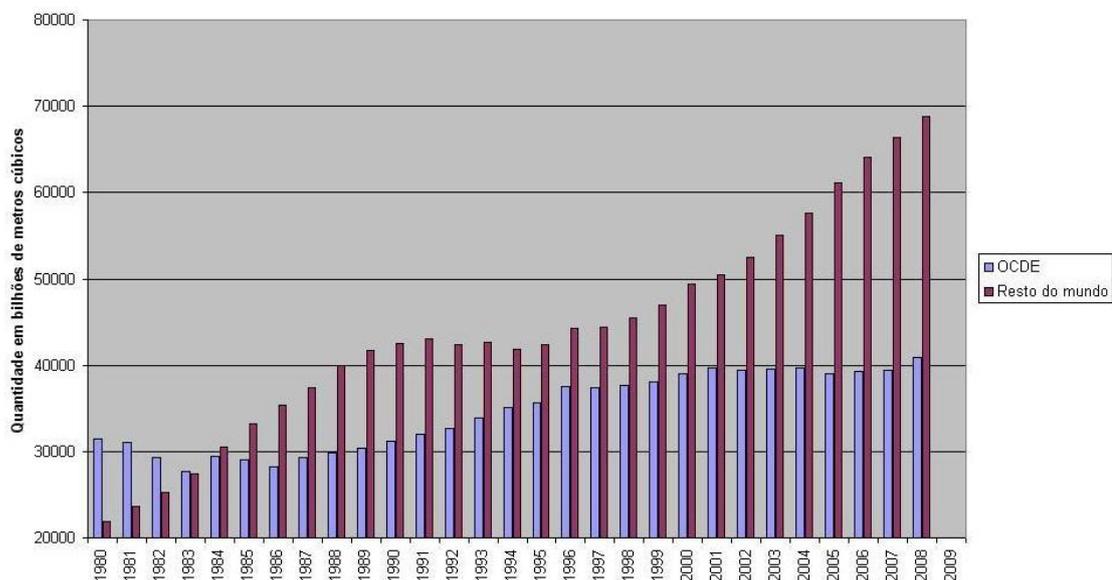
A produção de carvão mineral apresenta tendência crescente nos países da OCDE ao longo da década de 1980, declinando a partir de 1990, o que se intensifica nos anos de 1992 e 93. A partir de então, a produção volta a crescer nos países da OCDE, mas em patamares bem inferiores àqueles apresentados nos países do resto do mundo.

Verifica-se um incremento na quantidade produzida nos países do resto do mundo a partir do ano de 2001 até o final do período analisado. A nova alta nos preços do petróleo e do gás natural nos anos recentes criou uma perspectiva favorável ao mercado carbonífero internacional, visto que o carvão, além da posição que ocupa de forma natural na economia, também atua como um bem substituto para os demais combustíveis fósseis, tendo um importante papel de moderador de preços no mercado de recursos energéticos (BORBA, 2001).

A produção de gás natural nos países da OCDE e no resto do mundo é mostrada na figura a seguir:

⁶ A queda da produção de carvão mineral nos anos de 1992 e 1993 no resto do mundo se deve à indisponibilidade de dados para este período.

Figura 7 - Gráfico da produção de gás natural nos países da OCDE e no resto do mundo entre 1980 e 2009



Fonte: elaborado a partir dos dados da OECD/IEA (2010)

Quanto à produção de gás natural, os países da OCDE foram os principais produtores no início da década de 1980, até mesmo em virtude de que os níveis de produção eram baixos na época também no resto do mundo. No entanto, a partir de 1984 os países do resto do mundo começam a liderar a produção de gás reduzindo, num primeiro momento, a produção nos países da OCDE, mas a mesma expande-se logo, a partir de 1987 com tendência sempre crescente até a segunda metade dos anos 2000.

O aumento na produção de gás natural a partir da segunda metade do século XX se dá em função de que o mesmo se consolidou como um dos principais combustíveis industriais e, nas últimas décadas, também como fonte de energia para geração termoelétrica e para sistemas de cogeração eletricidade/calor (MONTES, 2000 apud: PETROLEUM ECONOMIST, 1999).

Com base no que foi acima evidenciado, verifica-se que os níveis de produção das principais fontes de energia que configuram a matriz energética mundial apresentam-se variáveis com tendência crescente ao longo do período analisado e esta variação se dá em função do nível de preços destes recursos e dos seus bens substitutos, das projeções de demanda do mercado, mostrando tendência ao crescimento principalmente nos países do resto do mundo.

Para fazer frente à tendência de crescimento que apresenta tanto a produção quanto o consumo de energia, torna-se importante averiguar as reservas dos principais recursos energéticos que existem no mundo.

3.1.3 A situação atual do mundo com relação às reservas

A tabela a seguir, mostra, em percentuais, os países que possuem as maiores reservas de petróleo e gás natural (em dados de 2002):

Tabela 4 - Reservas mundiais de petróleo e gás em 2002 (em %)

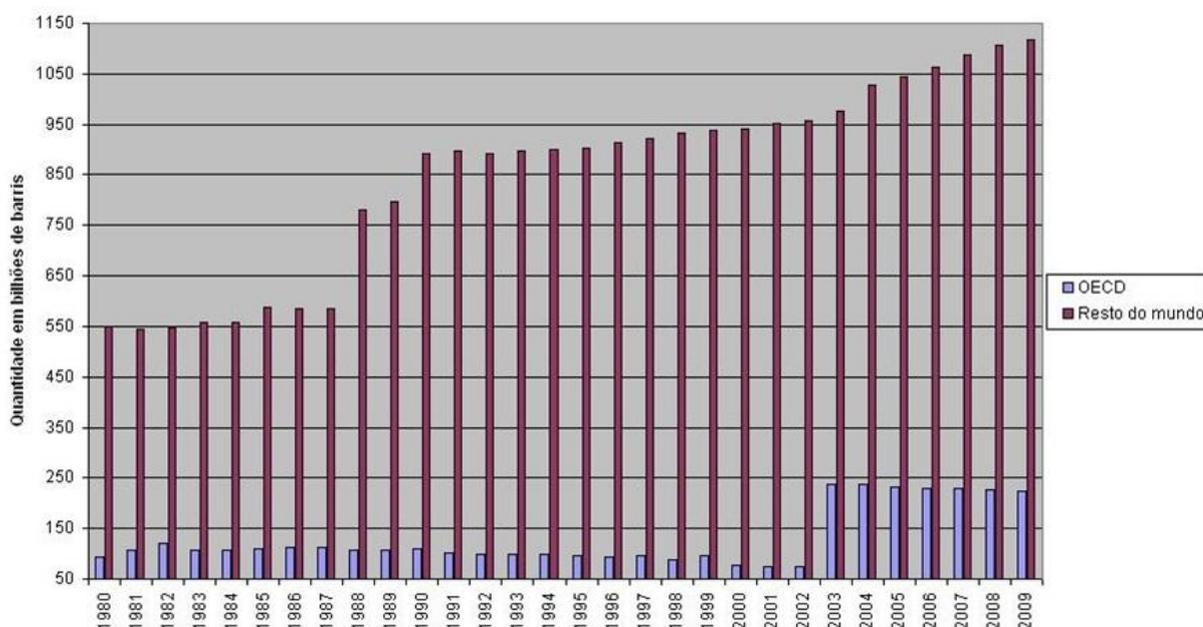
Reservas mundiais de petróleo	(%)	Reservas mundiais de gás	(%)
1. Arábia Saudita	25,0	Federação Russa	30,5
2. Iraque	10,7	Irã	14,8
3. Emirados Árabes Unidos	9,3	Qatar	9,2
4. Kuwait	9,2	Arábia Saudita	4,1
5. Irã	8,6	Emirados Árabes Unidos	3,9
6. Venezuela	7,4	Estados Unidos	3,3
7. Federação Russa	5,7	Argélia	2,9
8. Estados Unidos	2,9	Venezuela	2,7
9. Líbia	2,8	Nigéria	2,3
10. Nigéria	2,3	Iraque	2,0
11. China	1,7	Indonésia	1,7
12. Qatar	1,5	Austrália	1,6
13. México	1,2	Malásia	1,4
14. Noruega	1,0	Noruega	1,4
15. Argélia	0,9	Turcomenistão	1,3
16. Brasil	0,8	Kasaquistão	1,2
Total no Mundo: 1,04 trilhões de barris		Total no Mundo: 155,78 trilhões de m ³	

Fonte: PETROBRÁS (2010) – Relatório de sustentabilidade 2009: informações sobre reservas

Conforme a tabela anterior, verifica-se que as maiores reservas de petróleo no mundo encontram-se nos países do oriente médio. No intuito de se proteger contra a exploração dos baixos preços do barril de petróleo e controlar a atuação das grandes empresas petrolíferas em seus territórios é que houve a criação da OPEP.

Os maiores detentores de reservas encontram-se próximos geograficamente, o que evidencia a concentração da existência deste mineral em algumas regiões. O gráfico a seguir ilustra a quantidade de petróleo existente nos países da OCDE e no resto do mundo entre os anos de 1980 e 2009:

Figura 8 - Gráfico das reservas de petróleo nos países da OCDE e no resto do mundo entre 1980 e 2009



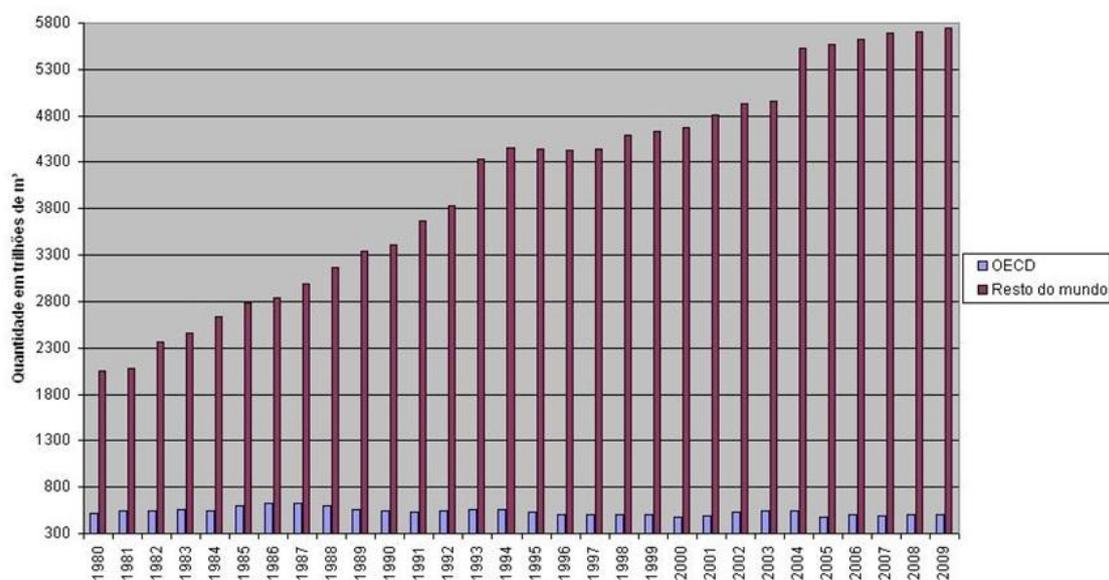
Fonte: elaborado a partir dos dados da OECD/IEA (2010)

Conforme a figura anterior, verifica-se que existe uma diferença muito grande entre as nações quanto à existência de petróleo em seus territórios. Os países da OCDE apresentam poucas reservas e as mesmas vinham diminuindo ao longo dos anos, situação que se modifica no ano de 2003 com um acréscimo que possivelmente tenha se verificado em função do descobrimento de novas reservas nestes países.

As grandes reservas mundiais de petróleo se encontram nos países que não pertencem à OCDE (principalmente naqueles pertencentes à OPEP). Novas descobertas têm feito com que as mesmas se mostrem crescentes, principalmente a partir de 2003. Muitas destas descobertas se devem à adoção de modernas tecnologias utilizadas pelas empresas petrolíferas que estão constantemente realizando estudos em novas áreas e/ou em áreas mais profundas com vistas à descoberta deste recurso.

O crescimento das reservas evidenciado na segunda metade dos anos 2000 também é observado em relação ao gás natural, de acordo com a figura a seguir:

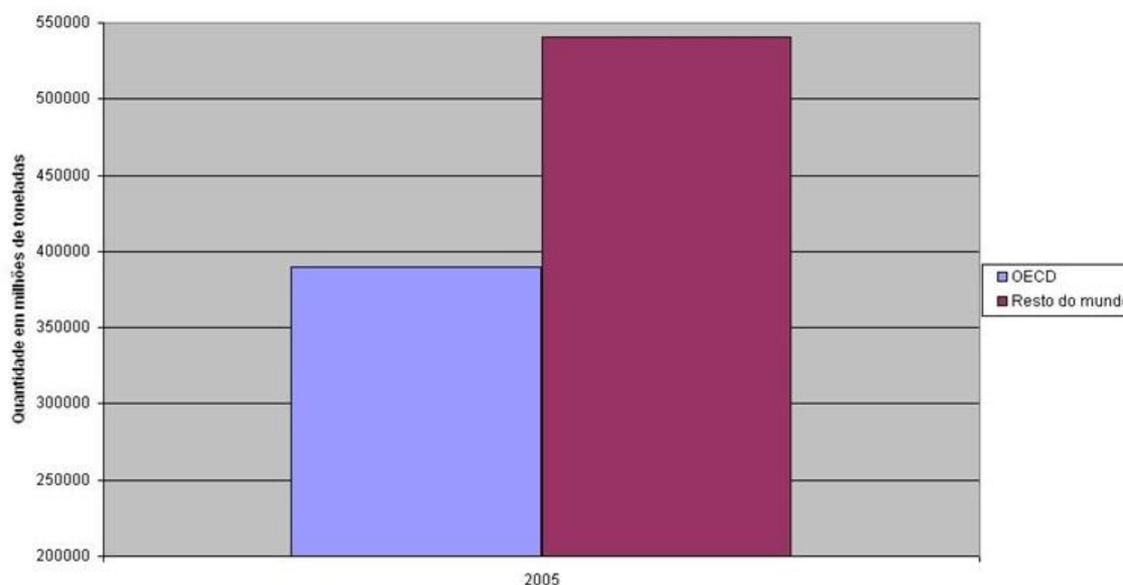
Figura 9 - Gráfico das reservas de gás natural nos países da OCDE e no resto do mundo entre 1980 e 2009



Fonte: elaborado pela autora a partir dos dados da OCDE/IEA (2010)

De forma semelhante ao que ocorre com o petróleo, o gás natural também é pouco encontrado nos países da OCDE, com a maioria das reservas concentradas nos países que não pertencem a este bloco. Os países do oriente médio são alguns dos principais detentores das reservas deste produto, conforme pode ser visualizado na tabela anterior. Percebe-se um aumento bastante considerável na quantidade de reservas deste recurso ao longo do período analisado.

Figura 10 - Gráfico das reservas de carvão mineral nos países da OCDE e no resto do mundo no ano de 2005



Fonte: elaborado a partir dos dados da OECD/IEA (2010)

Quanto às reservas de carvão mineral⁷, apresentadas na figura anterior, nota-se que são bem superiores em quantidade nos países do resto do mundo em relação às existentes na OCDE.

Diante do exposto, percebe-se que os países da OCDE são os principais consumidores de energia no mundo, não obstante os países que não compõem este bloco é que detêm a maioria das reservas dos recursos energéticos mais intensivamente utilizados para a produção de energia.

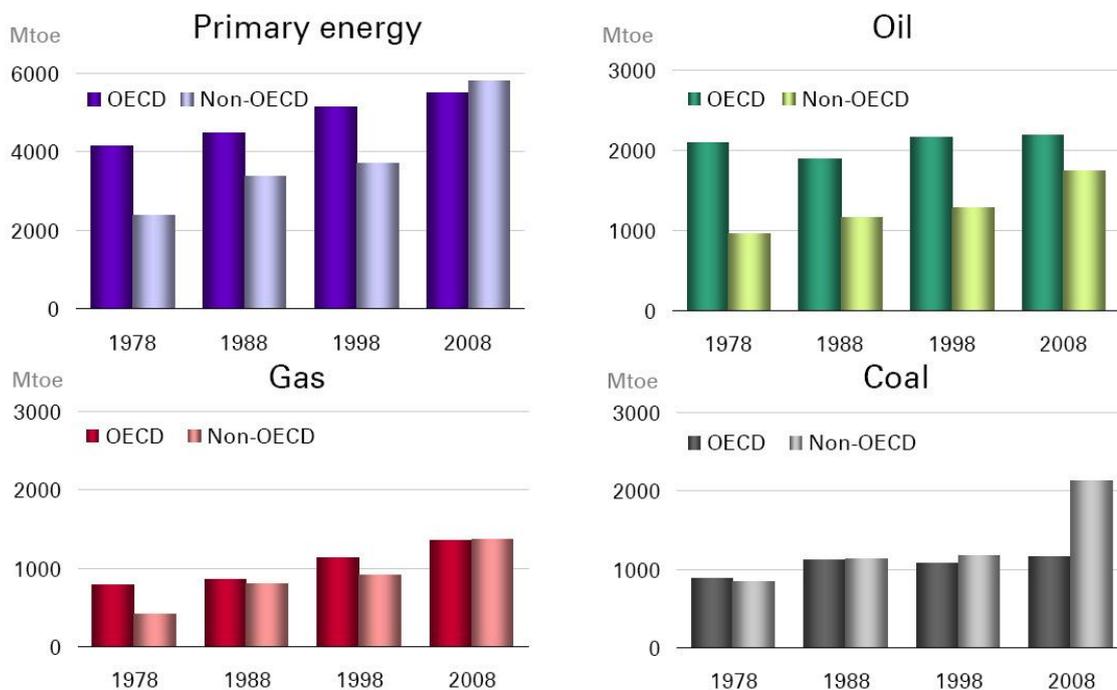
3.1.4 Algumas diferenças entre as nações desenvolvidas e aquelas em desenvolvimento com relação à utilização de energia

O grau de industrialização e desenvolvimento, aliado ao clima (regiões de clima frio consomem mais energia) e à população total determinam o quão intensiva é uma nação em relação à utilização de energia. Os três primeiros fatores e, em alguns casos, todos os apresentados, contribuem para que os países da OCDE sejam grandes consumidores. Somente os 31 países que compõem este bloco consomem praticamente metade de toda a energia consumida no resto do mundo.

⁷ As reservas de carvão mineral foram apresentadas apenas no ano de 2005 em virtude da falta de informações disponíveis pela IEA para o restante do período analisado por esta pesquisa.

A figura a seguir, demonstra a diferença entre o consumo de energia primária, de petróleo, gás natural e carvão nos países da OCDE e no resto do mundo entre 1978 e 2008:

Figura 11 - Consumo de energia primária, de petróleo, gás natural e carvão nos países da OCDE e no resto do mundo entre 1978 e 2008

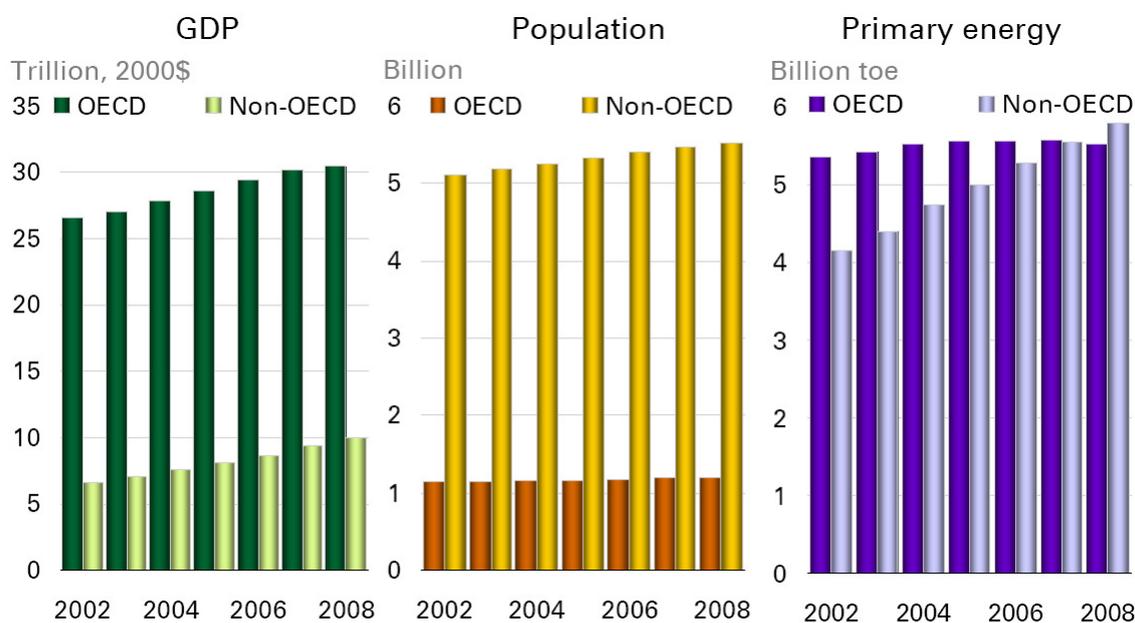


Fonte: FIGUEIREDO (2009), apud BP Statistical Review of World Energy (2008)

Conforme Figueiredo (2009), no ano de 2008, pela primeira vez, o consumo de energia por países fora da OCDE foi maior do que o consumo de energia dos países membros da OCDE. Isto porque as economias do resto do mundo apresentaram crescimento significativo nos anos 2000 e dominaram o crescimento da demanda por energia global desde a virada do século. Atualmente, 45% de todo o petróleo é consumido por países de fora da OCDE.

Apesar do rápido crescimento, as economias dos países fora da OCDE geram somente 25% do PIB global. Porém, esses 25% são produzidos por 82% da população mundial (FIGUEIREDO, 2009). Devido à importância do setor industrial para o crescimento das nações, gasta-se mais energia para produzir uma unidade do PIB em países fora da OCDE do que nos países da OCDE, situação que pode ser ilustrada pela figura a seguir apresentada:

Figura 12 - Relação entre PIB, população e consumo de energia primária nos países da OCDE e no resto do mundo



Fonte: FIGUEIREDO (2009), apud BP Statistical Review of World Energy (2008). Inclui dados do Oxford Economics e US DOE

De acordo com a figura anterior, pode-se ratificar ao longo dos anos 2000 que a maior parte da riqueza gerada no mundo vem dos países da OCDE, os quais possuem menos de 1/3 da população total e são os maiores consumidores de energia.

3.1.5 As energias renováveis na matriz energética mundial

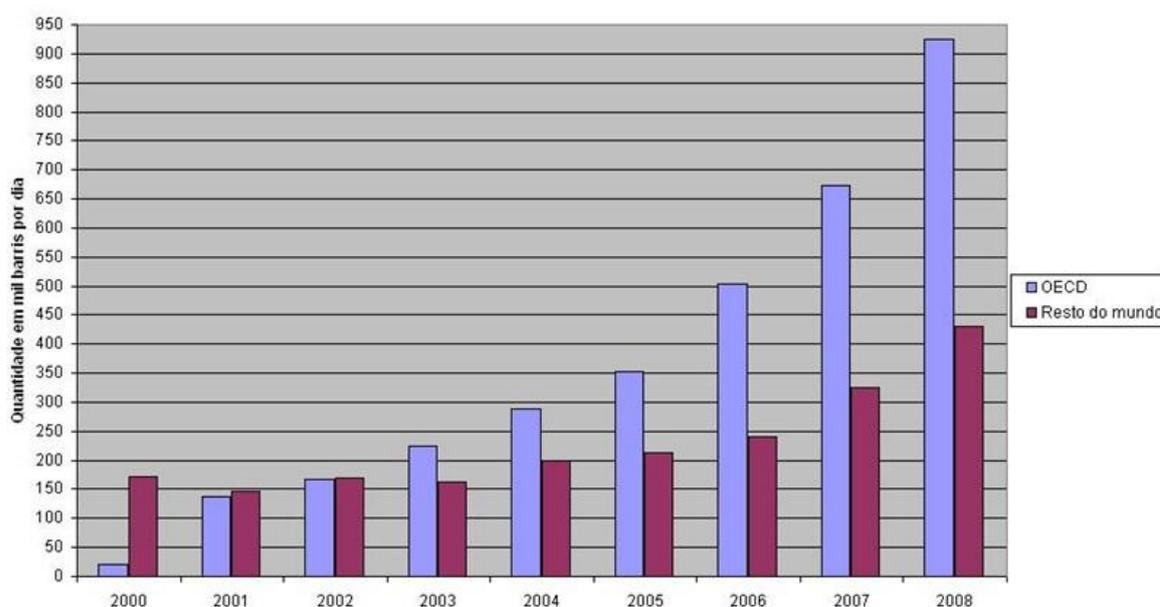
Apesar da grande quantidade de reservas de petróleo, gás natural e carvão existente no mundo e do consumo de energia oriunda destes recursos se mostrarem crescentes, a matriz energética mundial é configurada também pela biomassa (11,2%) e a energia hidráulica (2,1%). Estas duas fontes de energia provêm de recursos renováveis, portanto, diferindo-se neste sentido das demais já analisadas. Enquanto a primeira é utilizada basicamente para a fabricação de biocombustíveis, a segunda presta-se à geração de energia elétrica.

As demais energias provindas de fontes renováveis (eólica, solar, hidrogênio, etc.) ainda representam uma pequena parcela do total do consumo energético, tanto que nem têm representatividade na matriz energética mundial (figura 1) e, na sua grande maioria, ainda dependem de apoio (muitas vezes em forma de subsídio) governamental. Ainda assim, elas continuam crescendo com o passar dos anos.

Diferentemente de outros combustíveis, o crescimento das energias renováveis foi liderado pelos países da OCDE, pois nestes os incentivos governamentais são maiores. Muitos destes incentivos ocorrem em forma de investimentos em infraestrutura energética, que devem incorporar, de forma duradoura, I) as atuais tecnologias, II) necessidades de combustível e III) respectivas emissões, pelo que se torna necessário adotar uma estratégia apropriada para a promoção de formas de energias renováveis, de combustíveis com baixo teor em carbono e de processos alternativos, incluindo as tecnologias de captura e armazenamento de carbono.

No que se refere à produção de energia para suprir as necessidades de combustíveis, o etanol tem se destacado, embora a participação ainda seja incipiente em relação aos outros tipos de combustíveis. Atualmente, o etanol equivale a 0,9% de todo o petróleo consumido globalmente. Segundo Figueiredo (2009), a produção de etanol cresceu por quatro anos consecutivos (31% somente em 2008). O consumo de biocombustíveis, apresentado a seguir, demonstra este crescimento:

Figura 13 - Gráfico do consumo de biocombustíveis nos países da OCDE e no resto do mundo entre 2000 e 2008

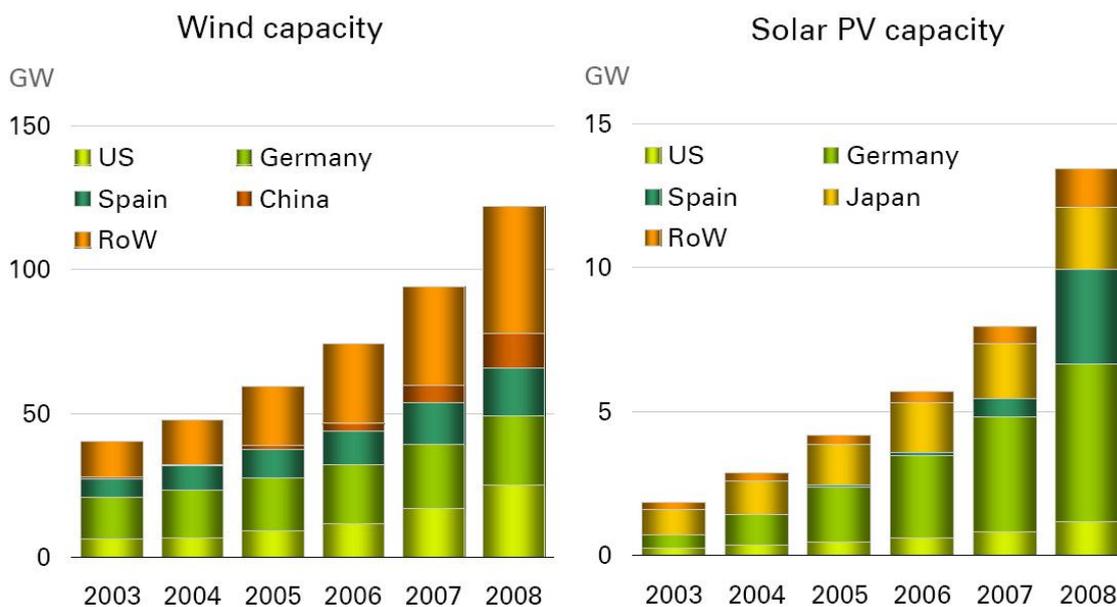


Fonte: elaborado a partir dos dados da OECD/IEA (2010)

Ao longo da década de 2000, identifica-se, a partir da figura acima, que o crescimento do consumo de biocombustíveis é mais intensamente verificado nos países da OCDE, mas que o crescimento se dá também no resto do mundo. Além da biomassa, existem também

energias alternativas provindas de fontes renováveis que estão sendo desenvolvidas e estimuladas por algumas nações. Este é o caso da energia eólica e solar, cujo potencial de utilização em algumas nações selecionadas e no resto do mundo (ROW) é mostrado na figura a seguir:

Figura 14 - Potencial de utilização de energia eólica e solar em algumas nações selecionadas e no resto do mundo



Fonte: FIGUEIREDO (2009), apud BP Statistical Review of World Energy (2008), incluindo dados da BTM Consultoria, IEA, EPIA e EurObserver

Conforme mostra a figura anterior, a capacidade de geração de energia solar cresceu mais do que a eólica. A Espanha e a Alemanha são nações em que o Governo incentiva a utilização de energias alternativas (tanto eólica, quanto solar) e, por isso, empreende investimentos para aumentar a capacidade de utilização de energia oriunda destas fontes. A capacidade de utilização de energia eólica e solar (com ênfase para a primeira) mostra-se crescente também nos EUA e no resto do mundo.

A preocupação com a produção de energia a partir de fontes renováveis é de âmbito mundial, compreendendo a quase totalidade dos países. O direcionamento dos investimentos para a busca de alternativas de geração de energia limpa se intensificou mais recentemente e, segundo dados do PNUMA (2009), mais de US\$ 148 bilhões do fundo global para a geração de energia foram direcionados ao setor de energia sustentável no ano de 2007, 60% a mais que no ano de 2006. Deste montante, US\$ 17 bilhões foram utilizados para pesquisa e desenvolvimento em biocombustíveis.

Dentre as fontes de energia que estão sendo pesquisadas, destaca-se mais intensamente a energia eólica que recebeu a maior parte dos investimentos (US\$ 50,2 bilhões no ano de 2007), seguida da energia solar (US\$ 28,6 bilhões). A maior parte deste fundo foi para a Europa, seguida dos EUA. Entretanto, China, Índia e Brasil atraíram crescentemente o interesse dos investidores, com a sua parte do crescimento do novo investimento indo de 12% em 2004 para 22% em 2007 (PNUMA, 2009).

Não obstante, a International Atomic Energy Agency (2006) atenta para a redução no nível de investimento, principalmente pelo setor público, o que faz com que as mudanças ocorram mais lentamente, mesmo diante da iminente crise de escassez e/ou esgotamento de alguns dos recursos naturais utilizados.

A lentidão destas mudanças ocorre em função dos poucos recursos destinados na maioria dos países para investimentos em energias renováveis, mas também pode ser justificada por fatores como a inércia de mudança (lock in) e pelo alto custo da mudança tecnológica no momento em que a anterior ainda mostra-se eficiente. A conjugação destes fatores é o que justifica a matriz energética mundial ser tão intensiva na utilização de recursos não renováveis para produção de energia, conforme pode ser visualizado na tabela a seguir, que mostra a participação das diferentes fontes de energia na matriz energética.

Tabela 5 - Participação das diferentes fontes em (%) na matriz energética mundial e a oferta total de energia no período 1980-2007

	1980	2007
Petróleo	43	34
Carvão mineral	25	27
Gás natural	17	21
Outros	10	10
Urânio	3	6
Hidrelétrica	2	2
Oferta de energia (milhões de tep)	7.183	12.029

Fonte: NAIPPE/USP (2009) utilizando dados da IEA (2007)

A partir da tabela anterior, depreende-se que somente o petróleo diminuiu a sua participação entre 1980 e 2007, sendo que o carvão mineral, gás natural e urânio tiveram aumento de participação, enquanto as hidrelétricas e outros tipos de energia se mantiveram

constantes neste período. Verificou-se que neste período houve um aumento de 67,5% no total de energia ofertada.

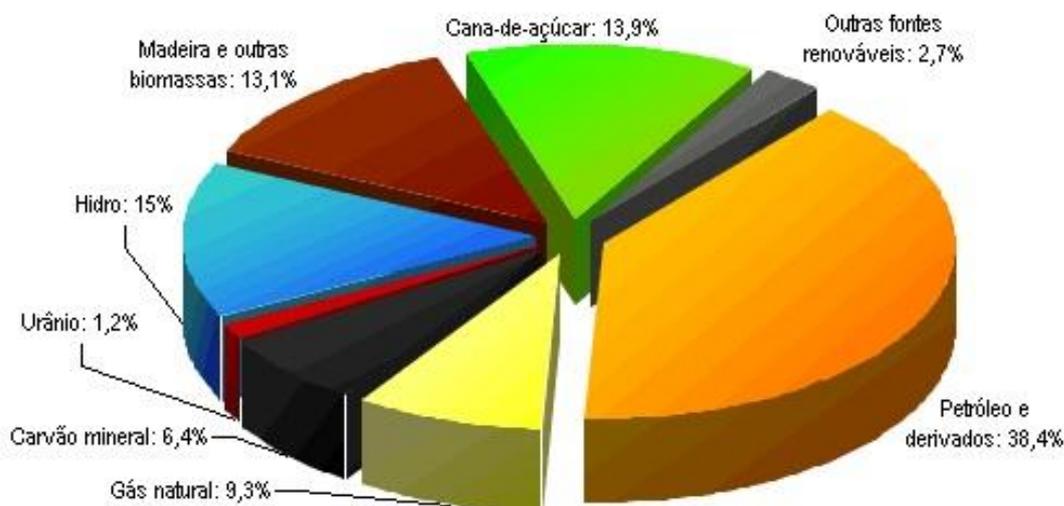
Apesar do potencial de utilização existente em vários países do resto do mundo, nota-se que as energias renováveis vêm sendo utilizadas e mostram-se crescentes naqueles países em que há investimentos para pesquisa e desenvolvimento de tecnologias que as viabilize, além de subsídios e incentivos para quem as utilize. Nos demais países do mundo ainda mostram-se muito incipientes, tanto que, com exceção da energia gerada nas hidrelétricas, elas não se destacam na composição da matriz energética mundial, devendo estar inclusas no item 'outros' da tabela.

No entanto, o Brasil destaca-se como uma nação que utiliza cada vez mais as energias renováveis, pois tem um potencial bastante significativo de recursos naturais disponíveis em seu território e possui políticas públicas de incentivo ao desenvolvimento e adoção de novas energias deste tipo. Em função disto, faz-se importante conferir a situação do Brasil no tocante à energia.

3.2 A ENERGIA NO BRASIL

Assim como no restante do mundo, o Brasil é um país em que a maior parte da energia utilizada vem de fontes convencionais e não renováveis, conforme pode ser visualizado na figura a seguir:

Figura 15 - Matriz energética brasileira em 2006



Fonte: Ministério de Minas e Energia – Balanço Energético Nacional (2006)

A exemplo do que ocorre na matriz energética mundial, no Brasil a principal fonte de geração de energia é o petróleo e seus derivados (38,4%). No entanto, a segunda e terceira fonte mais representativa é a energia hidráulica (15%) e a cana-de-açúcar (13,9%), o que difere do observado na matriz mundial, pois estes dois tipos de energia são renováveis e menos poluentes. Na matriz mundial, contrariamente, estas posições são ocupadas pelo gás natural e carvão, respectivamente. Estes últimos, conjuntamente ao petróleo, formam o conjunto de gases altamente poluentes e nocivos à atmosfera e ao meio ambiente, conhecidos como combustíveis fósseis.

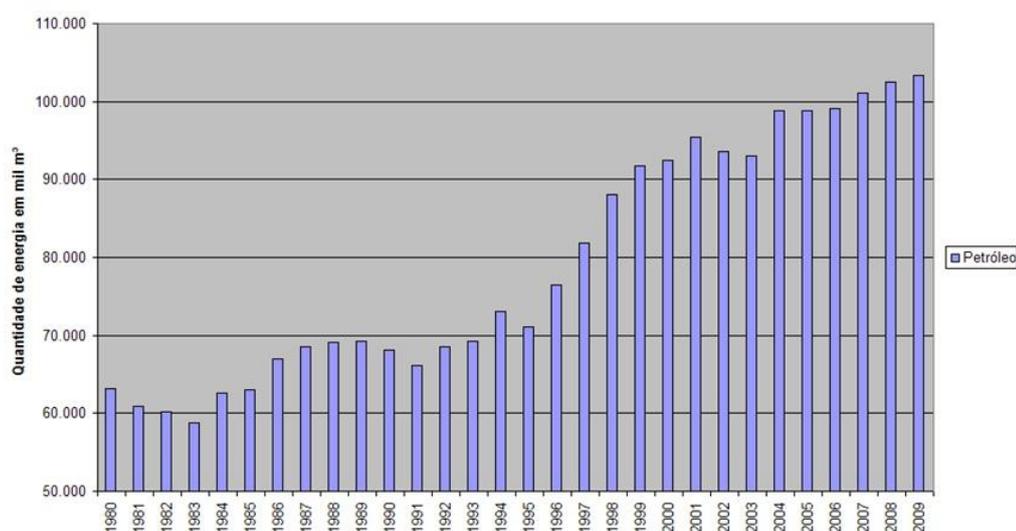
Na matriz energética brasileira, observam-se outras fontes de origem renovável tendo representatividade no conjunto todo. Destaca-se neste grupo a madeira e outras biomassas (13,1%) e outras fontes renováveis (2,7%). Resta ainda o gás natural (9,3%), carvão mineral (6,4%) e o urânio (1,2%) que integram o grupo do tipo não renováveis e poluentes.

Com o intuito de verificar a situação do Brasil em termos de consumo energético entre 1980 e 2009, comparativamente ao que foi realizado em termos mundiais, analisar-se-á a quantidade consumida das principais fontes energéticas ao longo do tempo.

3.2.1 A situação atual quanto ao consumo de energia no Brasil

A variação no consumo das principais fontes de energia que compõem a matriz energética brasileira (por ordem de representatividade) está apresentada nas figuras a seguir:

Figura 16 - Gráfico do consumo de petróleo no Brasil entre 1980 e 2009

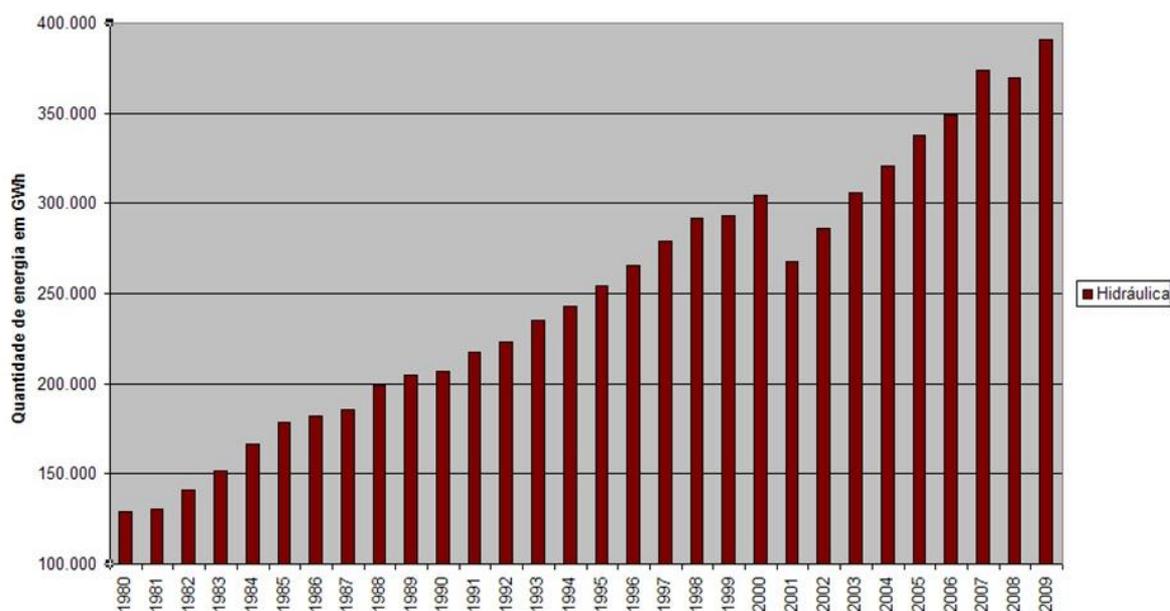


Fonte: elaborado a partir dos dados do BEN (2010)

A partir da figura anterior, verifica-se que o consumo de petróleo demonstra oscilações ao longo do tempo que se acentuam em função das variações no nível de preço do produto. A queda no consumo nos primeiros anos da década de 1980 pode ser justificada pelo aumento no preço, ocorrido como consequência do segundo choque do petróleo. Períodos de aumento seguidos por outros de queda são visíveis ao longo de todo o período analisado, culminando em aumentos consideráveis na segunda metade dos anos 2000.

Apesar do aumento no consumo do petróleo, percebido mais intensivamente a partir da segunda metade dos anos 90 até o final do período analisado, a representatividade não foi tão intensa, contrariamente ao que ocorreu com a energia hidráulica, mostrada na figura a seguir:

Figura 17 - Gráfico do consumo de energia hidráulica no Brasil entre 1980 e 2009

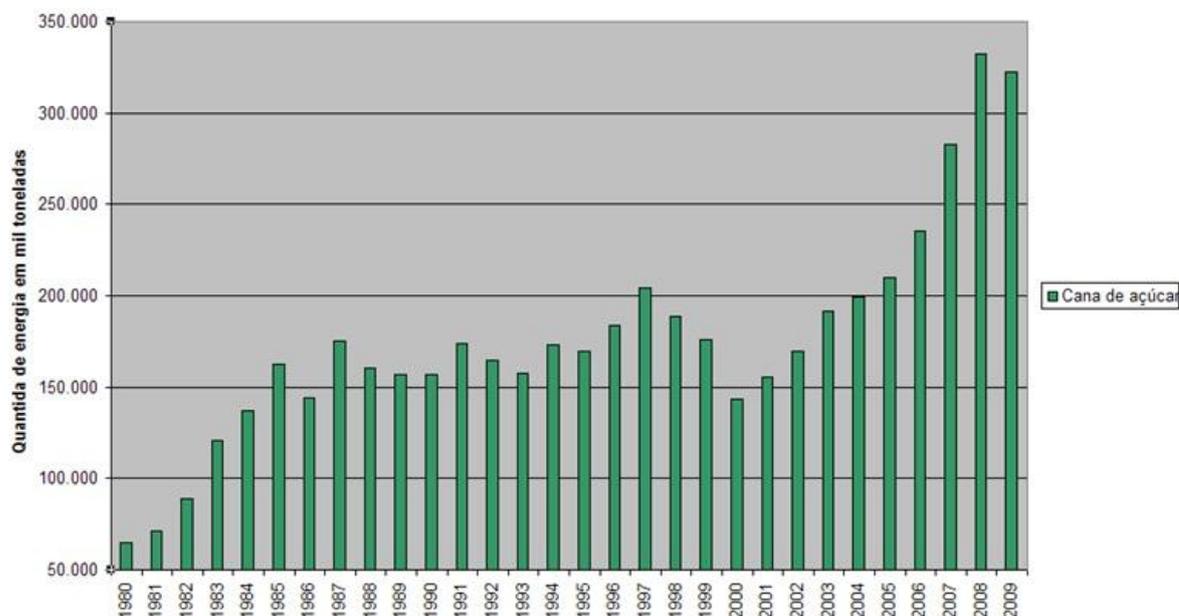


Fonte: elaborado a partir dos dados do BEN (2010)

O consumo de energia hidráulica mantém-se crescente ao longo de todo o período analisado, com exceção dos anos 2001 e 2008 que foram marcados por queda no consumo. No ano 2001 especificamente houve queda de produção de energia, justificada pela crise de abastecimento que assolou o setor energético brasileiro, o que implicou em redução do consumo.

A tendência de crescimento do consumo também foi observada com relação à cana-de-açúcar, visualizada na figura a seguir:

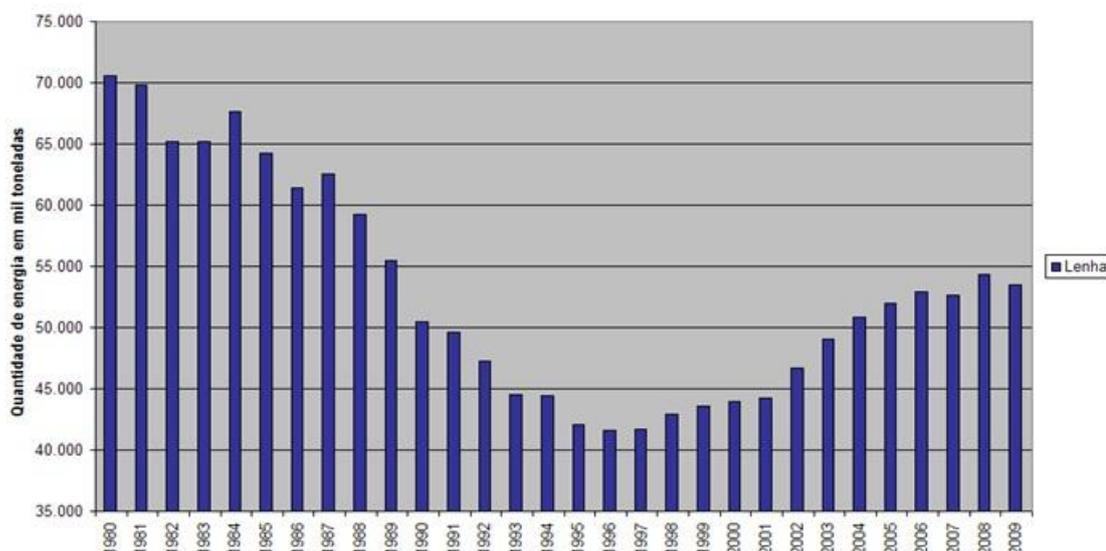
Figura 18 - Gráfico do consumo de cana-de-açúcar no Brasil entre 1980 e 2009



Fonte: elaborado a partir dos dados do BEN (2010)

O crescimento do consumo da cana-de-açúcar e a tendência de aumento ano após ano tornou-se mais expressivo a partir da década de 2000, o que pode ser justificado em função da utilização deste produto para fabricação de etanol e do aumento de veículos com motor *flex fuel*. O consumo crescente na primeira metade da década de 1980 pode ser justificado pela implantação do PROALCOOL pelo Governo Federal.

No entanto, o período compreendido entre a segunda metade da década de 1980 até o início dos anos 2000 demonstra muitas oscilações no consumo, com anos de aumento seguidos de outros que evidenciam quedas. A tendência à queda no consumo pode ser observada na lenha, o que é mostrado na figura a seguir:

Figura 19 - Gráfico do consumo de lenha no Brasil entre 1980 e 2009

Fonte: elaborado a partir dos dados do BEN (2010)

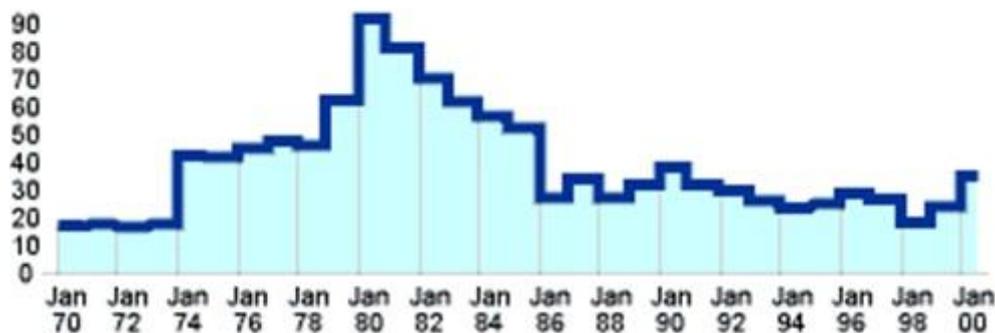
O consumo de lenha vem sendo reduzido gradativamente desde o início dos anos 1980, chegando aos menores patamares de utilização entre 1996 e 97. Esta tendência começa a se reverter a partir de então, mas muito timidamente, em valores bem menores àqueles observados no início do período analisado.

Considera-se que o consumo de madeira e outras biomassas (lenha) decresceram a partir dos anos 90 e mantém-se num patamar pouco variável ao longo do período analisado, o que pode ser explicado por Pinto JR. (2007). Para este autor, a lenha que, em 1970, era a principal fonte de energia primária na composição da oferta interna bruta (cerca de 47%), foi progressivamente substituída por outras fontes de energia e sua participação no balanço energético nacional caiu para cerca de 13% em 2005.

Afora as ilustrações mostradas nas figuras anteriores, o que justifica o comportamento do consumo de energia no Brasil é a própria história econômica do mundo e as repercussões que ocorreram internamente. Ao longo do tempo, houve grandes marcos que estiveram envolvidos diretamente com a produção e consumo de energia:

- O Primeiro Choque do Petróleo

O primeiro choque do petróleo ocorreu em 1973 a partir do reajuste dos preços do barril de petróleo provocado pelos países exportadores (membros da OPEP), conforme pode ser observado na figura a seguir:

Figura 20 - Gráfico do preço médio anual de petróleo entre 1970 e 2000

Nota: Em US\$ do ano 2000 – Inflacionado pelo IPC dos EUA

Fonte: Federal Reserve (2003) – Statistics & Historical Data

A crise deste período teve origem no conflito árabe-israelense, mas seu alcance se deu de forma ampla em quase todos os países do mundo, pois foi marcada pelo controle da produção, distribuição da matéria-prima e defesa do preço no mercado internacional, demonstrando o controle dos países que são os maiores produtores e exportadores.

No início dos anos 70, estes países respondiam por mais de 60% das exportações. Além disso, os países exportadores haviam gradativamente melhorado suas posições na economia petrolífera, elevando sua margem de lucratividade, realizando nacionalizações parciais ou integrais, retendo a propriedade das reservas e impondo condições às multinacionais do petróleo.

Logo após o início do conflito entre árabes e israelenses, os países petrolíferos reunidos na OPEP decidiram aumentar unilateralmente em 17% o preço do barril e reduzir mensalmente em 5% o fornecimento aos países que apoiavam Israel no conflito. Em consequência destes fatos, houve o aumento do preço do barril de petróleo no Brasil que, na época, era a segunda maior fonte geradora de energia primária, seguida da lenha que era a mais utilizada. Com o aumento do preço houve a retração do consumo (menos que proporcionalmente ao aumento evidenciado), em virtude da dependência que a matriz energética brasileira possuía em relação ao petróleo (CARVALHO e CARRIJO, 2007).

- O Segundo Choque do Petróleo

O segundo choque ocorreu em 1979 a partir da paralisação da produção iraniana, como consequência da revolução islâmica. A queda da produção por este país (segundo maior exportador da OPEP na época) foi tão intensa que não era suficiente nem mesmo para abastecer o mercado interno.

Esta redução na produção iraniana fez com que as companhias petrolíferas formassem estoques, o que contribuiu para que os preços assumissem níveis muito elevados. Aos poucos, todos os países foram reajustando os preços o que gerou, além da redução do consumo, algumas iniciativas que objetivavam reduzir a dependência do petróleo, incluindo a pesquisa de fontes energéticas alternativas.

A busca de alternativas que viabilizassem a redução da utilização do petróleo como uma das principais fontes geradoras de energia é que levou o Governo brasileiro a incentivar a produção de cana-de-açúcar com o objetivo de produzir etanol para servir como combustível. A partir de então, foi criado o PROÁLCOOL.

- O Programa Nacional do Álcool (PROÁLCOOL)

A energia oriunda da cana-de-açúcar teve crescimento significativo durante a primeira metade dos anos 80, justificada pela decorrente fase de implantação do PROALCOOL pelo Governo. A intenção era estimular a produção de álcool combustível para diminuir o uso de petróleo e seus derivados, o que caracterizou a fase inicial do Programa (1975-79).

Com isso, buscava-se a diminuição da importação de petróleo e, conseqüentemente, a redução do déficit do balanço de pagamentos. A produção de álcool começa a ganhar impulso contando com a ajuda governamental, que concedeu financiamentos e subsídios ao setor. Coube à Petrobrás efetuar a compra, transporte, armazenamento, distribuição e realizar a mistura do álcool à gasolina. Ao Governo, coube determinar o preço de venda do produto.

Nesta primeira fase houve um aumento substancial da produção de álcool que evoluía a cada nova safra de cana-de-açúcar. Na primeira safra deste período (1975-76), o volume produzido de álcool foi de 555,6 mil m³, enquanto na última (1978-79) o volume aumenta para 2.490,6 mil m³ (ALCOPAR, 2007, In: MICHELLON, SANTOS e RODRIGUES, 2008).

A segunda fase do Programa (1979-86) iniciou a partir do conflito no Oriente Médio entre Irã e Iraque, em 1979, fazendo com que os preços do petróleo atingissem patamares ainda mais elevados, eclodindo assim o segundo choque do petróleo. Neste período, os níveis de produção também evoluíram muito. A produção que era de 3.396,4 mil m³ em 1979-80 assumiu o patamar de 10.539,3 mil m³ em 1986-87 (MICHELLON, SANTOS e RODRIGUES, 2008).

No entanto, no final dessa fase, o preço do petróleo começa a se estabilizar, o mercado de açúcar estava em ascendência e a realidade econômica do país era crítica, decorrida de uma crescente deterioração das condições econômicas e sociais. Isto fez com que houvesse uma redução dos investimentos no Programa a partir de 1985.

Esta situação justifica a existência da terceira fase (1986-2003). Este período ficou caracterizado como de desaceleração e crise do Proálcool, pois o preço internacional do petróleo começou a diminuir e estabilizar no mercado internacional, além de que a dependência do país ao petróleo importado era menor devido à expansão da produção brasileira que levou ao desestímulo da produção de álcool. Com isto, a produção de álcool que era de 10.539,3 mil m³ na safra 1986-87 culmina em 12.471,4 mil m³ na de 2002-03.

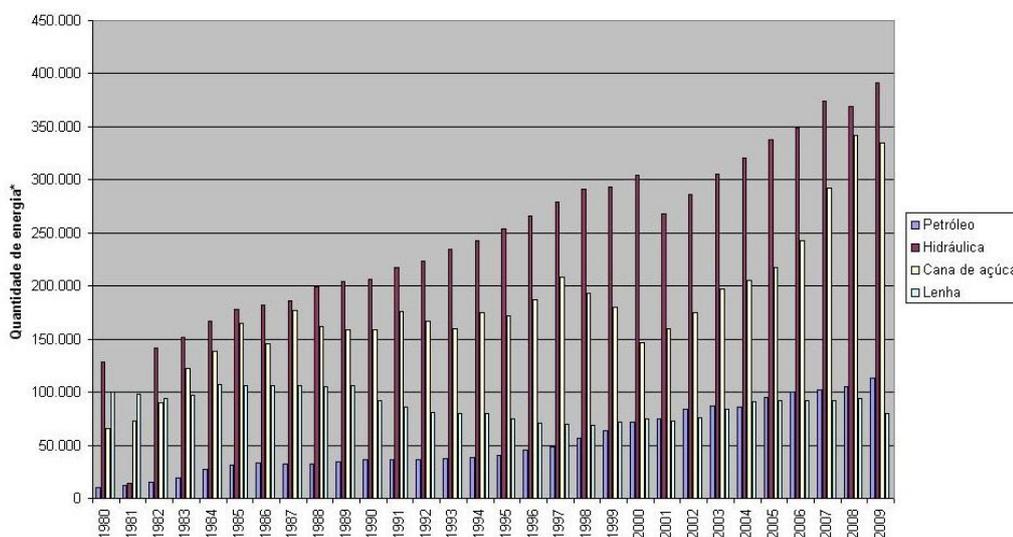
Assim, ao longo do período 1973-86 ao promover o incentivo da produção e consumo de cana-de-açúcar, houve a redução do consumo de petróleo como óleo combustível. Verifica-se que o preço é variável determinante na demanda dos recursos energéticos e que as políticas públicas são fundamentais para controlar o nível de preços no mercado.

Além disso, o preço também varia de acordo com a disponibilidade do bem (oferta) e, no caso do petróleo é, em grande medida, resultado das estratégias adotadas pelos principais grupos de interesses atuantes neste mercado, sobretudo os países da OPEP.

3.2.2 A situação atual quanto à produção de energia no Brasil

A variação na produção das principais fontes de energia que compõem a matriz energética brasileira está apresentada na figura a seguir:

Figura 21 - Gráfico da produção de petróleo, energia hidráulica, cana-de-açúcar e lenha no Brasil entre 1980 e 2009



*As quantidades de energia dispostas no eixo das ordenadas são medidas em mil TEP no caso do petróleo, GWh no caso da energia hidráulica e mil toneladas no caso da cana-de-açúcar e lenha.

Fonte: elaborado a partir dos dados do BEN (2010)

A produção de energia no Brasil é determinada a partir de projeções do consumo nos diferentes setores (industrial, comercial e residencial), sendo realizada em quantidades suficientes para atender ao mesmo. A produção, demonstrada na figura acima, foi avaliada somente a partir das quantidades produzidas, sem considerar a importação que ocorreu no período e nem a variação dos estoques.

Quanto à produção de petróleo, recurso mais intensivamente utilizado, verifica-se que a produção apresenta-se crescente ao longo de todo o período analisado e foi aumentando gradativamente ano após ano, culminando no ano 2009 com um aumento de 107% em relação a 1980. Este crescimento regular ano após ano não ocorre com relação à energia hidráulica, pois esta decresce no ano 2001, voltando a crescer a partir do ano seguinte.

Com relação à cana-de-açúcar, houve queda na produção em 1986 (fim da segunda fase do PROÁLCOOL), 1989 e 2000 (fase de desaceleração dos subsídios e incentivos do PROÁLCOOL). Apesar do incremento na utilização de etanol nos últimos anos, houve redução da produção de cana-de-açúcar também em 2008. A produção de lenha tem uma situação singular e atípica, pois a mesma foi sendo substituída com o passar do tempo por outras fontes mais eficientes e, por isso, sua produção apresenta grande variabilidade ao longo do período analisado, decrescendo a partir de 1990 e voltando a aumentar somente em 2002.

Verifica-se que a lenha foi a única fonte de energia que teve redução na quantidade produzida (- 20,8%) ao longo do período analisado. No entanto, o petróleo apresentou incremento de 974%, a energia hidráulica de 203% e a cana-de-açúcar teve aumento de 411% entre 1980 e 2009.

Diante de aumentos significativos na quantidade produzida e consumida de energia no Brasil, torna-se relevante observar a quantidade de reservas de petróleo e dos demais recursos energéticos que compõem a matriz energética nacional para que se possa avaliar a disponibilidade dos mesmos para que continuem sendo utilizados.

3.2.3 A situação atual quanto às reservas no Brasil

No que tange especificamente ao petróleo, novas descobertas em águas profundas e ultraprofundas têm ampliado o potencial deste mineral a ser explorado em território brasileiro. A partir destas novas descobertas que deram origem ao que se convencionou chamar de Pré-Sal (camada de petróleo existente na faixa litorânea que se estende de Santa Catarina ao Espírito Santo com mais de 7 mil metros de profundidade total, que é a distância entre a superfície do mar e os reservatórios de petróleo localizados abaixo da camada de sal), tem-se um aumento das reservas, abaixo apresentado em números:

Tabela 6 - Reservas de petróleo provadas líquidas existentes no Brasil⁸

	Petróleo (bilhões de barris liquefeitos - BBL)		
	Brasil	Internacional	Total
Reservas provadas e desenvolvidas*			
Em 31/12/2008	5,346	0,211	5,557
Em 31/12/2009	6,121	0,202	6,323

*Nas estimativas de reservas não foram considerados os volumes do Pré-Sal da Bacia de Santos que se encontram em avaliação, porém o Pré-Sal do Espírito Santo está contribuindo com 182 milhões de barris de óleo equivalente para as reservas provadas.

Fonte: Petrobrás (2010) – Relatório de sustentabilidade 2009

Pelos dados da tabela anterior, constata-se o aumento de 13,78% no total das reservas existentes em 2009, comparativamente às de 2008. Este aumento se dá no Brasil graças às novas descobertas, não obstante as reservas internacionais de domínio da Petrobrás tenham

⁸ As reservas de petróleo e gás provadas correspondem às quantidades estimadas de petróleo bruto, gás natural e condensado que pela análise dos dados de geoengenharia, podem ser estimados com razoável certeza, considerados comerciais, de um reservatório conhecido, sob condições econômicas definidas, métodos de operação conhecidos e sob as condições regulatórias vigentes, numa determinada data.

diminuído neste período. Como as explorações do Pré-Sal que começaram na década de 2000 devem se intensificar nos próximos anos, estima-se que as reservas de petróleo no Brasil devam ser aumentadas, possibilitando maior disponibilidade deste recurso para consumo energético.

O aumento significativo deste mineral que advirá com a exploração da camada Pré-Sal pode ser considerado uma vantagem para o Brasil, concedendo oportunidade para o país se fortalecer em termos de potencial energético e ter possibilidade de negociar comercialmente este recurso com outras nações.

A segunda fonte energética mais significativa na matriz energética brasileira é a hidroeletricidade. Sendo assim, avalia-se o potencial hidráulico brasileiro com intuito de verificar as possibilidades de utilização da água como recurso gerador de energia.

Tabela 7 - Potencial hidráulico para fins de geração de energia no Brasil e por região

	Potencial (MW)*	Explorado (%)
Brasil	258.410	–
Região sul	42.030	47,8
Região sudeste	78.716	41,0
Região nordeste	26.268	40,4
Região norte	111.396	8,9

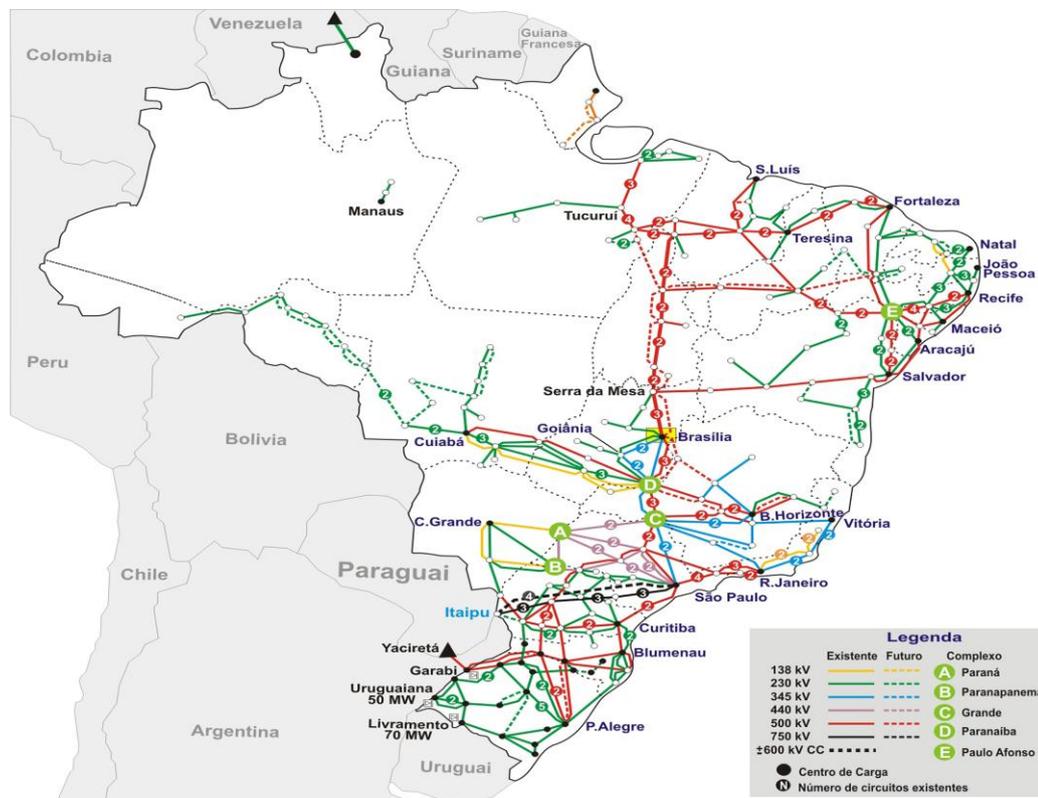
*Os potenciais de energia hidráulica são bens da União independente da dominialidade do corpo de água. O aproveitamento dos potenciais de energia hidráulica somente poderá ser efetuado mediante autorização ou concessão da União, excetuando os casos de aproveitamento do potencial de energia renovável de capacidade reduzida (HIDRO <1MW).

Fonte: GONDIM (2005) a partir dos dados do MME (2005)

Pelo que se depreende dos dados apresentados na tabela anterior, o Brasil possui um potencial muito grande de bacias hidrográficas em condições de serem exploradas para fins de geração de energia, com destaque para a região norte (maior potencial ainda não explorado, embora com a construção da Usina de Belo Monte no Pará, parte deste potencial será aproveitada).

A segunda região com maior potencial hidráulico é a sudeste, onde já está em operação o maior número de hidrelétricas do País. Verifica-se, através do percentual explorado, que o País conta com uma capacidade bastante grande de expansão do parque gerador de energia hidráulica, cujas unidades já em operação estão ligadas através do Sistema Interligado Nacional (SIN), sob coordenação da ANEEL. As interligações entre diferentes pontos geradores de energia no território brasileiro estão mostradas na figura a seguir:

Figura 22 - O Sistema Interligado Nacional (SIN) em 2009



Fonte: TORTELLI (2009)

A figura anterior permite visualizar a interligação estabelecida no SIN que, segundo dados da ANEEL (2005), conta com capacidade instalada de geração e distribuição de energia elétrica no Brasil de 88.533MW, sendo que 68.896 MW (77,8%) são de energia hidrelétrica, 17.630 MW (19,9%) são de energia térmica e outros 2.007MW (2,3%) são de energia nuclear, o que comprova a importância da hidroeletricidade na composição da matriz energética nacional.

A hidroeletricidade está em constante expansão através da construção de novas usinas no território brasileiro. Conforme dados da ANEEL (2010), verifica-se a existência de 17 usinas hidrelétricas em construção no País no ano de 2010. Parte destas ainda não estão sendo construídas, mas já obtiveram licença prévia (LP) do órgão ambiental competente. Com a inauguração das novas usinas prevista para os próximos anos, haverá um aumento de 17.923,5 MW de potência no SIN.

A partir das informações e dados apresentados sobre a situação da energia no mundo e no Brasil, torna-se possível fazer algumas constatações sobre a matriz energética brasileira,

procurando verificar as modificações ocorridas, bem como traçar algumas perspectivas quanto à constituição da mesma nos próximos anos.

3.3 AS MODIFICAÇÕES NA MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA E AS TENDÊNCIAS PARA OS PRÓXIMOS ANOS QUANTO À COMPOSIÇÃO DA MESMA

Configura a matriz energética brasileira, em ordem de percentual de participação, após o petróleo e a energia hidráulica, a energia oriunda da cana-de-açúcar (etanol). Quanto à disponibilidade deste produto para fins energéticos, sabe-se que é bastante grande devido à quantidade de terras férteis e agricultáveis no Brasil e ao potencial agrícola que o País apresenta.

A utilização da cana para a produção de etanol compete com aquela destinada à produção de açúcar, cabendo ao Governo ser mediador neste processo através do estabelecimento de instrumentos de política pública que façam com que os produtores sintam-se estimulados a produzirem o produto em quantidades suficientes para garantir a produção de etanol. Este deve garantir o abastecimento da frota de veículos com motor *flex fuel* que teve aumento de produção a cada ano no Brasil a partir de maio de 2003, por ocasião do segundo impulso ao etanol como combustível lançado pelo Governo.

Modificações como estas que ocorreram com relação à maior disponibilidade de petróleo, maior necessidade de cana-de-açúcar e a construção de novas usinas hidrelétricas no Brasil é que demonstram que a matriz energética deve ir se modificando com o passar dos anos para conseguir se moldar à nova realidade que se faz presente, bem como às novas necessidades. As modificações que ocorreram na matriz energética brasileira, demonstrando a participação das diferentes fontes são mostradas na tabela a seguir:

Tabela 8 - Participação das diferentes fontes em (%) na matriz energética brasileira e a oferta total de energia no período 1980-2008

	1980	2008
Petróleo	48,3	37,3
Cana-de-açúcar	8,0	16,6
Hidrelétrica	9,6	13,9
Lenha e carvão vegetal	27,1	11,4
Gás natural	1,0	10,2
Carvão mineral	5,1	5,7
Outras renováveis	0,9	3,4
Urânio	0,0	1,5
Oferta de energia (milhões de tep)	114,8	251,5

Fonte: NAIPPE/USP (2009), utilizando dados do BEN (2008)

A partir da tabela anterior, depreende-se que todos os tipos de energia, à exceção do petróleo e da lenha (este último, conforme já verificado, foi sendo naturalmente substituído com o passar do tempo) tiveram incremento de participação percentual neste período. Verificou-se que neste período houve um aumento de 119,1% no total de energia ofertada, com uma taxa de crescimento média anual de 2,8%.

A redução na participação do petróleo enquanto fonte energética também foi observada no mundo, pois os preços deste recurso têm se mantido em alta no mercado internacional. Além disso, é considerado um bem escasso, apesar de que as explorações pelas empresas petrolíferas em busca de novas reservas são constantes e têm conseguido ampliar as reservas no Brasil e no mundo.

Verifica-se um incremento bastante expressivo na utilização de energias renováveis ao longo do período analisado, em virtude do aumento de 8,6 pontos percentuais na participação da cana-de-açúcar, 4,3 nas hidrelétricas e 2,5 pontos percentuais em outros tipos de energias renováveis, conforme os dados da tabela anterior. Por outro lado, se analisarmos a participação das energias não renováveis na matriz energética, verifica-se que houve redução de 11 pontos percentuais na participação do petróleo, mas aumento de 9,2 na utilização do gás natural, de 0,6 pontos percentuais no carvão mineral e de 1,5 pontos, no caso do urânio.

Com base nestes dados, verifica-se que para conseguir ampliar a oferta de energia está ocorrendo um aumento considerável na utilização das energias renováveis, ainda que aquelas consideradas não renováveis também venham ampliando sua participação, com exceção do petróleo, o que acontece principalmente devido às oscilações de preços deste recurso no mercado internacional. Quanto aos outros tipos de energias não renováveis utilizadas (carvão mineral, urânio e gás natural) o aumento na sua utilização é justificado pelo baixo preço para sua geração.

O Brasil encontra-se numa situação diferenciada com relação a outras nações, o que explica o maior percentual de utilização de energias renováveis na matriz energética, pois conta com recursos naturais abundantes, permitindo a ampliação do percentual de energia gerado a partir de fontes renováveis. Além disso, possui novas reservas de petróleo e gás naturais ainda não utilizadas, pois foram descobertas recentemente dentro do território⁹, o que abre possibilidade de extração e exploração destas fontes, permitindo o aumento significativo da oferta de energia não renovável, o que possibilita a exportação da mesma para outros países.

Sendo assim, a matriz energética brasileira continuaria dependendo da utilização de combustíveis fósseis, o que pode representar perdas em termos ambientais, mas benefícios em termos sociais acaso as instituições governamentais intervenham e, através de pesquisas e estudos, comprovem a viabilidade de ofertar energia a um custo menor (uma vez que os recursos são próprios e mais abundantes) à camada de mais baixa renda.

Um dos aspectos de extrema relevância no tocante à escolha por energia alternativa ou energia convencional (advinda em grande parte de combustíveis fósseis) é o relativo ao custo de produção da mesma. Pesquisas apontam a viabilidade de gerar energia em grande escala a partir de fontes alternativas (eólica, solar, biomassa, hidrogênio, etc.) e, conforme mostra a tabela a seguir, o sistema de micro centrais hidrelétricas é o mais competitivo em relação às demais fontes renováveis, pois podem ser gerados com menor custo (MENEZES E PINTO, 2007).

Este custo mais baixo obtido pelas empresas, se repassado ao consumidor, pode implicar em um ganho significativo para a camada de mais baixa renda da população, que poderá ter maior possibilidade de acesso à energia. Em se tratando de um país subdesenvolvido, esta parece ser uma alternativa viável, uma vez que beneficia a camada mais pobre da população.

⁹ A chamada camada pré-sal foi descoberta em 2008 e compreende uma faixa que se estende ao longo de 800 km² entre o Espírito Santo e Santa Catarina, abaixo do leito do mar.

Tabela 9 - Custos de produção para obtenção de energias renováveis no Brasil em 2007

Sistema	Custo da energia (R\$/MWh)
Biogás	67 a 190
Fotovoltaico ¹⁰	200 a 400
Eólico	50 a 80
Biomassa	40 a 70
Motor diesel (biodiesel)	100 a 300
Micro Central Hidrelétrica	20 a 40

Fonte: MENEZES E PINTO (2007)

A partir da tabela anterior, depreende-se que a melhor fonte de energia alternativa a ser utilizada no Brasil em termos de custo de produção é aquela produzida em micro centrais hidrelétricas (PCHs), em parques eólicos e aquela oriunda do processamento da biomassa, respectivamente. As PCHs aproveitam o potencial hídrico existente e são mais fáceis de serem autorizadas pelos órgãos ambientais, pois não implica na inundação de uma grande área, o que ocorre com as hidrelétricas de grande porte.

Conforme Menezes e Pinto (2007), a maior quantidade de energia elétrica produzida através de fontes renováveis no Brasil provém de usinas hidrelétricas (cerca de 95%). No entanto, a maior parte das usinas hidrelétricas é de grande porte e, portanto, geram impactos ambientais devido à inundação de imensas áreas para construção do lago da barragem. Com o intuito de diminuir os impactos ambientais, existe uma tendência à construção de PCHs, cuja capacidade não passa de 30 MW, enquanto que a capacidade instalada no Brasil é de cerca de 900 MW.

Em concordância com esta idéia, Smith (2007) salienta a tendência de queda no custo da energia provinda de fontes alternativas. Para esta autora, que analisa a situação dos Estados Unidos com relação à produção de energia, tanto o petróleo quanto o gás tendem a ficar mais caros no médio e longo prazo e, aliado a isso, a adoção e disseminação de novas tecnologias para a geração de energia a partir de fontes renováveis devem reduzir o custo de geração das mesmas.

¹⁰ A energia fotovoltaica é fornecida de painéis contendo células fotovoltaicas ou solares que, sob a incidência do sol, geram energia elétrica. A energia gerada pelos painéis é armazenada em bancos de bateria, para que seja usada em período de baixa radiação e durante a noite. A conversão direta de energia solar em energia elétrica é realizada nas células solares através do efeito fotovoltaico, que consiste na geração de uma diferença de potencial elétrico através da radiação. O efeito fotovoltaico ocorre quando fótons (energia que o sol carrega) incidem sobre átomos (no caso átomos de silício), provocando a emissão de elétrons, gerando corrente elétrica (GUERRINI, 2009).

Estes aspectos podem servir de estímulo para a ocorrência de modificações na matriz energética brasileira, o que possibilita a alteração no domínio das empresas que são as principais responsáveis pela geração de energia. Atualmente, devido à política econômica vigente, existem muitas empresas, principalmente as de energia elétrica, que passaram por processos de privatização, o que torna o desempenho do setor de energia dependente dos investimentos que vierem a ser feitos por estas (LESSA, 2001).

Estas modificações ocorridas na estrutura das empresas do setor elétrico, a partir da privatização das mesmas, justificam, segundo Lessa (2001), a crise de abastecimento ocorrida no ano de 2001. O processo de privatização foi consequência do Plano Nacional de Desestatização (PND) do Governo Federal. As empresas do setor elétrico privatizadas foram um total de 23, das quais 20 são distribuidoras de energia elétrica. Esta mudança provocou questionamentos quanto aos novos investimentos que ocorreriam neste setor nos anos seguintes, o que ocorreu devido à tensão que se instaurava naquele momento, uma vez que o Brasil esteve sujeito a produzir energia em quantidade insuficiente para suprir a demanda existente.

As figuras 16, 17, 18 e 19 que apresentam o consumo de energia das principais fontes utilizadas no Brasil, demonstram a queda ocorrida no ano 2001 no consumo de energia hidráulica (que reflete no consumo de energia elétrica) e a retomada gradativa nos anos posteriores. Diante do exposto, depreende-se que as modificações na matriz energética brasileira deverão ocorrer por:

- necessidade de manter crescente a oferta de energia,
- por necessidade de produzir energia mais barata (o que atende à lógica das empresas do setor energético e do Governo para conseguir atender a população de baixa renda) ou,
- por pressão dos organismos ambientais (cuja tendência é de aumento com o passar do tempo).

O que ocorreu no início dos anos 2000 no tocante à oferta de energia elétrica pode ser explicado por Pires, Gostkorzewicz e Giambiagi (2001). Segundo estes autores, a análise da evolução da capacidade nominal instalada *vis-à-vis* à da geração sugere o aumento do risco de déficit do sistema. Entre os períodos 1981-90 e 1991-2000, enquanto a taxa de expansão da capacidade instalada do sistema sofria uma redução de 4,8% a.a. para 3,3% a.a., respectivamente, a taxa de crescimento do consumo, embora também tivesse sido reduzida,

apresentava taxas mais elevadas passando de 5,9% a.a. para 4,1% a.a. Como não houve racionamento de energia no período, pode-se dizer que o sistema conviveu com uma situação de esgotamento da “capacidade ociosa” existente, ocasionada por projetos realizados nos períodos anteriores e que anteciparam as necessidades de crescimento da demanda por vários anos.

Embora seja próprio de um modelo baseado na hidroeletricidade certo grau de antecipação do investimento, visto que, nesses casos, a oferta de nova capacidade é relativamente inelástica, boa parte dessa expansão da oferta pode ser explicada pelos estímulos do modelo regulatório anterior. Nesse modelo, a expansão da oferta era planejada pela ELETROBRÁS com base na expansão de demanda que as empresas distribuidoras informavam, sem compromissos de compra futura e estimulada pela remuneração garantida com base no custo de serviço, mesmo que essa garantia fosse somente contábil, em razão do controle das tarifas pelo Governo.

Atualmente, a expansão da oferta é planejada com base em estudos e análises de cenários macroeconômicos que são apresentados em documentos que configuram o planejamento energético brasileiro (o que será analisado no capítulo IV). No caso da hidroeletricidade, prevê-se a expansão do potencial gerador através da construção de usinas hidrelétricas (de grande e de pequeno potencial gerador) em várias regiões do País. Uma das que tem maior expressão dentre as grandes é a Usina de Belo Monte no estado do Pará que deverá gerar 11.233,10MW e que obteve licenciamento pelo IBAMA em 2010. Esta usina terá capacidade pouco inferior à de ITAIPU que é de 14.000MW.

Conforme estudos feitos por Tolmasquim, Guerreiro e Gorini (2007), cabe ressaltar uma clara tendência de diversificação da matriz energética brasileira, pois em 1970 apenas duas fontes de energia (petróleo e lenha) respondiam por 78% do consumo, enquanto no ano 2000, três fontes correspondiam a 74% do consumo: além de petróleo e lenha, a energia hidráulica. Projeta-se para 2030 uma situação em que quatro fontes serão necessárias para satisfazer 77% do consumo: além de petróleo e energia hidráulica, cana-de-açúcar e gás natural - com redução da importância relativa da lenha.

Com isto, a economia brasileira passa a aproveitar mais intensivamente os recursos naturais que dispõem. Esta ideia converge com a apresentada por Cardoso JR. (2009) ao discutir os desafios ao desenvolvimento brasileiro. Para este autor, o Brasil deve aproveitar as oportunidades que possui em função da disponibilidade dos recursos naturais, mas é preciso transformar setores intensivos em recursos naturais em setores tecnologicamente avançados. Neste sentido, Costa (2001) mostra que as economias que cresceram ao longo do século XX

não foram as que se baseavam na exploração extensiva de recursos naturais abundantes, mas sim em processos intensivos de industrialização e que, portanto, eram intensivos também em energia.

A partir das idéias destes autores, pode-se inferir que a existência de recursos naturais abundantes e, portanto, considerados de baixo custo devem continuar sendo aproveitados para composição da matriz energética nacional. No entanto, é necessário que investimentos ocorram no intuito de tornar os processos produtivos de geração e distribuição de energia mais avançados, mais eficientes e que garantam possibilidade de ampliar o parque gerador de energia hidráulica (para abastecimento de energia elétrica), bem como o potencial de geração de bioenergia (para fornecimento de combustíveis), podendo transformar a bioenergia em *commodity* internacional.

Sendo assim, o Brasil poderia se inserir no mercado internacional oferecendo um produto estratégico para algumas nações, pois uma grande parte delas não tem condições de produzir sem que, para tanto, precise gastar muito ou poluir muito. A viabilidade desta ideia seria possibilitada acaso houvesse a participação e a parceria de dois agentes:

- as empresas privadas: que desenvolveriam tecnologias eficientes através de pesquisas e estudos na área energética e disponibilizariam energia a um custo compatível com o nível de renda da população;
- o Governo: que regularia o mercado de fornecimento de energia e possibilitaria (através de políticas públicas) que a população mais pobre tivesse acesso à mesma.

Com isto, poderiam ser formadas as bases para garantir o que, segundo Furtado (1983), é a matéria central do desenvolvimento, ou seja, o aumento da produtividade do trabalho (produzir mais em menos tempo, garantindo maiores lucros ao empresário) e a diversificação da demanda no plano social (promovendo a melhoria das condições de vida da população). Os benefícios se dariam em dois setores: na atividade industrial e na esfera social.

Não obstante, o País precisa desenvolver ações que permitam o aumento da produtividade do capital que decresceu, principalmente na década de 1980. Patusco (2001) evidencia a queda na produtividade do capital que se intensificou na década de 1980, em boa parte, pela grande expansão de setores intensivos em capital e energia. Uma forma de se melhorar essa produtividade seria a de se ter uma política de redução relativa das exportações de produtos de pouco valor agregado e o aumento relativo dos investimentos em setores de

maior valor agregado, como agricultura associada à industrialização de alimentos e eletroeletrônica. Não obstante, a década de 1980 foi marcada pela ausência de investimentos físicos (formação bruta de capital fixo), evidenciando expansão da produção de bens intensivos em capital sob a infra-estrutura formada nos anos de 1970.

4 AS INSTITUIÇÕES E O PLANEJAMENTO ENERGÉTICO NO MUNDO E NO BRASIL

Sendo a energia um recurso fundamental e estratégico para garantir o desenvolvimento socioeconômico das nações, é de suma importância que exista uma base institucional eficiente para controlar o seu funcionamento a curto, médio e longo prazo.

A gestão dos recursos energéticos e sua alocação de forma eficiente a ponto de atender as necessidades dos diferentes setores consumidores é bastante complexa, pois precisa ser realizada procurando: I) respeitar os fatores internos e estruturais de cada nação no que tange à disponibilidade dos recursos energéticos; II) contribuir para amenizar os problemas geopolíticos que emanam em nações que disputam recursos energéticos; III) equilibrar demanda e oferta de energia e IV) procurar ofertar energia a partir de fontes menos poluentes e degradantes ao meio ambiente.

Considerando-se a complexidade que envolve estas questões acima apresentadas, torna-se necessário a existência de uma base institucional estruturada que estabeleça regras e normas, visando à ordenação das interações entre os agentes organizacionais (governamentais e não-governamentais) que compõem o setor energético.

Com vistas a entender a dinâmica institucional que concede suporte e ordenação ao setor energético é que este capítulo foi organizado, procurando dar ênfase ao planejamento energético realizado pelas instituições que atuam em âmbito internacional e também no nacional. Entende-se que o planejamento energético é o principal mecanismo de gestão capaz de garantir o pleno funcionamento do setor no curto, médio e longo prazo, procurando equalizar as quatro questões acima elencadas.

A partir de então, são apresentadas, primeiramente, as instituições internacionais diretamente relacionadas ao setor energético e, posteriormente, aquelas que não estão diretamente relacionadas ao setor energético, mas que exercem influência sobre o mesmo. Com isto, verificam-se as instituições nacionais relacionadas ao setor energético, buscando compreender o planejamento energético no mundo e no Brasil.

4.1 INSTITUIÇÕES INTERNACIONAIS RELACIONADAS AO SETOR ENERGÉTICO

Existem instituições de âmbito internacional que, no desenvolver do seu trabalho, garantem o suporte que o setor energético necessita no tocante ao planejamento e gestão. São instituições que se encontram relacionadas a outras de menor escala (regional e nacional).

4.1.1 Agência Internacional de Energia (IEA)

A Agência Internacional de Energia (IEA) é um organismo autônomo que foi criado em novembro de 1974, sob a jurisdição da OCDE, tendo inclusive os mesmos países membros deste órgão¹¹ (com exceção do México, Coréia do Sul, Islândia, Polônia e República Tcheca). O objetivo maior da IEA é desenvolver um programa internacional de energia que deve direcionar as ações dos seus países membros para promover a segurança energética, proteção ambiental e o crescimento econômico, tendo compromisso em gerar benefícios para o mundo todo. Os princípios básicos que regem as ações da IEA são:

- I. promover a cooperação entre os participantes da IEA para reduzir a dependência excessiva de petróleo através da conservação da energia, buscando o fornecimento de energia a partir de fontes alternativas e promover pesquisa e desenvolvimento nesta área;
- II. desenvolver um sistema de informação sobre o mercado internacional do petróleo através de consultas nas companhias petrolíferas;
- III. incentivar a cooperação com produtores de petróleo e com países consumidores que tenham a intenção de desenvolver um mercado internacional de energia mais estável, bem como a gestão racional e uso de recursos energéticos mundiais que são do interesse de todos os países;
- IV. desenvolver um plano para preparar os países participantes acaso ocorra o rompimento do fornecimento de petróleo, preparando-os para enfrentar uma situação de emergência (SCOTT, 1994).

A interação entre a IEA e a OCDE começou imediatamente após o estabelecimento desta agência. As contribuições da equipe da IEA tornaram possível expandir o trabalho da OCDE sobre o início da taxação da energia (estudo que foi publicado na OCDE sobre o título ‘Energy Prospects to 1985’). Depois disto, começou a ser realizado um trabalho de coleta de dados estatísticos do setor energético, análise econômica dos países-membros e um trabalho ambiental, o que foi enriquecido com as contribuições da OCDE, através do programa da IEA (SCOTT, 1994).

¹¹ Os países membros da OCDE são: Austrália, Áustria, Alemanha, Bélgica, Canadá, Coréia do Sul, Dinamarca, Espanha, Estados Unidos, Finlândia, França, Grã-Bretanha, Grécia, Holanda, Hungria, Islândia, Irlanda, Itália, Japão, Luxemburgo, México, Nova Zelândia, Noruega, Polônia, Portugal, República Tcheca, Suécia, Suíça e Turquia.

O relacionamento institucional da IEA com a OCDE é gerenciado pelo 'IEP Agreement' (documento de fundação da agência), pelo Conselho de Decisão sobre o Estabelecimento da Agência e pelas decisões do quadro de representantes do governo. Os termos do Agreement e a implantação de ações do quadro do governo prevêm o aumento de autoridade da agência, determinando seu poder e suas responsabilidades.

O 'I.E.P Agreement' estabelece bastante independência à agência, no entanto, a OCDE não tem sido bem sucedida em conceder o arranjo institucional necessário para estabelecer total poder de decisão à agência sobre as questões energéticas. Isto é o que faz com que a IEA seja um órgão autônomo dentro da OCDE.

Durante a crise no Oriente Médio nos anos de 1973-74 (que ficou conhecida como Primeiro Choque do Petróleo), os países mais industrializados tornaram-se vulneráveis à força econômica dos países produtores de petróleo. Para muitos países industrializados, os problemas maiores se deram em função do embargo que muitos países produtores adotaram e que culminou na elevação do preço do petróleo em níveis extremamente altos.

Estes problemas foram gerando nos países industrializados a necessidade de construir um novo sistema institucional que pudesse ser eficiente a ponto de controlar e regular as questões relativas à energia (quanto a sua disponibilidade, mercados, oferta, etc.). Num primeiro momento, parecia que conjuntamente estes países tinham condições de resolver ou controlar esta situação e definir como poderiam se posicionar caso ocorresse situações futuras semelhantes (uma das razões pela qual a IEA foi criada).

Dentre os fatores que explicavam a crise de 1973-74, pode-se citar como mais expressivos a excessiva dependência na importação de petróleo, os insuficientes investimentos na exploração e aproveitamento do óleo cru e também os baixos investimentos na diversificação das fontes energéticas e no desenvolvimento de novas tecnologias que possibilitassem a produção de energia a partir de outras fontes.

A IEA foi considerada o veículo de cooperação criada para assegurar segurança aos países da OCDE e criar uma gestão especializada para enfrentar os problemas de política energética que adviriam depois dos momentos de crise.

4.1.2 Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA)

A IAEA foi criada em 1957 em virtude do temor resultante das novas descobertas que ocorreram quanto à utilização de urânio para produzir energia. A utilização de urânio poderia

ser dar tanto para a produção de energia, quanto para construção de armas e mísseis nucleares, o que gerava grande preocupação.

Esta agência se originou do grupo ‘Atoms for Peace’ liderado pelo presidente americano Eisenhower’s. As idéias deste grupo foram usadas como base para a constituição do estatuto da agência, aprovado por 81 nações em outubro de 1956. O cerne do estatuto está consubstanciado em dois pilares de sustentação: I) verificação da situação nuclear com vistas à segurança quanto a sua utilização e II) transferência tecnológica e segurança quanto ao seu uso (FISCHER, 1997).

Nos anos seguintes à criação da agência, a situação política melhorou comparativamente às tensões verificadas no período em que a mesma foi criada. Até 1958 a situação mostrava-se instável a ponto de ser praticamente impossível à agência desenvolver o seu trabalho, enfatizando ações nas duas áreas previstas no estatuto. Mas como resultado da crise de mísseis de Cuba que houve em 1962, os Estados Unidos e a Rússia (na época União das Repúblicas Socialistas Soviéticas) começaram a empenhar-se em ter um grau de controle sobre as armas nucleares.

Em 1961, a IAEA inaugurou seu laboratório em Seibersdorf na Áustria, criando, com isto, uma forma dos países se unirem e, juntos, desenvolverem pesquisa sobre material nuclear. Neste mesmo período, a agência assinou um acordo trilateral com Mônaco e o Instituto Oceanográfico para pesquisar os efeitos da radioatividade no mar, uma ação que levou à criação do Laboratório Ambiental Marítimo da IAEA.

Alguns países que estavam se destacando no desenvolvimento de armas nucleares mostravam-se preocupados em definir os destinos destas armas. A segurança prescrita no estatuto da IAEA, designava claramente que as unidades produtoras de energia e armas nucleares não se mostravam capazes de deter sua proliferação e inibir os impactos negativos que estas poderiam conferir ao meio ambiente e até a própria humanidade. Em virtude disto, começou a se formar uma comissão técnica que trabalhava no intuito de inibir a expansão da produção de armas nucleares e pensava até mesmo em promover a sua eventual eliminação.

Estas idéias se mantiveram ao longo do tempo, tanto que em 1968 foi aprovado o ‘Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons’ (NPT). O NPT estabelecia que apenas cinco países tinham permissão para produzir armas nucleares: Estados Unidos, Rússia, Reino Unido, França e China. Os demais tinham que requerer à IAEA a permissão para produzirem estas armas, o que exigia que fosse feito um acordo com a IAEA determinando o que deveria ser feito com o material nuclear produzido por estas nações (FISCHER, 1997).

Os anos 70 mostraram que o NPT poderia ter sido aceito e adotado por uma gama de países industrializados e desenvolvidos. Ao mesmo tempo, as perspectivas quanto aos rumos da energia e das armas nucleares melhoraram consideravelmente, o que se deu em virtude de que as tecnologias apresentavam-se maturadas e comercialmente disponíveis. Aliado a isto, a crise de 1973 aumentou a atração pela energia nuclear como opção alternativa ao petróleo. A partir de então, as funções da IAEA tornaram-se distintamente mais importantes.

Neste momento, começou a se perceber um entusiasmo quanto à utilização da energia nuclear em vários países do mundo. Mas no início dos anos 80 a demanda por novas plantas produtoras de energia nuclear diminuiu nos países ocidentais, caindo sobremaneira após o acidente de Chernobyl, ocorrido em 1986. Em 1988, a IAEA e a 'UN Food and Agricultural Organization' uniram forças com outras agências para erradicar o New World Screwworm – que gerava uma doença mortal no gado. Esta tecnologia foi baseada nos estudos e pesquisas desenvolvidos no laboratório de Seibersdorf.

Em 1991, as descobertas de um programa de armas clandestinas do Iraque colocaram em dúvida a adequação da segurança da IAEA, o que também ocorreu em virtude do acidente de Chernobyl. Estes problemas levaram os governantes a julgar fraca a atuação da IAEA e a considerarem incipientes também o seu papel como agente que procura garantir a segurança nuclear.

Nos anos 1990, o fim da Guerra Fria e as conseqüentes melhorias na segurança internacional reduziram os perigos de contaminação com material radioativo e nuclear. Tratados regionais começaram a ter ampla adesão dos países, o que garantiu à América Latina, África e Ásia, o *status* de regiões livres na produção de armas nucleares. Em 1995, o NPT se tornou permanente e em 1996 a UN General Assembly aprovou-o e abriu para adesão dos países interessados.

Recentemente, a agência pretende começar a desenvolver um trabalho mais amplo, abrangendo também outras dimensões. Entre elas, estão previstas ações de combate ao terrorismo nuclear. Pretende-se, com isto, constituir um novo e mais multifacetado plano de ação para a agência (FISCHER, 1997).

A atuação internacional das organizações também se restringe em nível de regiões, como é o caso da OLADE que tem como área de abrangência a América Latina.

4.1.3 Organização Latino Americana de Energia (OLADE)

A OLADE caracteriza-se como uma organização política e de apoio técnico, mediante o qual os seus estados membros realizam esforços comuns para a integração energética regional e sub-regional. O objetivo maior desta instituição é contribuir para a integração, o desenvolvimento sustentável e a segurança energética da região, assessorando e impulsionando a cooperação e a coordenação entre os seus países membros.

A OLADE foi criada pelo Convênio de Lima, promulgado no Brasil pelo Decreto nº 75.103, de 20 de dezembro de 1974. São membros da organização todos os países da América do Sul e alguns Estados da região centro-americana e caribenha.

Dentre os programas e atividades desenvolvidas nos países membros, destacam-se:

- Posicionar a OLADE como a instância maior para fins de política energética e de assistência técnica na região;
- Fortalecer as relações institucionais;
- Coordenar e trabalhar conjuntamente com os organismos internacionais;
- Fomentar a investigação e o desenvolvimento tecnológico no âmbito do setor energético;
- Promover o diálogo entre Estado, Empresas e Comunidades;
- Realizar eventos institucionais e,
- Realizar programas de capacitação.

A OLADE realiza planos trienais para planejar ações que deverão ser realizadas no período compreendido. O último foi elaborado para o período 2008 a 2011, aprovado pela Secretaria Permanente da OLADE em 29 de fevereiro de 2008 e está baseado em 5 grandes objetivos:

1. Fortalecer a organização;
2. Motivar a participação ativa dos países membros
3. Impulsionar projetos energéticos regionais e sub-regionais
4. Implementar programas de eficiência, uso racional de energia e de energias alternativas, e
5. Modernizar os sistemas de informação e enfatizar a comunicação oportuna e útil ao setor energético.

4.2 INSTITUIÇÕES INTERNACIONAIS QUE NÃO ESTÃO DIRETAMENTE RELACIONADAS AO SETOR ENERGÉTICO, MAS QUE EXERCEM INFLUÊNCIA SOBRE O MESMO

Além das instituições internacionais e regionais acima apresentadas, existem outras que não tem a energia como sua principal área de atuação, mas que, dada a abrangência e envergadura do seu trabalho, exercem influência sobre o setor energético. Estas instituições estão apresentadas a seguir:

4.2.1 Organização das Nações Unidas (ONU)

A ONU é uma instituição internacional formada por 192 Estados soberanos, fundada após a 2ª Guerra Mundial para manter a paz e a segurança no mundo, fomentar relações cordiais entre as nações, promover progresso social, melhores padrões de vida e direitos humanos. Os membros são unidos em torno da Carta da ONU, um tratado internacional que enuncia os direitos e deveres dos membros da comunidade internacional.

Além disso, é dever da ONU auxiliar para que a cooperação entre os países possa contribuir na solução de problemas internacionais de ordem econômica, social, cultural e humanitária e constituir-se em centro de convergência das ações dos estados na luta pelos objetivos comuns. Por desempenhar este papel, a ONU influencia indiretamente nas ações de tomada de decisão de diversas instituições.

No tocante à energia, muito do trabalho que vem sendo desenvolvido por esta instituição relaciona-se às questões geopolíticas que emanam dos interesses divergentes das nações que precisam de energia para garantir a manutenção e desenvolvimento dos sistemas produtivos e, por outro lado, das nações que dispõem de grandes reservas de recursos energéticos em seus territórios.

Em virtude disto, desde muito tempo, os conflitos armados entre nações que se mostram rivais demonstram o quão imperioso é o espaço detentor de reservas (principalmente de petróleo), o que faz com que o desejo de apropriação e exploração destas culmine em disputas frequentes. Analisar estas situações proporciona o entendimento sobre a geopolítica das nações.

Para Pinto JR. (2007), a problemática existente no tocante à energia passa pela conjugação dos fatores geopolíticos (o que explica as tensões e os conflitos entre nações

detentoras de petróleo e outros recursos energéticos importantes no cenário internacional) e os relativos à dinâmica das estruturas de oferta e demanda.

O petróleo é um elemento de influência nas relações geopolíticas contemporâneas, desde quando se tornou a matriz energética básica da sociedade industrial e o elemento fundamental para o funcionamento da economia moderna. Neste contexto, cabe uma reflexão sobre os efeitos geopolíticos de uma futura mudança da matriz energética global, já que o esgotamento do petróleo vai obrigar a economia global a convocar outras fontes de energia, como as bioenergias, a nuclear ou as células de hidrogênio, o que trará, decerto, transformações referentes à competitividade dos empreendimentos do setor (BARROS, 2007).

Conforme este autor, no plano da geopolítica mundial do petróleo uma reedição da “diplomacia privada”, antes subordinada à soberania e à autonomia estatal, traduz o domínio crescente da razão econômica sobre a razão política. Os países do Oriente Médio (membros da OPEP), supridores dos maiores mercados mundiais de petróleo e gás experimentaram nas duas últimas décadas, um acentuado processo de mudança e crise, cujos desequilíbrios dinâmicos negativos assumem efeitos de realimentação e instabilidade crescentes, tornando-se a área do mundo mais sensível e aguda de conflito mundial focalizado. São economias e sociedades de risco, cuja identidade comunitária se alicerça na ideologia religiosa para enfrentar as ameaças de fragmentação do tecido produtivo e social.

A resolução destes conflitos e o conseqüente estabelecimento de acordos entre as nações, que versem sobre a forma como serão utilizados e explorados os recursos energéticos, são condições importantes para garantir a paz internacional e a segurança da população.

4.2.2 Organização dos Estados Americanos (OEA)

A OEA é considerada a mais antiga organização internacional do mundo, tendo sido criada em 1890, por ocasião da fundação da União Internacional das Repúblicas Americanas. No entanto, a Carta da OEA (que estabelece os princípios, objetivos e forma de atuação) foi assinada somente em 1948 e entrou em vigor a partir de 1951. Posteriormente, esta carta sofreu várias reformulações que culminou com a formulação do Protocolo de Washington (versão que vigora até os dias atuais com o acréscimo de alguns princípios e estabelecimento de metas básicas para orientar o trabalho da instituição) – OEA (2010).

Atualmente, a OEA tem 35 estados membros¹² (dentre os quais o Brasil). Além disso, a Organização concedeu o status de observador permanente a 62 Estados e à União Europeia. É uma organização que prima para obter entre seus Estados membros “uma ordem de paz e de justiça, para promover sua solidariedade, intensificar sua colaboração e defender sua soberania, sua integridade territorial e sua independência”. Hoje, ela compreende os 35 estados independentes das Américas e constitui-se em um dos principais fóruns governamentais para discussão dos aspectos políticos, jurídicos e sociais.

Para realizar os princípios em que se baseia e para cumprir com suas obrigações regionais, de acordo com a Carta das Nações Unidas, a Organização dos Estados Americanos estabelece os seguintes propósitos essenciais:

- a. Garantir a paz e a segurança continentais;
- b. Promover e consolidar a democracia representativa, respeitado o princípio da não-intervenção;
- c. Prevenir as possíveis causas de dificuldades e assegurar a solução pacífica das controvérsias que surjam entre seus membros;
- d. Organizar a ação solidária destes em caso de agressão;
- e. Procurar a solução dos problemas políticos, jurídicos e econômicos que surgirem entre os Estados membros;
- f. Promover, por meio da ação cooperativa, seu desenvolvimento econômico, social e cultural;
- g. Erradicar a pobreza crítica, que constitui um obstáculo ao pleno desenvolvimento democrático dos povos das nações; e
- h. Alcançar uma efetiva limitação de armamentos convencionais que permitam dedicar a maior soma de recursos ao desenvolvimento econômico-social dos Estados membros.

Embora não haja envolvimento direto das ações da OEA com a questão energética, esta instituição reconhece a importância desta área para o desenvolvimento das nações, o que

¹² Assinaram a Carta da OEA em 1948 os seguintes países: Argentina, Bolívia, Brasil, Chile, Colômbia, Costa Rica, Cuba, Equador, El Salvador, Estados Unidos da América, Guatemala, Haiti, Honduras, México, Nicarágua, Panamá, Paraguai, Peru, República Dominicana, Uruguai e Venezuela. Posteriormente, aderiram à organização Barbados, Trinidad e Tobago, Jamaica, Grenada, Suriname, Dominica, Santa Lúcia, Antígua e Barbuda, São Vicente e Granadinas, Bahamas, St. Kitts e Nevis, Canadá, Belize, Guiana.

fez com que fosse elaborado em 1988, por este órgão, um programa plurianual de energia. Neste, a energia é considerada um componente motor do desenvolvimento.

O enfoque deste programa não está centrado na oferta de energia ou na provisão de uma nova tecnologia, mas na análise de como a energia está relacionada com o processo de desenvolvimento econômico e social. Para sua operacionalização, utiliza-se como enfoque metodológico a ideia de aproveitar as sinergias entre insumos melhorados de energia que servem como elementos do desenvolvimento. A atuação simultânea e coordenada de distintos insumos pode produzir um efeito total maior do que a soma dos componentes individuais. Utilizando esta ideia como base, são realizados projetos de desenvolvimento integrado de energia em várias regiões e os resultados revelam-se bastante satisfatórios, principalmente no tocante aos benefícios sociais (OEA, 1988).

O programa plurianual de energia concede ênfase ao atendimento da demanda que precisa ser atendida satisfatoriamente, seja na zona urbana ou rural. A energia é vista como insumo dinâmico, capaz de catalisar o desenvolvimento econômico e social. Assim, o desenvolvimento integrado de energia pretende incorporar as áreas geográficas que são excluídas do planejamento tradicional de energia e de desenvolvimento, como aquelas distantes geograficamente e situadas, na maioria das vezes, no meio rural. Entende-se que esta demanda precisa ser atendida (OEA, 1988).

Através de programas desta ordem, torna-se evidente a participação da OEA na definição de diretrizes a serem implementadas pelos países membros com vistas ao aumento da eficiência do setor energético. O que é definido em nível internacional através destas instituições impacta diretamente em nível regional, o que faz com que se entenda o trabalho desenvolvido pela instituição de energia que atua na América Latina.

O trabalho desenvolvido em nível internacional e regional pelas instituições acima apresentadas deve apoiar, convergir e servir de base para o delineamento da estrutura organizacional local, o que justifica a base institucional que foi criada para o planejamento e execução das atividades do setor energético brasileiro.

4.3 INSTITUIÇÕES NACIONAIS RELACIONADAS AO SETOR ENERGÉTICO

A estrutura institucional do setor energético brasileiro pode ser entendida a partir dos órgãos de governo, criados para coordenar e estruturar o setor energético, como é o caso do Ministério de Minas e Energia (MME).

4.3.1 Ministério de Minas e Energia (MME)

É o órgão máximo no Brasil em termos de competência para implementar ações e atividades de política energética e planejamento. Este órgão existe desde 1960, mas passou por reformulações ao longo do tempo, voltando a ser criado como órgão autônomo somente em 1992, com a promulgação da lei nº 8.422.

A partir de então, o MME foi se estruturando e vinculando-se a empresas e órgãos governamentais que lhe concedem suporte e apoio no desenvolvimento de suas atividades. A atribuição de propor ao Presidente da República políticas nacionais e medidas para o setor foi concedida a este órgão através da Lei nº 9.478 de 1997 a partir da criação do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), vinculado à Presidência da República e presidido pelo ministro de Minas e Energia.

Em 2003, a Lei nº 10.683 definiu como competências do MME as áreas de geologia, recursos minerais e energéticos; aproveitamento da energia hidráulica; mineração e metalurgia; e petróleo, combustível e energia elétrica, incluindo a nuclear. A estrutura do Ministério foi regulamentada pelo decreto nº 5.267, de 9 de dezembro de 2004, que criou as secretarias de Planejamento e Desenvolvimento Energético; de Energia Elétrica; de Petróleo, Gás Natural e Combustíveis Renováveis; e Geologia, Mineração e Transformação Mineral.

Em 2004, foi criado pela Lei 10.848 o Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico (CMSE), cuja função é acompanhar e avaliar permanentemente a continuidade e a segurança do suprimento eletro-energético em todo o território nacional. Ainda neste ano foi autorizada através da Lei nº 10.847 a criação da Empresa de Pesquisa Energética (EPE) que tem por finalidade prestar serviços na área de estudos e pesquisas destinadas a subsidiar o planejamento do setor energético. Outra empresa pública ligada ao Ministério é o Serviço Geológico do Brasil (CPRM), responsável pela geração de levantamentos geológicos e hidrológicos básicos no território nacional.

O Ministério de Minas e Energia tem como empresas vinculadas a Eletrobrás e a Petrobrás, que são de economia mista. A Eletrobrás, por sua vez, controla as empresas Furnas Centrais Elétricas S.A., Companhia Hidroelétrica do São Francisco (CHESF), Companhia de Geração Térmica de Energia Elétrica (CGTEE), Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A. (ELETRONORTE), Eletrosul Centrais Elétricas S.A. (ELETROSUL) e Eletrobrás Termonuclear S.A. (ELETRONUCLEAR). Entre as autarquias vinculadas ao Ministério estão as agências nacionais de Energia Elétrica (ANEEL) e do Petróleo (ANP) e o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM).

Sendo assim, apresenta-se, a seguir, a estrutura organizacional do MME:

Figura 23 - Estrutura organizacional do MME



Fonte: MME (2010)

A partir da figura anterior, fica evidenciada a existência de secretarias distintas para o tratamento das áreas consideradas mais estratégicas, bem como da conjugação de autarquias, empresas públicas e de economia mista que estão diretamente ligadas ao Ministério.

Com isto, fica configurada a estrutura institucional que sustenta o setor energético no mundo, em nível regional (latino-americano) e no Brasil. São destas instituições que emanam as principais decisões setoriais e intrasetoriais que irão definir o planejamento para o setor energético. No Brasil, a elaboração do planejamento energético era feita pela ELETROBRÁS até o ano 2004, quando passou a ser de responsabilidade da Empresa de Pesquisa Energética (EPE).

4.3.1.1 Empresa de Pesquisa Energética (EPE)

A Empresa de Pesquisa Energética (EPE) foi instituída a partir da lei nº 10.847/04. Em seu art. 2º fica determinada a finalidade para a qual a empresa foi criada, ou seja, “prestar serviços na área de estudos e pesquisas destinadas a subsidiar o planejamento do setor energético, tais como energia elétrica, petróleo e gás natural e seus derivados, carvão mineral, fontes energéticas renováveis e eficiência energética, dentre outras”.

No art. 4º da referida lei foram estabelecidas as competências da EPE, tais quais:

- I. realizar estudos e projeções da matriz energética brasileira;
- II. elaborar e publicar o balanço energético nacional;
- III. identificar e quantificar os potenciais de recursos energéticos;
- IV. dar suporte e participar das articulações relativas ao aproveitamento energético de rios compartilhados com países limítrofes;
- V. realizar estudos para a determinação dos aproveitamentos ótimos dos potenciais hidráulicos;
- VI. obter a licença prévia ambiental e a declaração de disponibilidade hídrica necessárias às licitações envolvendo empreendimentos de geração hidrelétrica e de transmissão de energia elétrica, selecionados pela EPE;
- VII. elaborar estudos necessários para o desenvolvimento dos planos de expansão da geração e transmissão de energia elétrica de curto, médio e longo prazos;
- VIII. promover estudos para dar suporte ao gerenciamento da relação reserva e produção de hidrocarbonetos no Brasil, visando à autossuficiência sustentável;
- IX. promover estudos de mercado visando definir cenários de demanda e oferta de petróleo, seus derivados e produtos petroquímicos;

- X. desenvolver estudos de impacto social, viabilidade técnico-econômica e socioambiental para os empreendimentos de energia elétrica e de fontes renováveis;
- XI. efetuar o acompanhamento da execução de projetos e estudos de viabilidade realizados por agentes interessados e devidamente autorizados;
- XII. elaborar estudos relativos ao plano diretor para o desenvolvimento da indústria de gás natural no Brasil;
- XIII. desenvolver estudos para avaliar e incrementar a utilização de energia proveniente de fontes renováveis;
- XIV. dar suporte e participar nas articulações visando à integração energética com outros países;
- XV. promover estudos e produzir informações para subsidiar planos e programas de desenvolvimento energético ambientalmente sustentável, inclusive, de eficiência energética;
- XVI. promover planos de metas voltadas para a utilização racional e conservação de energia, podendo estabelecer parcerias de cooperação para este fim;
- XVII. promover estudos voltados para programas de apoio para a modernização e capacitação da indústria nacional, visando maximizar a participação desta no esforço de fornecimento dos bens e equipamentos necessários para a expansão do setor energético; e
- XVIII. XVIII - desenvolver estudos para incrementar a utilização de carvão mineral nacional.

Parágrafo único. Os estudos e pesquisas desenvolvidos pela EPE subsidiarão a formulação, o planejamento e a implementação de ações do Ministério de Minas e Energia, no âmbito da política energética nacional.

A partir de então, pode-se verificar que o principal foco de atuação da EPE está na elaboração do planejamento energético, com vistas a tornar a matriz energética brasileira cada vez mais capacitada para atender as necessidades do país em termos de geração de energia.

4.4 O PLANEJAMENTO ENERGÉTICO NO MUNDO E NO BRASIL

O planejamento é uma das principais ferramentas gerenciais que deve ser realizado para definir os rumos setoriais e das organizações no curto, médio e longo prazo. Em nível

internacional, as discussões têm estado centradas fundamentalmente em dois grandes temas: eficiência e segurança energética. Em nível nacional, cabe às instituições planejar ações estratégicas abrangendo da mesma forma as questões de eficiência e segurança energética, mas também empreender esforços em ações operacionais, ou seja, aquelas que devem garantir o fornecimento de energia suficiente a ponto de atender a demanda e não inibir o crescimento.

4.4.1 As Instituições Internacionais e o Planejamento Energético

As instituições internacionais anteriormente apresentadas que visam o desenvolvimento e se detêm a trabalhar em prol da definição de diretrizes para o setor energético, determinam as mesmas para um conjunto de países, normalmente reunidos em blocos. Foi assim que a IEA elaborou em 2008 um “National Action Plan for Energy Efficiency” que contou com a colaboração do Departamento de Energia Norte-Americano (DOE) e da Agência de Proteção Ambiental (EPA). Este plano serviu para coordenar ações de eficiência energética que visavam principalmente gerenciar a demanda e implementar programas que minimizassem o consumo de energia, reduzindo custos e os impactos ambientais. Este plano de ação foi elaborado para ser aplicado pelos países do G-8.

Posteriormente, também foi estendido para a Nova Zelândia e Suíça. No primeiro caso, contou com a colaboração de autoridades locais e nacionais para formulação de leis e programas com ações que envolvem diretamente os governos locais que devem mobilizar o setor residencial, empresários do setor industrial e a própria indústria energética para implementarem o “National Action Plan for Energy Efficiency”. Na Suíça, o plano de ação de eficiência energética foi executado pelo Federal Department of the Environment, Transport, Energy and Communications (DETEC), que incluiu um pacote de incentivos combinados, medidas promocionais, padrão mínimo e de regulação pelo governo federal para quem utilizasse as medidas definidas pelo mesmo. O suporte do governo possibilitou com que pequenos distritos fossem auxiliados a transformar o seu consumo de energia para que se tornasse mais consciente e tivesse menos desperdícios.

Na Itália, a ligação entre o governo local e nacional é muito forte e existem agências de energia que se dedicam a fazer um trabalho direcionado a gerar informação e comunicação para o setor energético. Sendo assim, torna-se mais fácil implementar programas que precisam do apoio da comunidade, do empresariado e das entidades ligadas ao setor. Diante disso, representantes da IEA concluem que muitos planos de ação como estes deveriam ser

utilizados em outros países e que para melhorar este trabalho e torná-lo mais eficiente seria necessário conceder atenção para:

- tornar explícitas no plano de ação as mudanças necessárias por parte dos governos locais e nacionais e os recursos energéticos a serem modificados;
- salientar a importância do aspecto institucional nas economias que se encontram atrasadas na definição de uma política energética eficiente;
- demonstrar que é preciso agir com intervenções, definir níveis hierárquicos necessários e a ordem em que os elementos das intervenções podem ser arrolados.

Com o intuito de ampliar futuramente a atuação deste plano de ação, os representantes da IEA sugeriram que, em nível internacional, os tomadores de decisão deveriam: I) estendê-lo ao mais alto nível do comitê de política energética americano; II) fazer com que planos desta ordem fossem implementados por países que não pertencem ao G-8, estendendo-o aos demais países membros da IEA; III) identificar os potenciais nacionais, prioridades e mix de estratégias que poderiam ser empreendidas para assegurar uma maior intervenção pelo governo no que tange à aplicação das medidas definidas no plano (OECD/IEA, 2009).

A segurança energética também vem sendo tema de discussão nas reuniões da OEA, onde aparece fortemente relacionado ao uso de energias alternativas. Dentre as estratégias para implementar ações que visem a segurança energética está a formação de parcerias com representantes da sociedade civil, de empresas, organizações não governamentais e outras entidades que possam contribuir para estreitar a cooperação em segurança energética, recursos energéticos alternativos e enfrentamento dos efeitos da mudança climática global.

A OEA vem sendo palco de discussão de líderes americanos que procuram colocar em prática o que foi definido pelo documento “Energia e Mudanças Climáticas das Américas (ECPA), criado na Quinta Cúpula das Américas em 2009¹³. Neste documento, constam 97 cláusulas assinadas pelos Chefes de Estado e de Governo dos países das Américas, dentre as quais 15 versam sobre segurança energética. Destas, sintetiza-se a importância de se desenvolverem sistemas de energia mais limpos, economicamente viáveis, acessíveis e sustentáveis e promover o acesso à energia e a tecnologias e práticas energéticas eficientes em

¹³ A Cúpula das Américas reúne, desde 1994, Chefes de Estado e de Governo dos países americanos com governos democraticamente eleitos. A finalidade maior dos encontros da cúpula é discutir temas de relevância para o continente, buscar a definição de objetivos comuns e delinear uma visão compartilhada para a região nas áreas econômica, social e política. Os encontros da cúpula podem ser vistos como um momento de afirmação do sistema interamericano, pois colaboram para reforçar a aproximação das nações do hemisfério ocidental, que é um dos propósitos primordiais da Organização dos Estados Americanos (OEA).

todos os setores. Firma-se como compromisso a diversificação das matrizes energéticas, aumentando, conforme necessário, a contribuição de fontes de energia renováveis e o incentivo ao uso mais limpo e mais eficiente dos combustíveis fósseis e outros combustíveis.

Com vistas a colocar em prática o que foi estabelecido neste documento, a OEA vem desenvolvendo programas para fornecer assistência técnica e financiamento com vistas ao desenvolvimento de normas de construção e à adoção de estratégias modernas de planejamento urbano, incluindo desenvolvimento orientado para o trânsito, com o objetivo de criar comunidades que utilizem baixos níveis de carbono.

Sendo assim, a atuação da OEA vem ocorrendo de forma mais incisiva no auxílio à implementação dos objetivos e metas definidos pelos Chefes de Estado e de Governo dos seus países membros. Ela atua como órgão que contribui para a execução das políticas energéticas dos países membros que também estão vinculados à OLADE.

Para a OLADE, a segurança energética pode ser viabilizada através da integração entre os países latino-americanos no tocante à importação-exportação de energia. No final dos anos 1980 e na década de 1990, a OLADE produziu instrumentos de planejamento energético e de política para o desenvolvimento de projetos de integração e planejamento conjunto para a América Latina. Profissionais de países como o Brasil, Argentina e Colômbia, entre outros, participaram da elaboração de modelos e documentos de política, aprovados pelas instâncias superiores da organização e, oficialmente, pelos países membros, e aceitos à época como política comum de desenvolvimento energético (VAINER e NUTI, 2008).

Além da cooperação técnica e institucional necessária à viabilização de projetos, mostrava-se fundamental a integração como relação bilateral entre países, objetivando viabilizar interesses comuns, como a exploração ou o recebimento de energia, com foco em projetos específicos, localizados próximos das fronteiras nacionais. Foram estas tendências que viabilizaram durante a década de 1970 e início da década de 1980, a implantação de usinas hidrelétricas importantes, como Salto Grande (limite entre Uruguai e Argentina), Yaciretá (entre Argentina e Paraguai) e Itaipu (entre Brasil e Paraguai).

A cooperação entre as nações teve de ser restituída após a privatização de empresas do setor elétrico ocorridas durante a década de 1990. Com este objetivo, foi criada no ano 2000 a Iniciativa para a Integração Regional Sul-Americana (IIRSA)¹⁴, procurando desenvolver a articulação regional das infraestruturas de transporte, comunicação e energia. A IIRSA passou

¹⁴A IIRSA é um mecanismo institucional de coordenação de ações intergovernamental dos doze países sul-americanos, com o objetivo de construir uma agenda comum para impulsionar projetos de integração de infraestrutura nas áreas de transporte, energia e comunicações (<http://www.iirsa.org>).

a ser considerada um espaço sul-americano de integração no qual as questões energéticas apareceram relacionadas à ênfase na institucionalização do Mercosul e à negociação e implantação de infraestrutura física do continente. Com todas as alterações que ocorreram no plano político-institucional das empresas do setor elétrico, a OLADE teve de empenhar esforços para garantir a segurança, a permanência dos acordos de cooperação e integração energética anteriormente firmados.

O trabalho da OLADE no tocante à promoção da integração é importante para possibilitar o aumento da oferta de energia. As matrizes energéticas devem ser pensadas e estruturadas considerando-se as inter-relações com os países vizinhos de forma a aproveitar as potencialidades (CARDOSO JR., 2009).

A partir das iniciativas de atuação dos organismos internacionais acima explicitados, depreende-se que as mesmas ocorrem em nível de ações estratégicas com vistas à promoção da segurança e eficiência energética, procurando compreender os países membros e blocos de países. Os ideais que constam no planejamento destas instituições devem estar relacionados aos preceitos trabalhados pela ONU que, apesar do caráter abrangente e não setorial das suas ações, concede relevância à questão energética nas suas discussões.

O trabalho da ONU se dá em obediência aos princípios de estabelecer a paz e a segurança dos países-membros e contribuir para o desenvolvimento. Para discutir estas questões, convoca reuniões periódicas procurando identificar os principais problemas que assolam os países e são inibidores do desenvolvimento. Das reuniões da ONU emergem questões que deverão ser consideradas quando da realização de planejamentos setoriais, o que se verifica no setor energético que é comumente mencionado nestas ocasiões.

4.4.2 A questão energética nas conferências da ONU

Embora a questão energética não seja tratada como pauta principal nas reuniões da ONU, sempre é considerada, dada a sua importância para o desenvolvimento das nações. Pela relevância que possui enquanto organismo internacional que exerce influência sobre as instituições ligadas diretamente à energia, cabe avaliar o que vem sendo discutido nas principais conferências realizadas até então pela ONU, procurando verificar a forma como a energia foi tratada nas mesmas e o que está sendo pensado para o setor energético.

No intuito de alertar para a existência de um problema global em que todas as nações deveriam trabalhar em prol da sua amenização e/ou mitigação é que a Organização das Nações Unidas (ONU) promoveu, em 1972, a Conferência das Nações Unidas sobre Meio

Ambiente Humano em Estocolmo, na Suécia. Este evento foi um marco na discussão da questão ambiental e a ele se sucederam uma série de outros importantes eventos desta ordem que vem ocorrendo até os dias atuais, culminando com a Conferência de Copenhage (COP-15), na Dinamarca, ocorrida em dezembro de 2009. Os objetivos e as principais resoluções de cada um destes eventos estão abaixo apresentados:

4.4.2.1 Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente Humano (1972)

O principal objetivo desta conferência foi alertar os países sobre os problemas ambientais e conscientizá-los da necessidade de encontrarem alternativas para a mitigação dos mesmos. Salientou-se a necessidade e/ou possibilidade de cooperação (através de acordos bilaterais e/ou multilaterais) entre países para solucionarem questões internacionais relativas à proteção e melhoria do meio ambiente.

Esta conferência, realizada em Estocolmo, contou com representantes de 113 países, 250 organizações-não-governamentais (ONGs) e dos organismos da ONU. Dela resultou a Declaração sobre o Meio Ambiente Humano, com 26 princípios de comportamento e responsabilidade que deveriam direcionar as decisões governamentais concernentes à questão ambiental. Nestes, enfatiza-se a importância de existir uma política ambiental bem definida nos países e estados, os quais devem contar com os organismos internacionais para solucionarem problemas quando estenderem-se além das fronteiras nacionais. Nesta oportunidade foi criado o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA).

Durante esta conferência, mostrava-se no cenário político um expressivo conflito entre desenvolvimento econômico e preservação do meio ambiente. De um lado, apresentavam-se os países desenvolvidos, desejosos de que a discussão enfatizasse medidas de controle do avanço industrial, a fim de refrear a poluição causada pela industrialização desordenada ocorrida nos séculos anteriores, especialmente nos Estados Unidos, na Europa Ocidental e no Japão. De outro, alinhavam-se os países em desenvolvimento, preocupados em garantir a liberdade de implementar suas políticas de desenvolvimento sem submissão às restrições de cunho preservacionista e sem a interferência dos países desenvolvidos em suas questões domésticas (BAPTISTA e OLIVEIRA, 2002).

Além disso, discutiam-se os ônus financeiros a que estariam sujeitos os países em desenvolvimento quando da implementação das medidas de preservação defendidas pelos

países desenvolvidos que, por sua vez, mostravam-se insensíveis quanto ao custo envolvido nestes projetos (BAPTISTA e OLIVEIRA, 2002).

Embora a questão energética não tenha sido mencionada especificamente, o documento esclarece, em um dos princípios, que o controle e redução da poluição “devem ser feitos pelos países com a busca de alternativas que possibilitem pôr fim à descarga de substâncias tóxicas ou de outras matérias e à liberação de calor, em quantidades ou concentrações tais que não possam ser neutralizados pelo meio ambiente”. A eliminação das armas nucleares foi sugerida em outro dos princípios que estabelece que “deve-se livrar o homem e o meio humano dos efeitos de armas nucleares”. Para que se consiga zelar por estes princípios faz-se necessário empreender mudanças quanto ao uso de fontes energéticas poluentes.

Outro resultado formal obtido com esta Conferência foi um plano de ação que convocava todos os países, os organismos das Nações Unidas, bem como todas as organizações internacionais a cooperarem na busca de soluções para auxiliar na minimização dos problemas ambientais. Neste plano foram estipuladas, entre outras, metas de avaliação do impacto ambiental e de educação sobre a importância da conservação dos recursos naturais (UNEP, 2009).

A utilização da energia nuclear foi objeto de preocupação neste plano de ação. Caberia à Agência Internacional de Energia Atômica e à Organização Mundial da Saúde verificarem a viabilidade de diminuir a quantidade de materiais radiativos na biosfera. Deveriam ser analisados os locais em que se depositam e armazenam estes materiais.

Para dar prosseguimento a esta discussão ocorreram outros encontros entre os países partes da ONU, ao longo de dez anos, que trouxeram resoluções importantes, mas que culminaram na ocorrência da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento em 1992, na cidade do Rio de Janeiro.

4.4.2.2 Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (1992)

O seu objetivo principal era o de buscar meios de conciliar o desenvolvimento socioeconômico com a conservação e proteção dos ecossistemas da Terra. Desta conferência destacaram-se dois pontos essenciais:

1. a consolidação do conceito de desenvolvimento sustentável;

2. a conscientização de que os danos ao meio ambiente eram majoritariamente de responsabilidade dos países desenvolvidos.

A partir de então, reconheceu-se a necessidade de os países em desenvolvimento receberem apoio financeiro e tecnológico para avançarem na direção do desenvolvimento sustentável. Naquele momento, a posição dos países em desenvolvimento tornou-se mais bem estruturada e o ambiente político internacional favoreceu a aceitação pelos países desenvolvidos de princípios como o das responsabilidades comuns, mas diferenciadas¹⁵.

A Rio 92, como ficou popularmente conhecida, apresentou resultados importantes, como a criação da Comissão para o Desenvolvimento Sustentável, subordinada ao Conselho Econômico e Social da ONU, cuja atribuição era a de submeter relatórios e recomendações à Assembléia Geral da ONU e acompanhar a implementação da Agenda 21 e dos princípios da Declaração do Rio de Janeiro.

Das discussões ocorridas resultaram documentos relevantes, tais como:

I) Agenda 21

A Agenda 21 é um amplo programa de ação que foi discutido e negociado durante os dois anos que precederam a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento. O objetivo deste documento foi o de dar efeito prático aos princípios aprovados durante esta conferência, que são os princípios norteadores do novo paradigma de desenvolvimento sustentável.

Conforme Lemos (2006), a Agenda 21 baseia-se na premissa de que a humanidade está num momento de definição em sua história: continuar com as políticas atuais significa perpetuar as disparidades econômicas entre os países e dentro dos países. É uma proposta de planejamento estratégico participativo, nos níveis local, regional e global.

Foi criada com o intuito de acometer todos os países quanto à responsabilidade de realizarem uma reflexão (global e localmente), sobre a forma pela qual os governos, as empresas, as organizações não-governamentais e todos os setores da sociedade podem cooperar no desenvolvimento de ações para mitigar os problemas socioambientais. Cada país

¹⁵ O princípio das responsabilidades comuns, porém diferenciadas, fundamenta o tratamento diferenciado dispensado aos países desenvolvidos e aos países em desenvolvimento, conforme o grau de emissão gerado pelos mesmos. Neste caso, os maiores poluidores deveriam assumir maior responsabilidade para conter os danos gerados (Yoshida, 2008).

tem autonomia para criar a sua Agenda 21 e no Brasil as discussões são coordenadas pela Comissão de Políticas de Desenvolvimento Sustentável e da Agenda 21 Nacional (CPDS).

Além da Agenda 21, resultaram desse processo quatro outros acordos: a Declaração do Rio, a Declaração de Princípios sobre o Uso das Florestas, a Convenção sobre a Diversidade Biológica e a Convenção sobre Mudanças Climáticas, abaixo apresentados:

II) Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento

Segundo este documento, o principal foco de atenção e preocupação está em torno da necessidade de controlar as emissões de gases de efeito estufa na atmosfera. Para tanto, os países partes da ONU (principalmente os desenvolvidos) se comprometem a publicar e por à disposição da Conferência das Partes, inventários nacionais de emissões antrópicas por fontes e das remoções por sumidouros de todos os gases de efeito estufa e formular, implementar, publicar e atualizar regularmente programas nacionais e, conforme o caso, regionais, que incluam medidas para reduzir a mudança do clima dentro de suas fronteiras.

O documento elaborado durante a Conferência (Convenção-Quadro das Nações Unidas Sobre Mudança do Clima), e assinado por todos os países partes, reconhece que devem ser consideradas as necessidades específicas e a situação especial dos países de menor desenvolvimento em suas medidas relativas a financiamento e transferência de tecnologia. A situação das partes - países em desenvolvimento -, cujas economias sejam vulneráveis aos efeitos negativos das medidas de resposta à mudança do clima, precisa ser avaliada, pois o documento salienta que estas mudanças em prol da manutenção do clima não devem ameaçar a produção de alimentos e precisam permitir que o desenvolvimento econômico prossiga de maneira sustentável (PNUMA, 2009).

Neste sentido, foi salientado que as medidas para enfrentar a mudança do clima devem ser coordenadas, de forma integrada, com o desenvolvimento social e econômico, de maneira a evitar efeitos negativos neste último, levando plenamente em conta as legítimas necessidades prioritárias dos países em desenvolvimento para alcançar um crescimento econômico sustentável e erradicar a pobreza.

III) Declaração de Princípios sobre o Uso das Florestas

Também resultado desta conferência, esta declaração garante aos Estados o direito soberano de aproveitar suas florestas de modo sustentável. À época, havia a intenção de se aprovar uma convenção sobre florestas, mas os principais países detentores de florestas,

incluindo o Brasil, conseguiram aprovar uma declaração genérica de princípios, sem a vinculação formal que uma convenção estabelece.

IV) Convenção sobre Diversidade Biológica

Outro documento resultante desta Conferência, a Convenção sobre Diversidade Biológica estabeleceu metas para a preservação da biodiversidade e para a exploração sustentável do patrimônio genético das nações, sem que isto prejudicasse ou impedisse o desenvolvimento de cada país.

V) Convenção sobre Mudanças Climáticas

Esta convenção determinou estratégias de combate ao efeito estufa e à destruição da camada de ozônio que culminaram na discussão sobre aquecimento global. O progresso das negociações sobre a implementação da Convenção-Quadro sobre Mudança do Clima resultaram na adoção, em 1997, de um Protocolo durante a Terceira Conferência das Partes (COP), realizada em Kyoto, no Japão. Esse documento, que ficou conhecido como Protocolo de Kyoto (UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE, 1997), estabelece metas e prazos relativos à redução ou limitação das emissões futuras de dióxido de carbono e outros gases responsáveis pelo efeito estufa, exceto aqueles já regulados pelo Protocolo de Montreal¹⁶.

Para atingir as metas de redução das emissões, o protocolo criou três mecanismos: 1) a troca de emissões entre países com metas a cumprir; 2) a implantação de projetos conjuntos para reduzir emissões e 3) o chamado Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). Esse mecanismo permite que os países que têm que cumprir metas de redução possam investir em iniciativas que permitam diminuir as emissões nos países em desenvolvimento através da compra de créditos de carbono (BAPTISTA e OLIVEIRA, 2002).

Sob o princípio de "responsabilidades comuns, mas diferenciadas", que reconhece um dever maior dos países desenvolvidos e industrializados no combate ao aquecimento global (pois estes teriam corroborado mais intensivamente para a geração do aquecimento e possuírem condições de investir em iniciativas para mitigar o problema), o protocolo não fixou metas de emissão para os países pobres e em desenvolvimento. O Protocolo entrou em

¹⁶ O Protocolo de Montreal foi assinado por 150 nações que se comprometeram a regular a produção e o consumo de produtos destruidores da camada de ozônio. A principal meta foi acabar com o uso dos 15 tipos de clorofluorcarbonetos (CFCs) que eram as fontes de destruição do ozônio (O₃).

vigor somente em 2005 e prevê uma redução total de 5,2% nas emissões em relação aos níveis registrados em 1990 e deve ser executada entre 2008 e 2012.

A meta de redução varia de um signatário para outro. Os países da União Europeia, por exemplo, têm de reduzir as emissões em 8%, enquanto o Japão se comprometeu com uma redução de 5%. O comércio de emissões consiste em permitir que países possam comprar e vender quotas de emissões de gás carbônico. Dessa forma, países que poluem muito podem comprar "créditos" não usados daqueles considerados menos poluentes, como é o caso do Brasil.

Com base nestes acordos e convenções e com o que já fora prescrito durante os encontros anteriores é que a ONU propôs uma nova conferência para discutir e discorrer sobre as questões ambientais. Daí resultou a realização da Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável realizada em Johannesburgo, na África do Sul em 2002.

4.4.2.3 Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável (2002)

O objetivo principal da realização desta conferência foi o de fazer uma ampla revisão do que fora acordado nas reuniões anteriores (1972 e 1992) para tentar avaliar os resultados obtidos pelos países na implementação das ações de mitigação dos problemas ambientais.

A reunião buscou avaliar as realizações obtidas pelos países partes na implementação da Agenda 21 e dos outros acordos oriundos da Rio-92, bem como definir as áreas que requerem esforços adicionais para que se obtenha avanços. Com isso, pretendia-se renovar os compromissos políticos para se avançar em mais um estágio na busca pelo desenvolvimento sustentável.

A constatação de que os avanços foram pequenos em relação ao que se pretendia foi motivo para que se tentasse identificar as razões pelas quais tão pouco foi feito em prol da consecução desses compromissos e propor medidas que pudessem ser tomadas com o objetivo de viabilizar a sua realização. Os resultados da Conferência estão contidos em um plano global de ação para o século 21, denominado Plano de Implementação. A elaboração deste plano foi fruto das negociações entre os governos nacionais e foi concordado por todos os governos representados na Conferência (TROBE E GREEN, 2003).

Neste Plano de Implementação, um dos aspectos bastante ressaltados foi quanto à energia. Buscando facilitar o alcance dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio, os governos de diferentes países se propuseram a realizar ações conjuntas e envidar esforços para trabalharem juntos, no intuito de melhorar o acesso aos serviços confiáveis e acessíveis de

energia para se alcançar o desenvolvimento sustentável. Objetivava-se conseguir reduzir pela metade a proporção de pessoas que vivem na pobreza até o ano 2015, tendo sempre em vista que o acesso à energia facilita a erradicação da pobreza. Para tanto, requer-se que sejam tomadas medidas em todos os níveis para:

- a. melhorar o acesso aos serviços e recursos de energia confiáveis, acessíveis, economicamente viáveis, socialmente aceitáveis, ambientalmente saudáveis e que não causem danos ao meio ambiente. Isto deve ser realizado levando em consideração as especificidades e as circunstâncias nacionais, mediante a utilização de diferentes meios como, por exemplo, a implantação de melhor eletrificação rural e de sistemas de energia descentralizados, o uso crescente de recursos renováveis, combustíveis líquidos e gasosos mais limpos, bem como o aumento da eficiência energética.

Para viabilizar esta proposta, propõe-se intensificar a cooperação regional e internacional em apoio aos esforços nacionais, inclusive por meio da capacitação, assistência financeira e tecnológica e conceder possibilidade de financiamento para pequenos e médios empreendimentos, tendo sempre em vista os fatores específicos que permitem o acesso dos pobres a esses serviços;

- b. melhorar o acesso às modernas tecnologias de biomassa e às fontes e estoques de lenha para combustível e comercializar as operações relacionadas com a biomassa, incluindo o uso de resíduos agrícolas nas áreas rurais e onde tais práticas sejam sustentáveis;
- c. promover o uso sustentável da biomassa e, se necessário, de outras energias renováveis por meio da melhoria dos padrões atuais de uso, tais como o gerenciamento de recursos, o uso mais eficiente de lenha e o emprego de tecnologias e produtos novos ou melhorados;
- d. apoiar a transição para o uso menos poluente de combustíveis fósseis líquidos e gasosos, onde sejam considerados mais adequados para o meio ambiente, socialmente mais aceitáveis e mais acessíveis;
- e. desenvolver políticas energéticas nacionais e marcos normativos que favoreçam o desenvolvimento das condições econômicas, sociais e institucionais necessárias no setor de energia, para melhorar o acesso a serviços de energia confiáveis,

acessíveis, economicamente viáveis, socialmente aceitáveis, ambientalmente saudáveis, que levem à conquista do desenvolvimento sustentável e à erradicação da pobreza nas áreas rurais, peri-urbanas e urbanas;

- f. intensificar a cooperação regional e internacional para melhorar o acesso aos serviços de energia como parte integral dos programas de redução da pobreza, facilitando a criação de ambientes que viabilizem o progresso e abordando as necessidades de desenvolvimento da capacidade, com ênfase, se necessário, às áreas rurais e isoladas;
- g. propiciar e facilitar (no menor prazo possível), com a ajuda financeira e técnica dos países desenvolvidos, inclusive por meio de parcerias público-privadas (PPPs), o acesso dos pobres a serviços de energia, levando em conta o papel instrumental do desenvolvimento de políticas nacionais de energia para o desenvolvimento sustentável, lembrando que os países em desenvolvimento necessitam de um aumento drástico dos serviços de energia para melhorar os padrões de vida das suas populações, e que esses serviços de energia exercem um impacto positivo na erradicação da pobreza e na melhoria do nível de vida (MMA, 2009).

Com todas estas intenções estabelecidas no campo energético no Plano de Implementação, depreende-se que este encontro foi o que garantiu maior relevância à questão energética. Neste, a energia foi caracterizada como insumo necessário à promoção do desenvolvimento e que, se bem dirigida e produzida a partir de fontes renováveis, poderia contribuir para o desenvolvimento sustentável.

A necessidade de prosseguir com estas discussões e buscar entender como os países estão trabalhando para promover melhores índices de desenvolvimento sustentável é que levou a ONU a promover mais um encontro desta envergadura em Copenhage, na Dinamarca. O mesmo aconteceu em dezembro de 2009 com a participação de 192 países partes.

4.4.2.4 Conferência da ONU sobre Mudanças Climáticas (2009)

A 15ª Conferência das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima, conhecida como COP 15, foi um encontro em que os países partes da ONU se reuniram com a intenção de avaliar alternativas para prevenir os desastres climáticos. O evento teve como objetivo prévio

definir a forma como os países devem desenvolver ações no intuito de promover a diminuição do aquecimento global.

Para tanto, faz-se necessário adotar alterações no modelo de desenvolvimento econômico e social que impliquem na redução do uso de combustíveis fósseis, no uso de energia limpa e renovável, no fim do desmatamento e na mudança de hábitos de consumo. Adotando medidas como estas, acredita-se que se torne possível estabilizar a concentração global de carbono até o ano 2017, quando estes níveis devem começar a diminuir, chegando a ser 80% menor do que em 1990.

O principal resultado desta Conferência foi o Acordo de Copenhague que reconhece a necessidade de limitar o aumento das temperaturas globais a níveis menores que os ora existentes. No entanto, não estabelece metas de redução para os países cumprirem, o que concede ao documento pouca consistência.

Não obstante, o documento prevê recursos para viabilizar este objetivo. De acordo com o texto, deveria ser constituído um fundo de US\$ 30 bilhões a partir da doação de recursos dos países desenvolvidos. Este recurso será utilizado para financiar projetos em países em desenvolvimento relacionados a ações de mitigação (redução de emissões), adaptação e transferência de tecnologia. O texto também prevê que este fundo possa conceder US\$ 100 bilhões por ano até 2020 para ajudar países em desenvolvimento a lidar com os impactos da mudança climática.

Segundo o acordo, este recurso deve vir de fontes variadas: públicas e privadas, bilaterais e multilaterais, incluindo fontes alternativas de finanças. O texto não menciona quais os mecanismos institucionais que gerenciarão este fundo e redirecionarão os recursos. A ele, vários países mostraram-se resistentes, os quais não assinaram o documento.

Vários outros encontros entre os países partes da ONU ocorreram ao longo deste período compreendido entre 1972 e 2009. No entanto, considera-se que estes foram os mais significativos por terem gerado maior repercussão e reunido maior número de participantes.

A síntese do que foi tratado e do que foi resolvido em cada um destes encontros está apresentado no quadro a seguir:

Quadro 2 - Os principais temas e resultados das conferências da ONU e o enfoque concedido à questão energética

Ano	Conferência	Principais temas abordados	Principais resultados	Enfoque sobre a questão energética
1972	Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente Humano	<ul style="list-style-type: none"> - Problemas ambientais - Acordos de cooperação entre países - Alternativas de mitigação dos problemas 	<ul style="list-style-type: none"> - Declaração sobre o Meio Ambiente Humano - Plano de Ação na busca de solução para os problemas ambientais 	<ul style="list-style-type: none"> - Ocorreu indiretamente quando se primou pelo I) controle e redução da poluição; II) regulação e controle do uso da energia nuclear.
1992	Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento	<ul style="list-style-type: none"> - Conservação e proteção dos ecossistemas - Desenvolvimento socioeconômico sustentável - Biodiversidade - Aquecimento global 	<ul style="list-style-type: none"> - Agenda 21 - Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento - Declaração de Princípios sobre o Uso das Florestas - Convenção sobre Diversidade Biológica - Convenção sobre Mudanças Climáticas (Protocolo de Kyoto) 	<ul style="list-style-type: none"> - Foi pequeno, ocorrendo apenas menção à necessidade de controle das emissões de gases de efeito estufa, o que está relacionado à utilização de combustíveis fósseis.
2002	Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável	<ul style="list-style-type: none"> - Problemas ambientais - Desenvolvimento sustentável 	<ul style="list-style-type: none"> - Plano de Implementação 	<ul style="list-style-type: none"> - Concedeu importância a esta área com propostas de substituição das fontes energéticas tradicionais para as renováveis.
2009	Conferência das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima	<ul style="list-style-type: none"> - Prevenção de desastres climáticos - Aquecimento global 	<ul style="list-style-type: none"> - Acordo de Copenhage 	<ul style="list-style-type: none"> - Se deu na atenção à necessidade de uso de energia limpa e renovável

Fonte: elaborado a partir das informações coletadas na pesquisa (2010)

4.4.3 Considerações sobre o planejamento energético no mundo

As instituições internacionais e regionais (cada qual com seus objetivos e propósitos) são as principais definidoras de planos de ação que servirão de base para as instituições nacionais no momento da elaboração de programas, planos e ações a serem executados no setor energético.

Tendo em vista a relação entre energia e desenvolvimento, a preocupação em definir prognósticos para o setor energético passa a ser constante por parte destas instituições que trabalham de forma a contribuir para o desenvolvimento de seus países membros. Verifica-se que a busca pela eficiência energética se dá muito no que tange ao estabelecimento de ações poupadoras de energia e que tenham menor custo. Isto implica em verificar se o uso da energia é feito nas melhores condições, pois o objetivo não é que o consumo seja menor, mas que seja feito de forma mais eficiente, ou seja, que a energia seja economizada através da utilização de recursos e/ou equipamentos poupadores e que seja oriunda de fontes menos poluentes ou que implique em menores impactos ambientais.

Quanto à segurança energética, verifica-se o empenho por parte das instituições em promover a integração entre países para possibilitar o aumento da oferta. Este aumento de oferta deve ser feito observando-se a restrição quanto à utilização dos recursos naturais, razão pela qual muitas instituições vêm incentivando a produção de energia a partir de fontes renováveis e menos poluentes. Pesquisas de viabilidade de produção de energia a partir de fontes renováveis vêm ocorrendo simultaneamente em vários países do mundo, a exemplo do que ocorre na Índia, África do Sul e Taiwan, regulados e incentivados pela IEA.

A inserção da energia oriunda de fontes alternativas contribui para a diversificação da matriz produtiva mundial que é considerada uma das estratégias mais importantes das políticas energéticas ligadas à oferta. Um dos requisitos para assegurar segurança energética é a diversificação, o que foi constatado a partir do Primeiro e Segundo Choques do Petróleo que demonstraram a fragilidade do setor energético diante de tamanha crise de oferta.

Relacionado à preocupação em aumentar a utilização de energias renováveis na matriz energética mundial, estão os resultados (sintetizados no quadro anterior) gerados a partir das conferências e reuniões realizadas pela ONU. Estes resultados pretendem criar nos países membros o comprometimento quanto à implantação de ações que possam amenizar os problemas ambientais.

As conferências da ONU geram impactos positivos no momento em que conseguem:

- Formar um espaço de discussão e apresentação dos principais problemas ambientais que precisam ser resolvidos e/ou atenuados;
- Mobilizar os governos das nações-partes para o encontro de alternativas que possam ser eficientes na busca por melhores níveis de sustentabilidade;
- Gerar acordos e resoluções que devem ser implementados pelos países partes;

- Gerar comprometimento por parte dos governos que devem prestar contas de forma regular à ONU sobre as suas ações na busca pela melhoria dos índices ambientais.

Ainda assim, verifica-se um caráter abrangente e pouco específico às áreas de interesse em que existem problemas que precisam ser solucionados para se promover avanços em direção à sustentabilidade. Neste contexto, a questão energética se enquadra, tendo sido mais especificamente considerada apenas na Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável, em 2002.

Não obstante, o Plano de Ação formulado na primeira conferência em 1972 já havia mencionado a problemática relacionada à energia. Naquele momento, a energia nuclear era vista como foco de preocupação, o que levou a estabelecer que a utilização da mesma deveria ser regulada e controlada. Havia temor de que os insumos nucleares fossem conduzidos para fins bélicos, através da construção de bombas e mísseis. A partir da intensificação das preocupações com a poluição ambiental, o temor está relacionado ao local em que serão depositados os dejetos (resíduos) das usinas produtoras.

Por cerca de 30 anos o desenvolvimento de novas usinas nucleares no mundo foi paralisado¹⁷. Contudo, recentemente, o interesse por esta fonte de geração de eletricidade tem crescido, principalmente quando se considera o volume de energia que se pode gerar sem maiores emissões de poluentes e num espaço físico reduzido (ELETRONUCLEAR, 2009).

Antes do início da Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável, alguns países se reuniram para a realização de Reuniões Preparatórias. O governo brasileiro apresentou intenções relativas à questão energética através de um documento que estabelecia que todos os países, até o ano 2010, adotassem, em suas respectivas matrizes energéticas, no mínimo 10% de fontes renováveis de energia. Esta iniciativa foi considerada um dos mais importantes tópicos incluídos para ser negociado no Plano de Implementação desta Conferência. O Brasil contou com o apoio da maioria dos países, mas a proposta foi derrubada ao enfrentar a resistência dos Estados Unidos, Canadá, Japão, Austrália e de uma grande parte dos países produtores de petróleo.

¹⁷ O Brasil conta atualmente com duas usinas nucleares em operação (Angra 1 – produtora de 657MW e Angra 2 – produtora de 1.350MW). A produção de eletricidade em 2006 foi o correspondente a 3,12% do total de energia elétrica produzida no País. Existe um projeto para construção de outra usina semelhante a estas duas: Angra 3 (que deverá ter capacidade para 1.350MW), o qual está aguardando licenciamento para dar continuidade às obras (EPE, 2006).

Com isso, depreende-se que um dos principais obstáculos para que ocorram acordos e consensos pelos países-partes sejam os interesses divergentes no que compete à utilização dos recursos naturais, o que inibe avanços na segurança energética. Os países emergentes baseiam sua posição no princípio das “obrigações comuns, porém diferenciadas”, que foi estabelecido no Protocolo de Kyoto.

Os países industrializados, por sua vez, insistem na tese de que o desmatamento das florestas é um dos principais causadores do aquecimento global na atualidade (responde por 20% das emissões globais) e exigem que os emergentes também assumam metas concretas e obrigatórias para reduzir suas emissões. Além do desmatamento, os governantes dos países ricos condenam o modelo de desenvolvimento em vigor (baseado na queima do carvão e do petróleo), utilizado por muitos países, dentre os quais a China e na Índia. O crescente volume de emissões desses dois países é fator que contribui decisivamente para o aquecimento da atmosfera.

Pela falta de consenso entre os países, pela existência de interesses conflitantes e pela dificuldade em modificar um modelo de desenvolvimento intensivo em recursos naturais é que os países têm dificuldade em flexibilizar suas opiniões a ponto de que se promovam avanços nas rodadas de negociações que ocorrem nos eventos promovidos pela ONU. A questão energética está diretamente envolvida nestas discussões, principalmente quando se debate a necessidade de reduzir a quantidade de gases poluentes na atmosfera, o que vem a ser o objetivo principal do Protocolo de Kyoto.

Ao mesmo tempo em que, por um lado, as conferências internacionais esbarram em interesses divergentes entre os países, o que prejudica a implantação de planos para modificação da situação atual, por outro lado, parece que o Brasil está demonstrando condições de contribuir na promoção de avanços na área ambiental e energética, o que vem sendo verificado através da implantação de ações resultantes daquelas conferências.

No intuito de demonstrar o que vem sendo planejado e realizado no Brasil na área energética é que será apresentado o planejamento energético brasileiro, verificando-se a forma como vem sendo realizado e os principais planos que constituem o mesmo.

4.5 O PLANEJAMENTO ENERGÉTICO NO BRASIL

A forma como o planejamento energético é realizado no Brasil sempre esteve muito relacionado à história do País. Durante o regime militar (1964-1985) o Governo brasileiro objetivava criar condições de expansão do setor elétrico e, para tanto, foi organizada uma

estrutura de investimentos com recursos das próprias empresas e do Governo que contava com financiamentos externos. A ELETROBRÁS foi constituída em 1962, mas foi somente a partir da década de 1970 que começou a agir ativamente no setor elétrico, assumindo uma postura de atuação considerada decisiva para a consolidação da nova estrutura produtiva e financeira do setor de energia elétrica.

Segundo o MME (2010), as diretrizes da ELETROBRÁS eram circunstanciadas por quatro itens:

- 1) prioridade atribuída à opção hidrelétrica, em oposição à termoelétrica;
- 2) estratégia de construir grandes usinas geradoras de alcance regional em termos de mercado consumidor;
- 3) constituir-se em holding estatal e,
- 4) elaborar um padrão de financiamento do setor elétrico nacional, conjugando recursos de diferentes fontes: tarifária, impostos, empréstimos compulsórios e empréstimos do sistema financeiro internacional.

Ao longo da década de 70 ocorreram mudanças significativas no setor elétrico e nas atividades de planejamento energético no mundo, pois o Primeiro Choque do Petróleo provocou transformações que causaram impactos no Brasil. Não obstante, o primeiro choque mundial do petróleo não afetou tão drasticamente a economia brasileira, devido ao ‘milagre econômico’ (entre 1968 e 1973), que elevou o PIB a uma taxa média anual superior a 10%. Porém, o segundo choque, ocorrido em 1979, gerou impactos importantes na economia nacional, destacando-se: a aceleração do processo inflacionário; a redução das taxas de crescimento do PIB; o desemprego e o desequilíbrio das contas públicas.

A redução das taxas de crescimento econômico fez com que o consumo energético declinasse o que gerou capacidade ociosa no setor elétrico nacional. Em virtude disto, houve aumento dos prazos para retorno do capital investido e diminuição da capacidade de autofinanciamento do setor.

Os impactos dos choques do petróleo na economia serviram para mostrar a situação de dependência que os países têm em relação ao petróleo. A partir de então, o planejamento energético passou a ser realizado de forma integrada, ou seja, unindo o setor elétrico e de petróleo. Além disso, buscou-se uma maior interação entre oferta e demanda nos planos para o setor. Antes da década de 80, o planejamento era realizado por setor, cabendo à ELETROBRÁS elaborar o planejamento para o setor elétrico, enquanto a Petrobrás

formulava-o para o setor de petróleo e gás. Ao MME cabia o papel de homologar as ações e planos formulados por estas empresas.

A partir dos anos de 1980, a preocupação ambiental foi inserida nos debates que levariam à formulação do planejamento energético. O final desta década foi marcado pela busca de empreendimentos produtivos que causassem menores impactos ambientais. Não obstante, neste mesmo período houve a redução dos investimentos em estudos e pesquisas em energias renováveis, o que foi ocasionado devido à queda nos preços do barril de petróleo. Isto já sinalizava o advento de um período caracterizado pela diminuição da participação e intervenção direta do Estado que assumiu a função de agente regulador, o que culminou com a privatização das empresas do setor.

Em virtude destas mudanças e da constituição do aparato legal para os processos de privatização, a década de 1990 foi marcada pela competição entre as empresas do setor elétrico (embora na atualidade o regime seja ainda mais concorrencial do que nessa época), sendo que os investimentos que ocorreram neste período foram realizados pelas mesmas. A formulação de políticas energéticas e a realização de exercícios de planejamento não foram priorizadas naquele momento.

Dentre este rol de transformações pelas quais passou o setor elétrico brasileiro, houve a implantação da lei de livre concorrência durante o governo Fernando Henrique Cardoso. O objetivo era de promover a eficiência do setor que contava com regulação e fiscalização do Governo em busca de transparência para atrair o capital privado. Havia intenção de privatizar praticamente todo o setor de distribuição de energia elétrica como condição necessária à alocação eficiente de recursos. Para servir de agente regulador do setor foi criada a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL).

A falta de marcos regulatórios adequados para o setor desestimulou o investimento privado e como uma grande parte das empresas eram privadas, houve redução também do investimento público, o que fez com que o final da década de 1990 e início dos anos 2001 fossem marcados por uma crise de abastecimento de energia, o que demonstrou as fragilidades do setor elétrico, tanto no que tange à produção, quanto à distribuição de energia.

Diante destes momentos de crise, as teorias e técnicas de planejamento voltaram a ser utilizadas, buscando equacionar riscos e incertezas. Até o momento em que o setor era composto por empresas estatais, o risco não era considerado um componente relevante a ser contabilizado, o que mudou a partir das privatizações, pois as simulações passaram a ser realizadas e a análise do risco passou a ser componente essencial para determinar o futuro das empresas quanto à realização de novos investimentos.

O final dos anos 2000 parece ter configurado um período de retomada do exercício de planejamento pelo Governo. Muito do conteúdo do planejamento energético atual está centrado na preocupação com os impactos ambientais, procurando encontrar alternativas que possibilitem diminuir a emissão dos gases de efeito estufa.

Após 2004, o MME passou a ser o poder concedente e centralizador das decisões do setor, tendo a responsabilidade pela escolha dos dirigentes dos órgãos responsáveis pela operação do sistema elétrico, assim como pelas licitações de compra de energia das geradoras pelas distribuidoras. A prestação de serviços na área de estudos e pesquisas destinadas a subsidiar o planejamento do setor passou a ser feita pela EPE (ORGANIZAÇÃO DOS ESTADOS IBERO-AMERICANOS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA, 2010).

Por ser a energia um recurso estratégico e que não deve ser escasso sob pena de inibir o crescimento, o planejamento energético no Brasil exige a realização de projeções para o curto, médio e longo prazo. No caso do setor elétrico, o horizonte de planejamento é feito em três escalas temporais:

- curto prazo: período em que são detalhados os programas de obras dos primeiros cinco anos, estabelecendo-se os orçamentos plurianuais de investimento e as fontes de recursos financeiros necessários;
- médio prazo: período em que são definidos os planos de expansão das empresas regionais e estaduais para os próximos 10 ou 15 anos;
- longo prazo: período em que são abordadas as principais questões estratégicas ligadas ao suprimento de energia elétrica, num horizonte, em geral, de 20 a 30 anos. O horizonte mais longo planejado até então no Brasil (projetando inclusive a matriz energética que será lá utilizada) é para o ano de 2030.

A EPE utiliza como principais instrumentos de planejamento: I) os Planos Decenais de Expansão, II) o Balanço Energético Nacional (BEN) e III) a matriz energética nacional. Para verificar o que está sendo planejado para o setor energético serão avaliados neste estudo os seguintes documentos:

I) Planos Decenais de Expansão:

- Plano de suprimento aos requisitos de energia elétrica até o ano 2000;

- Plano Diretor do Meio Ambiente 1991-93, vinculado ao Plano Decenal de Expansão 1990-99;
- Plano Nacional de Expansão 1993-2015;
- Plano Decenal de Expansão 2006-15;
- Plano Decenal de Expansão 2008-17;
- Plano Nacional de Energia 2030.

II) Balanço Energético Nacional (BEN): serão analisados aqueles elaborados nos últimos 5 anos, ou seja, 2006, 07, 08, 09 e 10.

III) Matriz energética nacional: será avaliada a matriz energética nacional publicada em 2007 e projetada para 2030.

Verifica-se que nos Planos Decenais de Expansão existem, em linhas gerais, dois grandes temas sendo tratados: I) o cenário macroeconômico e as projeções de demanda e oferta do setor energético com a consequente ampliação de infraestrutura necessária para atender à demanda e II) o atendimento e a adequação à legislação ambiental para que estes empreendimentos planejados possam ser efetivamente construídos, bem como os impactos sociais que apresentam. Sendo assim, analisar-se-á em cada um destes documentos os itens I e II acima explicitados.

4.5.1 Plano de suprimento aos requisitos de energia elétrica até o ano 2000

Este estudo foi elaborado pela ELETROBRÁS e publicado em 1982 com o propósito de averiguar a capacidade instalada para produção de energia pelo setor elétrico brasileiro. Para tanto, foi solicitado que as empresas mais importantes do setor preparassem uma estimativa dos investimentos que seriam realizados para expansão do sistema elétrico que deveria ser compatível com o atendimento do mercado consumidor que crescia a taxas de 11,4% a.a. no período 1980-84 e a 10,4% a.a. no período 1980-90.

Com base nos dados apresentados, a ELETROBRÁS avaliou os investimentos mínimos necessários para possibilitar a execução de um programa de expansão do parque gerador e distribuidor. Os investimentos foram especificados considerando as taxas de crescimento e/ou declínio do mercado de energia elétrica previstas até o ano 2000.

4.5.1.1 Definições sobre ampliação de infraestrutura necessária para atender à demanda projetada

As perspectivas apontadas por este Plano sinalizam diminuição do ritmo de crescimento do mercado de energia elétrica para uma taxa de 7,7% a.a. até 1984. A partir daí, espera-se um crescimento mais acelerado, com taxa de 10,8% até 1990, o que deveria ocorrer em função: I) da recuperação da economia nacional, que já teria superado a fase crítica; II) do uso mais intenso da eletricidade na substituição a derivados de petróleo (eletrotermia, transportes e irrigação), estimulado, em parte, pelos incentivos tarifários que ocorreram neste período.

Diante deste contexto, o Plano de suprimento aos requisitos de energia elétrica previu a entrada em operação de 13 novas usinas hidrelétricas (UHE), 5 usinas termelétricas (UTE) a carvão e 1 nuclear, cuja construção deveria ser iniciada no período 1982-85. Com isso, haveria um incremento de 13.075 MW de potência, que deveria ser implantada entre 1987 e 1991/92.

A relação destas usinas consta no Programa de Referência de Geração dos Sistemas Interligados até 1995, que serviu de base para o planejamento das empresas concessionárias de energia elétrica, em particular para a programação das atividades relativas a estudos de projeto básico e de viabilidade das obras de geração e de transmissão. A estes estudos seguem os de ordem ambiental.

A continuidade desta programação foi feita tomando-se como parâmetro o Cenário da Expansão da Geração de 1996-2000, o qual previu um cenário de expansão da geração de energia, conforme mostrado na tabela a seguir:

Tabela 10 - Cenário da expansão da geração de 1996 a 2000 por tipo e por região

Regiões	Valores em MW ano			
	Carvão	Nuclear	Hidrelétrica	Total
Norte/Nordeste	-	-	6.856	6.856
Sudeste/C.Oeste/Sul	900	2.615	4.795	8.310
Total	900	2.615	11.651	15.166

Fonte: ELETROBRÁS (1982) – Plano de suprimento aos requisitos de energia elétrica até o ano 2000

Com base nos dados da tabela anterior, depreende-se que a maior parte dos investimentos realizados será em UHEs, com maior capacidade de aproveitamento nas regiões

norte-nordeste. A expansão da geração de energia nas demais regiões será feita em UHEs e também em UTEs a carvão e nuclear, fazendo, desta forma, o aproveitamento dos potenciais regionais. Verifica-se um aumento de 13,79% na capacidade de geração de energia deste Plano em relação aquele realizado até 1995.

4.5.1.2 Definições e discussões acerca das questões socioambientais

Segundo o Plano de Suprimento, a ELETROBRÁS vem fomentando programas de pesquisa, desenvolvimento e demonstração de tecnologias de aproveitamento de fontes alternativas. As fontes que foram mais intensivamente estudadas são a biomassa, energia solar e eólica. O mesmo não apresenta a quantificação destas fontes nem a compatibilidade destas com o mercado. No entanto, revela a viabilidade da utilização de lenha, carvão vegetal, bagaço de cana e resíduos diversos para queima e geração de energia elétrica que seria destinada, principalmente, para atender ou complementar o atendimento de pequenos sistemas isolados.

Ao mesmo tempo em que há preocupação em viabilizar a utilização de energias alternativas, o Plano alerta para que se utilizem outras possibilidades de geração de energia (a partir de fontes convencionais) que não sejam dependentes do petróleo e derivados. A iminência da escassez e/ou esgotamento do petróleo era uma preocupação na época também no Brasil.

Esta preocupação está revelada dentre os investimentos previstos neste Plano, pois o mesmo relata a realização de um estudo de viabilidade que estava em andamento na época, o qual deveria comprovar a viabilidade de implantação de uma termelétrica utilizando combustível não derivado de petróleo e prevendo inclusive a utilização de gás natural.

O Plano salienta que “embora até o ano 2000 esta geração não deva constituir uma parcela significativa da produção de energia elétrica do País, poderá ser importante para a redução do consumo de derivados do petróleo. Em grandes centros urbanos, o aproveitamento de lixo para geração termelétrica pode tornar-se economicamente viável para as empresas concessionárias, mediante o rateio dos custos entre as entidades estaduais e municipais interessadas” (ELETROBRÁS, 1982, p. 9).

A necessidade de promover a redução do uso de derivados de petróleo para geração de eletricidade, substituindo-os, preferentemente, por recursos renováveis é uma das recomendações apresentadas neste Plano.

4.5.2 Plano Decenal de Expansão 1990-1999

Este plano contempla informações sobre o setor elétrico brasileiro, apresentando projeções e diretrizes a partir das quais o setor deveria orientar suas ações ao longo da década de 1990. Foi elaborado pelo Ministério de Infraestrutura (MINFRA), sob coordenação da ELETROBRÁS e publicado no ano de 1990.

A ação do setor elétrico no trato das questões socioambientais é fortemente salientada quando da apresentação das propostas de ampliação da infraestrutura de geração e transmissão de energia.

4.5.2.1 Definições sobre ampliação de infraestrutura necessária para atender à demanda projetada

Diante da crise econômica que assolou a economia brasileira nos anos 1980, as projeções realizadas neste plano não se mostraram otimistas. Nos anos de 1987 e 1988, as taxas de crescimento da economia foram, respectivamente, de 3,6% e -0,3% e em 1989 atingiram cerca de 3%, resultados muito aquém da média de 6,8% a.a. prevista para o período 1986/90.

O processo de quase estagnação econômica observado nos anos de 1980 foi acompanhado por um aumento das taxas de inflação, pela queda dos investimentos, pelo descontrole das finanças públicas e pela deterioração dos preços e tarifas públicas, como a eletricidade e os derivados de petróleo, fatores que impediram que a retomada do crescimento, observada a partir de maio de 1989, tivesse efeito duradouro.

Diante deste quadro de crise crônica, existia consenso entre os analistas da economia brasileira quanto à imperiosa necessidade de um período de estabilização que deveria eliminar de forma permanente as causas da inflação e criar as condições para o relançamento dos investimentos e para a retomada do desenvolvimento econômico. Este período foi caracterizado pelo uso intenso dos instrumentos básicos de contenção inflacionária, como a política fiscal, monetária e de rendas.

Durante esta fase, a economia permaneceria estagnada com taxa de crescimento próxima de zero, sendo mesmo negativa no início. O período seria ainda caracterizado por um baixo nível dos investimentos, enquanto que o saldo da balança comercial seria mantido em decorrência da estagnação do mercado interno. Após o controle da inflação, seriam

restabelecidas as condições para o crescimento progressivo dos investimentos públicos e privados, prevendo-se uma expansão da economia a taxas moderadas.

Diante deste contexto, o Programa Decenal de Geração 1990/99, aprovado pelo MME em 1990, previu a entrada em operação de 65 novas usinas, algumas das quais já se encontravam em construção, conforme mostra a tabela a seguir:

Tabela 11 - Novas usinas programadas no Plano Decenal de Expansão 1990/99 por tipo

Tipo de geração	Usinas		Potência programada	
	(Unidades)	(%)	(MW)	(%)
Hidrelétricas	47	72,3	25.914	80,1
Termelétricas	18	27,7	6.455	19,9
Carvão	7	10,8	2.200	6,8
Nuclear	2	3,1	2.618	8,1
Outras	9	13,8	1.637	5,0
Total	65	100,0	32.369	100,0

Fonte: Ministério de Infraestrutura (1990) – Plano Decenal de Expansão 1990/99

Mesmo diante do cenário macroeconômico que revela a estagnação pela qual passava a economia brasileira nos anos 1980, o setor elétrico deveria expandir a capacidade instalada no País em 32.369 MW, o que é mostrado pela tabela anterior. Para tanto, foi prevista a construção e, em alguns casos, a operação de 47 usinas hidrelétricas, 18 térmicas, 7 a carvão e as demais seriam mantidas por derivados de petróleo, gás ou combustível nuclear. Estas usinas estariam dispersas em diferentes regiões do País, conforme mostra a tabela a seguir:

Tabela 12 - Novas usinas programadas no Plano Decenal de Expansão 1990/99 por região

Região	Usinas		Potência programada	
	(Unidades)	(%)	(MW)	(%)
Sul	17	26,2	9.923	30,7
Sudeste/C.Oeste	34	52,3	14.284	44,1
Norte/Nordeste	6	9,2	6.461	19,9
Sistemas isolados ¹⁸	8	12,3	1.701	5,3
Total	65	100,0	32.369	100,0

Fonte: Ministério de Infraestrutura (1990) – Plano Decenal de Expansão 1990/99

Verifica-se que as regiões que terão o maior número de usinas construídas e/ou colocadas em operação são a sudeste e o centro-oeste, com 34 das 65 usinas previstas por este plano, conforme tabela anterior. Para a região sul, segunda em quantidade de usinas e potência programada, havia 17 usinas previstas para construção e/ou operação. Para que estas possam ser viabilizadas (tanto no estágio de construção quanto na fase de operação) é que este plano contempla definições quanto às questões socioambientais.

4.5.2.2 Definições e discussões acerca das questões socioambientais

O Plano de Expansão 1990-1999 foi um marco constitutivo das questões ambientais no âmbito do planejamento energético. Naquele momento, a dimensão socioambiental encontrava-se em desenvolvimento. A consideração desta variável implicava numa reorientação de projetos e obras de engenharia, ampliação de quadros técnicos, desenvolvimento de estudos e mudanças no relacionamento com instituições e a sociedade. Através deste Plano buscou-se definir a postura geral do setor elétrico no trato das questões sócio-ambientais e adequá-la à Política Nacional do Meio Ambiente (lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981).

A partir de então, ficou determinado que a construção de toda e qualquer usina de produção de energia (inclusive as hidrelétricas que se encontravam em análise na época) seriam analisadas sob duas dimensões:

- econômico-energética;

¹⁸ O termo ‘sistemas isolados’, no contexto da energia elétrica, refere-se às regiões geográficas brasileiras não atendidas pelos sistemas de transmissão integrados, os chamados “linhões”.

- socioambiental.

No entanto, as questões ambientais ainda eram reconhecidas como um problema a ser solucionado no que se referia à energia hidráulica (principal fonte primária de geração de energia elétrica, pelo montante de potencial disponível e pela atratividade econômica), pois a construção destas usinas exige o alagamento de uma grande quantidade de área (determinada de acordo com o porte da obra) e muitas vezes são construídas em áreas de conservação.

As pequenas centrais hidrelétricas (PCHs)¹⁹ que possuem menores problemas desta ordem e geram menos impactos, encontravam-se em estudo e ainda mostravam-se pouco expressivas para o atendimento dos requisitos globais de energia elétrica do País.

As variáveis socioambientais foram acrescentadas aos estudos de viabilidade que anteriormente só considerava o critério de menor custo unitário. Por isso, várias usinas que estavam previstas para serem construídas a partir do ano de 1990 foram canceladas. Com estas modificações apresentadas neste Plano Diretor, abriu-se espaço para que a questão ambiental se tornasse cada vez mais premente e aprofundada no planejamento energético para os períodos futuros.

4.5.3 Plano Nacional de Expansão 1993-2015

Este documento elaborado pela ELETROBRÁS e publicado no ano de 1994 traz um conjunto de estudos, reflexões e proposições que desde 1991 vinham sendo desenvolvidas, buscando a melhor definição de estratégias para a expansão do setor elétrico brasileiro.

Neste sentido, o presente plano de expansão, ao contrário do anteriormente apresentado, não detalha o número de usinas que serão construídas e colocadas em operação até 2015, mas apresenta uma série de projeções quanto ao comportamento da economia, o potencial existente a ser explorado em cada um dos tipos de energia que compõem a matriz energética nacional, bem como a construção de cenários, buscando identificar através do comportamento da economia, a demanda por energia e a consequente oferta que deverá ser disponibilizada para atender a mesma.

4.5.3.1 Definições sobre ampliação de infraestrutura necessária para atender à demanda projetada

¹⁹ Usinas com capacidade de produzir até 30MW.

As incertezas quanto às diretrizes de política econômica que seriam adotadas no País obrigam o setor elétrico a trabalhar com cenários bastante diferenciados, resultantes de modelos que tratem adequadamente as principais tendências em termos de formulação de estratégias de desenvolvimento.

As previsões de mercado de energia elétrica para o Plano 2015 foram elaboradas em conformidade com cenários macroeconômicos; de população e domicílios; de tarifas; de grandes consumidores industriais de energia elétrica e de autoprodutores. De acordo com as projeções realizadas neste plano, nas próximas décadas o consumo de energia deverá evoluir a taxas ligeiramente inferiores a do crescimento do produto, resultando numa redução da intensidade energética global, ao contrário do que vinha acontecendo nas décadas anteriores. Esta redução reflete não apenas um esforço de conservação de energia, como também uma maior penetração no mercado de fontes mais eficientes, tais como a hidroeletricidade, gás natural e petróleo, em detrimento principalmente da lenha.

Um aspecto relevante do mercado de energia elétrica é a sua distribuição geográfica. Os cenários adotados no Plano 2015 incorporam uma elevação da participação no mercado nacional das regiões menos desenvolvidas, o Norte e Nordeste, contribuindo para a redução dos desníveis regionais.

No horizonte do Plano 2015, a interligação Norte/Nordeste ultrapassa os 5.000 MW. O desenvolvimento da bacia do Xingu permite a interligação com o Sudeste/Centro-Oeste de 3.000 a 6.000 MW, dependendo do cenário de demanda e tanto maior quanto menor for o cenário selecionado. Com a utilização dos aproveitamentos do Madeira e Tapajós a interligação se amplia com a necessidade de 11.000 MW adicionais.

Apesar de demonstrar o potencial das grandes hidrelétricas, este plano também enfatiza a importância das PCHs, o que se deve em função das dificuldades de obtenção de recursos financeiros para novos empreendimentos de grande porte, as incertezas quanto à evolução do mercado de energia elétrica e aos aumentos de custos devidos aos longos períodos de construção, fatores estes que adquirem tanto mais peso quanto maior for o porte da usina. As PCHs, em contrapartida, demandam menores prazos de implantação e volumes de recursos financeiros, o que viabiliza o empreendimento.

4.5.3.2 Definições e discussões acerca das questões socioambientais

O Plano 2015 concede ênfase às fontes alternativas de energia e as consideram importantes geradoras, mas salienta que as mesmas encontram-se em fase de pesquisa tecnológica e desenvolvimento semi-industrial e para que possam ser de fato aproveitadas, faz-se necessário a ocorrência da evolução tecnológica e econômica. Dentre as fontes consideradas estão: solar, eólica, xisto, oceânica, hidrogênio, resíduos orgânicos, turfa e linhito. Destas, destacam-se como viáveis, para aproveitamento no horizonte 2015, a eólica e os resíduos orgânicos.

Não obstante, as conclusões indicam que estas fontes não devem contribuir significativamente para o atendimento da demanda de energia elétrica no horizonte 2015. Outra fonte alternativa evidenciada é a biomassa florestal como possibilidade para geração de energia elétrica, ainda que as informações do inventário florestal (zoneamento florestal, tipologia, densidade florestal, possibilidade de aproveitamento múltiplo, etc.), não se encontrassem disponíveis na época.

A energia oriunda da biomassa (florestal e resíduos da cana), eólica e solar fotovoltaica são consideradas competitivas para serem utilizadas nos próximos anos na medida em que pesquisas sejam intensificadas, procurando-se implantar projetos de demonstração em locais que apresentem custos de geração elevados, quando utilizadas as fontes convencionais. Estas seriam substitutas e poderiam abastecer os pequenos sistemas isolados do interior do país (vilas, escolas rurais, etc.) que apresentem déficit de suprimento e elevado custo.

4.5.4 Plano Decenal de Expansão 2006-2015

Este foi o primeiro estudo de planejamento elaborado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), empresa vinculada ao Ministério de Minas e Energia que sucedeu a ELETROBRÁS neste processo. Verifica-se que, a partir deste documento, publicado em 2006, houve um aprimoramento na forma de elaborar o planejamento energético, principalmente no tocante à metodologia apresentada.

Foram realizadas avaliações quanto ao dimensionamento das necessidades de energia elétrica para o período 2006-15 e, para tanto, tomou-se como base algumas premissas macroeconômicas que levam em conta o crescimento do PIB para a década estudada. Com isto, foram definidos três cenários. O primeiro cenário de referência, considerado o mais provável,

pressupõe taxa de crescimento médio do PIB de 4,2% ao ano; o segundo cenário de tendência baixa prevê uma taxa de crescimento anual da ordem de 3,2% ao ano; e o terceiro cenário de crescimento alto aponta taxa de crescimento anual de 5,1 % ao ano.

Os diferentes cenários de PIB acarretam diferentes taxas de crescimento para o mercado de energia elétrica: 4,8% para o cenário de trajetória de referência, 3,9% para a trajetória de tendência baixa e, finalmente, 5,5% para a trajetória de crescimento alta. A carga de energia elétrica do Brasil, que em 2005 registrou o valor de 47.583 MW médios, em 2015, conforme as previsões associadas a cada um dos cenários alcançará, respectivamente, 76.224, 69.427 e 81.158 MW médios, representando acréscimos médios anuais de 2.604, 1.986 e 3.052 MW médios para os cenários de trajetórias de referência, baixa e alta.

4.5.4.1 Definições sobre ampliação de infraestrutura necessária para atender à demanda projetada

O equacionamento da oferta de energia elétrica para a trajetória de crescimento de referência do mercado aponta, ao longo do horizonte decenal, para uma expansão na capacidade instalada no Sistema Interligado Nacional (SIN), conforme mostra a tabela a seguir:

Tabela 13 - Evolução da capacidade instalada oriunda de hidrelétricas e termelétricas entre 2006 e 2015 em MW

	2006	2015
Hidrelétricas	74.237	104.282
Termelétricas	16.592	25.604

Fonte: MME/EPE (2006) – Plano Decenal de Expansão 2006/15

Considerando os dados da tabela anterior, verifica-se que a expansão da capacidade instalada no Sistema Interligado Nacional (SIN) será da ordem de 39.057 MW, dos quais 30.045 MW em usinas hidrelétricas e 9.012 MW em usinas termelétricas.

Os investimentos estimados necessários à expansão da geração ao longo do horizonte decenal são da ordem de R\$ 75,0 bilhões, dos quais R\$ 60,0 bilhões referentes a usinas hidrelétricas e R\$ 15,0 bilhões a unidades térmicas. Em relação à geração, foram analisadas 49 usinas para as quais foram obtidas informações junto aos agentes responsáveis pelos

estudos e projetos, de um total de 66 usinas que se encontram em etapa de projeto básico, viabilidade ou inventário.

Além disso, considerando a projeção da trajetória de referência do mercado de energia elétrica, as obras de geração que seriam necessárias para o atendimento a este mercado constam do programa de geração e estão apresentadas na tabela a seguir:

Tabela 14 - Programa de obras de geração de energia 2006 e 2015

Situação	Usinas hidrelétricas	Potência MW	Usinas termelétricas	Potência MW
Em construção	17	6.249	8	3.620
Com concessão ²⁰	19	3.652,1	-	-
Leilão 2005/06 ²¹	14	5.066,7	4	1.107
Indicativa ²²	34	16.176,7	5	5.759
Total	84	31.144,5	17	10.486

Fonte: MME/EPE (2006) – Plano Decenal de Expansão 2006/15

A partir da tabela anterior, verifica-se a existência de uma parcela significativa de usinas hidrelétricas e termelétricas em construção, o que corresponde, conjuntamente, a um acréscimo de 9.869 MW de potência no sistema. Além disso, existem outras 19 hidrelétricas com concessão para serem construídas, o que gera uma potência de mais 3.652,1 MW.

Na transmissão, foram abrangidos os empreendimentos com tensão acima de 230 KW e mais de 10 km de extensão, totalizando 97 empreendimentos, sendo que destes, 31 tiveram um detalhamento maior nas análises.

4.5.4.2 Definições e discussões acerca das questões socioambientais

A partir do ano de 2004, foi instituído pelo Governo Federal o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA). Este programa visa à implantação de 3.300 MW de capacidade, em instalações de produção com início de funcionamento previsto para até 30 de dezembro de 2006, sendo assegurada, pela ELETROBRÁS, a compra da energia a ser produzida, no período de 20 anos, dos empreendedores que preencherem todos

²⁰ Usinas que foram a leilão na Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE) e receberam concessão para fornecer energia.

²¹ O Leilão de energia 2005/2006 arrematou energia a ser fornecida por novos empreendimentos. O evento foi realizado sob as bases do Novo Modelo Institucional do Setor Elétrico. Ocorreu no dia 16 de dezembro de 2005, no Rio de Janeiro e promoveu a negociação de empreendimentos que passarão a fornecer energia ao SIN.

²² Usinas indicativas são aquelas ainda não concedidas ou autorizadas.

os requisitos de habilitação descritos nos guias e tiverem seus projetos selecionados de acordo com os procedimentos da Lei nº 10.438/02 (ELETROBRÁS, 2010).

Através desta medida, estimula-se a produção descentralizada de energia elétrica com base em fontes alternativas, sendo que para a expansão dos tipos de fontes utilizadas faz-se necessário a realização de análises socioambientais que apure o grau de impacto em duas dimensões:

- I. meio biótico (flora, fauna e dinâmica dos ecossistemas) e
- II. socioeconômica (população, infraestrutura e setores produtivos). Os indicadores socioambientais selecionados que devem ser analisados para a liberação de uma nova usina de produção de energia são:
 - área ocupada por potência instalada;
 - ocupação dos biomas;
 - emissão de dióxido de carbono (CO₂).

Com base nas fontes geradoras de energia existentes em 2006, projeta-se, neste Plano, um cenário do que será a participação das fontes de geração de energia elétrica em 2015, o que pode ser visualizado na tabela a seguir:

Tabela 15 - Participação das fontes de geração de energia elétrica em jan./2006 e dez./2015 (em %)

Tipos de energia	Jan./2006	Dez./2015
Hidráulica	73	73
Gás	9	9
Carvão	2	2
Óleo combustível	1	1
PCH, Proinfa, etc.	3	4
Nuclear	2	2
Óleo diesel	2	2
Biomassa	0	1
Importação	8	6
Outros	10	12

Fonte: Fonte: MME/EPE (2006) – Plano Decenal de Expansão 2006/15

A partir da tabela anterior, pode-se averiguar que haverá poucas mudanças significativas do ponto de vista da geração de energia no período compreendido, uma vez que as principais fontes geradoras se mantêm constantes quanto à quantidade de energia gerada.

Salienta-se, no entanto, o aumento da participação da energia oriunda das PCHs e do PROINFA, bem como da biomassa. Além disso, é notório que há previsão de diminuição no percentual de energia importada, o que aumenta a autosuficiência energética brasileira.

4.5.5 Plano Decenal de Expansão 2008-2017

Este plano foi publicado em 2009 pela EPE, tendo sido elaborado a partir da análise da inserção da economia brasileira no contexto internacional, utilizando premissas macroeconômicas que englobaram a formulação de cenários mundiais e nacionais. A quantificação das variáveis macroeconômicas nacionais foi validada com auxílio de um modelo de consistência macroeconômica.

Com base nas premissas e cenários adotados, procedeu-se à simulação da demanda futura de energia com o apoio de metodologia apropriada à projeção dessa demanda, recorrendo-se, para o efeito, a modelos específicos para cada setor ou segmento e para cada fonte de energia. Neste contexto, foram adotadas duas abordagens complementares, buscando-se, através de sucessivas iterações, a convergência dos resultados.

Dessa forma, obtiveram-se as projeções do consumo final de energia por setor e por energético, que alimentaram as análises para a definição das alternativas de expansão da oferta de energia. Por sua vez, definida uma configuração para a oferta dos energéticos, ela também tem implicações sobre a demanda de energia, conduzindo a um processo de ajuste iterativo entre simulação da demanda e da oferta de energia.

4.5.5.1 Definições sobre ampliação de infraestrutura necessária para atender à demanda projetada

O consumo de energia elétrica e a carga de energia verificados no primeiro semestre de 2008 situaram-se abaixo das previsões anteriores, o que levou à revisão das estimativas do consumo e da carga para o ano de 2008. Em relação ao cenário econômico adotado anteriormente, considerou-se agora um menor crescimento do PIB em 2009, no entorno de 4%, e manteve-se a premissa de crescimento médio de 5,0% a.a. para o restante do período

decenal. Esses fatos motivaram a revisão das projeções do consumo para a realização do PDE 2008-2017.

Assim, as previsões de mercado apresentadas neste capítulo, que constituem a base para os estudos da oferta de energia elétrica deste Plano, resultaram da reavaliação das projeções realizadas anteriormente. Com base nestes estudos, projeta-se um aumento da capacidade instalada do sistema, conforme mostra a tabela a seguir:

Tabela 16 - Evolução da capacidade instalada oriunda de hidrelétricas e termelétricas entre 2008 e 2017 em MW

Usinas	2008	2017
Hidrelétricas	80.961	109.766
Termelétricas	15.543	31.553
Total	96.504	141.319

Fonte: MME/EPE (2008) – Plano Decenal de Expansão 2008/17

Considerando os dados da tabela anterior, verifica-se que a expansão da capacidade instalada no SIN em 2017 será da ordem de 44.815 MW, dos quais 28.805 MW em usinas hidrelétricas e 16.010 MW em usinas termelétricas.

A expansão em geração no período 2008 a 2017 requer investimentos da ordem de R\$ 142 bilhões. Cabe ressaltar que grande parte destes investimentos refere-se às usinas já concedidas e autorizadas, entre elas as usinas com contratos assinados nos leilões de energia nova. O montante a investir em novas usinas, ainda não concedidas ou autorizadas (indicativas), é da ordem de R\$ 79 bilhões, sendo aproximadamente R\$ 70 bilhões em hidrelétricas. As obras constam do programa de geração e estão apresentadas na tabela a seguir:

Tabela 17 - Programa de obras de geração de energia 2008 e 2017

Situação	Usinas hidrelétricas	Potência MW	Usinas termelétricas	Potência MW	Usinas de fontes alternativas	Potência MW
Em construção	2	174	5	1.712	7	333
Com concessão	14	3.404	-	-	-	-
Leilão	14	3.300	55	10.474,7	22	2.951,5
Indicativas	41	29.154	2	2.250	13	2.043

Fonte: MME/EPE (2008) – Plano Decenal de Expansão 2008/17

A partir da tabela anterior, verifica-se a que a maior parte das usinas em construção são as de fontes alternativas, não obstante a potência maior advir das termelétricas (1.712 MW). As usinas leiloadas mostram-se expressivas em quantidade e também em potência. As indicativas hidrelétricas são predominantes neste grupo previsto no PDE 2008/17.

4.5.5.2 Definições e discussões acerca das questões socioambientais

Este Plano prevê a transição mais acelerada na substituição dos hidrocarbonetos por combustíveis renováveis, para a qual o etanol se destaca sobremaneira. Há previsão de aumento na produção de cana, intensificação do uso do bagaço de cana para produção de energia, aumento na produção de biodiesel e diesel a partir de óleos vegetais.

A exemplo do que foi realizado no Plano anterior, com base nas fontes geradoras de energia elétrica existentes em 2008, projeta-se, neste Plano, um cenário do que será a participação das fontes de geração de energia em 2017, o que pode ser visualizado na tabela a seguir:

Tabela 18 - Participação das fontes de geração de energia elétrica em mai./2008 e dez./2017 (em %)

Tipos de energia	Mai./2008	Dez./2017
Hidráulica	79,6	71
PCHs	3,9	5,0
Biomassa	0,9	2,7
Eólica	0,3	0,9
Nuclear	2,0	2,2
Gás de processo	0,2	0,4
Vapor	0,3	0,2
Gás natural	8,5	7,8
Óleo combustível	1,3	5,7
Óleo diesel (oriundo do petróleo)	1,6	1,0
Carvão mineral	1,4	2,1

Fonte: MME/EPE (2009)

A partir da tabela anterior, depreende-se que haverá, no período compreendido, um aumento significativo na geração de energia oriunda de fontes alternativas e/ou renováveis como é o caso das PCHs, biomassa e eólica. Destas, as primeiras já tinham sido apontadas pelo Plano anterior (2006-2015) que também sinalizou aumento no percentual gerado. No entanto, a energia eólica aparece neste documento pela primeira vez como fonte de geração que compõe a matriz energética.

Também configuram as previsões deste Plano o aumento de 28.938,5 MW na capacidade de geração hidrelétrica instalada, sendo que, para tanto, 71 novas hidrelétricas serão construídas entre 2008 e 2017. Ainda assim, verifica-se (com base na tabela acima) que diminuirá o percentual de energia gerada através desta fonte em relação ao total gerado, o que ocorre devido o incremento nas demais que compõem a matriz.

A partir deste Plano foram estabelecidas as etapas que devem ser percorridas para a construção e implantação de novas usinas geradoras de energia no território brasileiro:

1. estudos de viabilidade e Estudo de Impacto Ambiental/Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA);
2. Obtenção da licença prévia (LP) do órgão ambiental competente;
3. Projeto básico e projeto básico ambiental;

4. Obtenção da licença de instalação (LI) do órgão ambiental competente;
5. Construção, plano de controle ambiental;
6. Obtenção da licença de operação (LO) do órgão ambiental competente.

A nova metodologia utilizada para elaboração do planejamento energético prevê a análise de indicadores sociais, ambientais e econômicos para cada empreendimento (usina de geração e transmissão) a ser construído, conforme segue:

Indicadores sociais

1. Número de postos de trabalho por MW

Relação postos de trabalho por MW (hidrelétricas)

Relação postos de trabalho por Km (linhas de transmissão)

Empregos gerados no período (hidrelétricas)

Empregos gerados no período (linhas de transmissão)

2. População afetada por MW

Urbana

Rural

Total

Indicadores ambientais

1. Área mobilizada por unidades hidrelétricas (UHEs em Km²/MW)
2. Número de projetos de UHEs e linhas de transmissão que interferem diretamente em unidades de conservação
3. Número de projetos de UHEs e linhas de transmissão que interferem indiretamente em unidades de conservação
4. Recursos aplicados na compensação ambiental (0,5%)
5. Relação entre fontes renováveis e não renováveis

Indicadores econômicos

1. Receita total da compensação financeira no período 2008-13

Estados (total aproximado no período)

Municípios (total aproximado no período)

2. Recursos da geração de impostos durante a construção de usinas hidrelétricas

ISS (total)

ISS (por município)

Verifica-se, com isso, um aumento expressivo das exigências e das análises que serão realizadas para viabilizar as obras de construção de novas fontes geradoras de energia elétrica, com intuito de identificar e conhecer os benefícios e impactos ambientais resultantes. Depreende-se a importância da realização de uma análise de custo/benefício, anteriormente à construção das usinas. Com isso, devem ser avaliados aspectos relativos às três dimensões da sustentabilidade (social, ambiental e econômica), importantes de serem considerados para viabilizar a construção das usinas.

4.5.6 Plano Nacional de Energia 2030

Este estudo projetou, com base em dados e informações de 2005, publicadas em 2007, a matriz energética para o ano 2030. Tanto nos estudos de oferta quanto de demanda, leva-se em consideração o meio ambiente juntamente com variáveis como, no caso da demanda: demografia, conservação, investimentos; e, no caso da oferta: preço, tecnologia, regulação, recursos energéticos. Estas variáveis serão colocadas nos modelos que irão gerar as projeções de oferta interna de energia e consumo final (EPE, 2007).

4.5.6.1 Definições sobre ampliação de infraestrutura necessária para atender à demanda projetada

A partir da definição de cenários macroeconômicos até 2030, foram geradas projeções quanto à expansão da oferta de energia por fonte de geração, o que será evidenciado na tabela a seguir:

Tabela 19 - Expansão da oferta de energia por fonte de geração entre 2015-30 (MW)

Região	Usinas Hidrelétricas	Usinas Termelétricas	Usinas Alternativas ²³	Total
Norte	43.720	-	-	43.720
Nordeste	580	5.500	3.950	10.030
Sudeste	8.860	6.000	8.000	22.860
Sul	4.140	4.000	3.400	11.540

Fonte: MME/EPE (2007) – Plano Nacional de Expansão 2030

²³ As usinas alternativas aqui mencionadas são as PCHs, centrais eólicas, as de biomassa da cana e de resíduos urbanos.

Com base na tabela anterior, verifica-se que o potencial hidrelétrico existente na região norte será explorado a partir da construção de novas hidrelétricas, fazendo desta região a que mais se destacará em geração de energia. A segunda que mais se destaca é a região sudeste, com destaque para as usinas alternativas que terão potência quase equivalente às usinas hidrelétricas. A geração de energia na região sul mostra-se mais uniforme, pois apresenta pouca diferença de potência gerada pelos diferentes tipos de usinas. A partir destes dados, foram projetados os aumentos da capacidade instalada do SIN para 2020 e 2030, conforme mostra a tabela a seguir:

Tabela 20 - Evolução da capacidade instalada oriunda de hidrelétricas, termelétricas e usinas alternativas entre 2020/30 e o acréscimo que houve entre 2005/30 em MW

Usinas	2020	2030	acrécimo 2005/30
Hidrelétricas (gr. porte)	116.100	156.300	87.700
Termelétricas	26.897	39.897	22.945
Alternativas	8.783	20.322	19.468

Fonte: MME/EPE (2007) – Plano Nacional de Expansão 2030

Com base na tabela anterior, depreende-se que haverá um aumento de 34,63% entre 2020 e 2030 na geração de energia a partir de grandes hidrelétricas, de 48,33% na geração a partir das usinas termelétricas e de 131,38% na energia a partir de usinas alternativas. Embora, a geração a partir de fontes alternativas tenha sido a que mais aumentou no período analisado, o acréscimo mais significativo da capacidade instalada entre 2005/30 se deu nas hidrelétricas.

Para viabilizar esta expansão do parque gerador, torna-se importante avaliar o montante de investimento a ser realizado. Segundo a EPE (2007), o custo do investimento é o principal parâmetro de custo da geração de energia a partir das fontes renováveis ou não convencionais. De fato, as usinas hidrelétricas, inclusive PCHs, e as centrais eólicas se caracterizam por baixos custos operacionais, na medida em que aproveitam potenciais energéticos naturais: quedas d'água, descargas fluviais e ventos.

Com relação às usinas térmicas que utilizam a biomassa da cana e resíduos urbanos é comumente aproveitado o uso de resíduos de outras atividades, o que permite que o custo operacional (combustível) seja, por assim dizer, compartilhado com tais atividades. Também na geração termelétrica tipicamente de base (nuclear e carvão), o custo do investimento

responde por parcela importante do custo de geração. Os custos por Kw das diferentes fontes geradoras de energia estão apresentados na tabela a seguir:

Tabela 21 - Custos de geração de energia estimados para diferentes fontes geradoras (em Kw)

Tipo de fonte geradora	U\$/Kw
Hidrelétricas	1.650
PCHs	1.200
Central Eólica	1.400
Biomassa da cana	900
Centrais de geração a partir de resíduos urbanos	1.250
Nuclear	2.200
Carvão	1.600
Gás natural	750

Fonte: MME/EPE (2007) – Plano Nacional de Expansão 2030

Com base na tabela anterior, verifica-se que os custos para geração de energia são maiores no caso das usinas nucleares, seguida pelas hidrelétricas. Por outro lado, as centrais de gás natural e as usinas de biomassa da cana, são as que apresentam menor custo de geração, respectivamente.

4.5.6.2 Definições e discussões acerca das questões socioambientais

As questões socioambientais podem ser tecidas a partir da definição da estrutura da oferta interna de energia elétrica projetada para 2030, o que é apresentado na tabela a seguir, comparativamente à existente no ano de 2005.

Tabela 22 - Estrutura da oferta interna de energia no Brasil nos anos de 2005 e 2030 (em %)

Tipos de energia	2005	2030
Petróleo e derivados	39	29
Gás natural	9	16
Carvão mineral e derivados	6	7
Urânio e derivados	1	3
Hidráulica e eletricidade	15	14
Lenha e carvão vegetal	13	6
Derivados da cana-de-açúcar	14	18
Outras fontes primárias renováveis	3	7

Fonte: MME/EPE (2007) – Plano Nacional de Energia 2030

A partir da tabela anteriormente apresentada, verifica-se que os avanços no tocante à oferta de energia a partir de fontes menos poluentes não serão significativas em 2030, pois apesar de haver diminuição de 10 pontos percentuais na oferta de petróleo e derivados, deverá ocorrer aumento na oferta de energia a partir de gás natural e carvão. Estes três tipos configuram os chamados combustíveis fósseis, considerados altamente poluentes.

Não obstante, observam-se aumentos nos percentuais de oferta de energia limpa, como os derivados da cana-de-açúcar e outras fontes primárias renováveis. A energia hidráulica apresenta pequeno decréscimo na quantidade ofertada.

O Plano Nacional de Energia 2030 considera as preocupações com o meio ambiente no tocante as hidrelétricas a serem construídas na região Amazônica, principalmente naquelas que recaem sobre unidades de conservação e terras indígenas, como é o caso da Hidrelétrica de Belo Monte, no estado do Pará. Depois de muitos anos de estudos de viabilidade, a licença ambiental foi concedida em 1º de fevereiro de 2010 para a construção desta usina.

Com relação ao aumento do percentual de utilização de fontes alternativas de geração de energia, este Plano visa buscar a conciliação entre o incentivo na busca de soluções limpas e sustentáveis para a matriz energética e a minimização dos impactos do custo de produção de energia para o consumidor. Na área de combustíveis líquidos estão dentro destes objetivos o etanol e o biodiesel; na geração de energia elétrica a utilização da biomassa da cana, além da energia eólica e dos resíduos urbanos para a produção de eletricidade.

O Plano Nacional 2030 consagra o último relatório de planejamento elaborado para um horizonte de longo prazo. Utilizando dados de 2007, projetam-se situações para o ano 2030. A partir de então, serão analisados os BEN dos últimos 5 anos.

4.5.7 Balanço Energético Nacional (BEN)

O Balanço Energético Nacional é o documento tradicional do setor energético que divulga, anualmente, extensa pesquisa e a contabilidade relativas à oferta e ao consumo de energia no Brasil, contemplando as atividades de exploração e produção de recursos energéticos primários, sua conversão em formas secundárias, importação e exportação, a distribuição e o uso final da energia. O BEN sempre é formulado utilizando como base os dados do ano anterior (EPE, 2007).

A sua operacionalização é realizada através de operações básicas que geram uma matriz com o balanço energético a cada ano. O fluxo energético de cada fonte primária e secundária é representado pelas seguintes equações:

OFERTA TOTAL = produção (+) importação (+) ou (-) variação de estoques

OFERTA INTERNA BRUTA = oferta total (-) exportação (-) não-aproveitada
(-) reinjeção

E ainda:

OFERTA INTERNA BRUTA = total transformação (+) consumo final (+) perdas na distribuição e armazenagem (+) ou (-) ajuste.

Deve ser observado que a produção de energia secundária aparece no bloco relativo aos centros de transformação, tendo em vista ser toda ela proveniente da transformação de outras formas de energia. Assim, para evitar-se dupla contagem, a linha de “produção” da matriz fica sem informação para as fontes secundárias. Mesmo assim, para a energia secundária também valem as operações anteriormente descritas, desde que se considere a produção nos centros de transformação como parte da oferta.

Com relação à energia secundária, é importante observar o item transformação. Nesta parte, configurada pelos centros de transformação, é observada a seguinte operação:

PRODUÇÃO DE ENERGIA SECUNDÁRIA = transformação primária (+)
transformação secundária (-) perdas na transformação.

Com isto, consegue-se averiguar, através da equação abaixo representada, o consumo final de energia no ano pesquisado:

$$\text{CONSUMO FINAL} = \text{consumo final primário (+) consumo final secundário}$$

E ainda:

$$\text{CONSUMO FINAL} = \text{consumo final não-energético (+) consumo final energético}$$

Apesar desta pesquisa se propor a analisar os últimos cinco números publicados, ou seja, o do ano de 2005 (ano base 2004) até 2009 (ano base 2008) individualmente, serão aqui apresentados de forma conjugada para fins de comparação. Para tanto, são apresentados, na tabela a seguir, a oferta total, oferta interna bruta e o consumo final de energia dos anos 2005, 06, 07, 08 e 09.

Tabela 23 - Oferta total, oferta interna bruta e consumo final de energia em 2005, 06, 07, 08 e 2009 (em 10³ tep)

	2005	2006	2007	2008	2009
Oferta total	-	252.708	265.666	282.325	297.383
Oferta interna bruta	213.400	218.291	226.086	238.758	252.596
Consumo final	191.100	195.909	202.898	215.565	226.393

Fonte: MME/EPE - Balanço Energético Nacional 2005, 06, 07, 08 e 09

A tabela anterior permite verificar que tanto a oferta quanto o consumo se mantêm crescentes ao longo do período analisado, sendo que a oferta é projetada e disponibilizada para atender ao consumo. Considerando a oferta total, houve um aumento de 5,12% entre 2006 e 2007, de 6,27% entre 2007 e 2008 e de 5,33% entre 2008 e 2009, o que não permite inferir que a mesma apresente tendência crescente ao longo dos anos, mas que se mostra variável, com aumentos seguidos de leve redução.

O consumo de energia tende a ser crescente em fases de crescimento da economia, o que faz com que haja necessidade de ampliação constante da infraestrutura necessária para aumentar a produção. A disponibilidade de energia para atender ao consumo final vem da produção interna acrescida das importações, cuja situação é mostrada na tabela a seguir:

Tabela 24 - Evolução das importações de energia entre 2005 e 2009 (em 10³ tep)

	2005	2006	2007	2008	2009
Petróleo	23.323	17.674	17.234	21.515	19.689
Carvão metalúrgico	10.420	10.137	9.915	9.094	9.986
Gás natural	7.116	7.918	8.614	10.999	11.330
Total	40.859	35.729	35.763	41.608	41.005

Fonte: MME/EPE - Balanço Energético Nacional 2006, 07, 08, 09 e 10

Conforme se observa na tabela anterior, as importações de petróleo demonstram tendência decrescente ao longo do período analisado, aumentando apenas em 2008 e decrescendo novamente em 2009. O principal produto importado foi o petróleo e seus derivados, seguidos do carvão metalúrgico e do gás natural, respectivamente. Houve aumento no nível de importação de petróleo somente entre 2007 e 2008, sendo que a redução total da importação de petróleo observada em todo o período foi de 15,6%.

Com relação ao carvão metalúrgico não houve muita variação ao longo do período compreendido, sendo que a média importada deste produto ficou em 9,91 tep. Dos energéticos analisados, o gás natural foi o único que apresentou aumento no volume importado ao longo de todo o período analisado. Excetuando-se os aumentos observados entre 2007 e 08, verifica-se que os níveis de importação não apresentaram muita variação ao longo do período analisado.

A oferta interna de energia (OIE) é variável significativa, pois reflete o quanto de energia é produzido internamente, utilizando, para isto, fatores de produção internos que dinamizam a economia e contribuem para o crescimento. Neste sentido, calcula-se a relação entre OIE e PIB, com intuito de averiguar o quanto a oferta interna está relacionada ao total de bens e serviços finais gerados pela economia. A OIE também é relacionada à população total, podendo avaliar o quanto de energia é disponibilizada por habitante²⁴. Estas relações estão apresentadas na tabela a seguir:

²⁴ A relação OIE/PIB é medida em tep/mil US\$, enquanto a OIE/POP é calculada em tep/hab.

Tabela 25 - Oferta interna de energia e sua relação com o PIB (OIE/PIB) e a população (OIE/POP) entre 2005 e 2009

	2005	2006	2007	2008	2009
OIE/PIB	0,161	0,160	1,159	0,160	0,155
OIE/POP	1,192	1,220	1,271	1,332	1,274

Fonte: MME/EPE (2010) – Balanço Energético Nacional (2010)

Através da relação OIE/PIB dos cinco anos apresentados na tabela acima, verifica-se que houve pouca mudança até 2008, evidenciando que a oferta interna tem se mantido no mesmo patamar de evolução do PIB. O ano de 2009 é que demonstra queda nesta relação, o que se deu em função da diminuição da oferta, o que pôde ser verificado na tabela anterior.

Já a relação OIE/POP demonstra uma melhoria na quantidade total de energia que é disponibilizada por habitante ao longo dos anos. Esta relação vem sendo ampliada continuamente ao longo dos anos, decrescendo em 2009. Relações entre energia e economia são também realizadas quando se fazem estudos para o planejamento de longo prazo da matriz energética nacional que será a seguir apresentada.

4.5.8 Matriz Energética Nacional

A matriz energética é um instrumento utilizado para simular diferentes cenários de mercado e avaliar seus efeitos: gargalos de infraestrutura, vulnerabilidades sistêmicas, riscos ambientais, oportunidades de negócios, impactos de políticas públicas, etc. A partir da lei nº 9.478/97 ficou estabelecido como uma das atribuições do Conselho Nacional de Pesquisa Energética, vinculado ao MME, rever periodicamente a matriz energética nacional. Essa atribuição visa tornar a periodicidade da revisão uma imposição legal no país, visto que, exceto no período 1976-79, quando o Balanço Energético Nacional apresentava projeções da matriz para um horizonte de 10 anos, a revisão da matriz energética nacional havia sido intermitente.

Para o horizonte de longo prazo, foi elaborada em 2007 a matriz energética para o ano 2030, apresentando projeções quanto à estrutura e composição da mesma para aquele ano, além de estudos desenvolvidos sobre a expansão da oferta e da demanda de energia no Brasil nos próximos 20 anos. Este documento é complementar ao Plano Nacional de Energia 2030, composto por um conjunto de notas técnicas que documentam as análises e pesquisas realizadas, procurando fornecer subsídios para a formulação de estratégias para a expansão da

oferta de energia com vistas ao atendimento de diferentes cenários para a evolução da demanda, segundo uma perspectiva de longo prazo (EPE, 2007). A expansão da oferta de energia elétrica prevista neste plano para o período 2015-2030 é mostrada na tabela a seguir:

Tabela 26 - Expansão da oferta de energia elétrica no período 2015-30 por região geográfica (em MW)

Fonte	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Total
Hidrelétricas de grande porte	43.720	580	8.860	4.140	57.300
Termelétricas	0	5.500	6.000	4.000	15.500
Gás natural	0	3.500	4.000	500	8.000
Nuclear	0	2.000	2.000	0	4.000
Carvão	0	0	0	3.500	3.500
Outras	-	0	0	0	-
Alternativas	0	3.950	8.000	3.400	15.350
PCHs	0	500	4.000	1.500	6.000
Centrais eólicas	0	2.200	0	1.100	3.300
Biomassa da cana	0	950	3.300	500	4.750
Resíduos urbanos	0	300	700	300	1.300
Total	43.720	10.030	22.860	11.540	88.150

Fonte: MME/EPE (2007) – Matriz Energética Nacional 2030

Entre 2015 e 2030, a expansão da oferta de energia por região se dará mais intensivamente na região Norte (em função do grande potencial hidrelétrico). No entanto, a região norte não contribuirá com nenhum outro tipo de energia. Tanto a energia térmica quanto as alternativas serão oriundas das regiões nordeste, sudeste e sul, sendo mais expressivas na Sudeste que demonstra grande potencial para as alternativas. As regiões nordeste e sul possuem similitudes quanto à oferta de energia, apresentando quantidades semelhantes tanto para a energia térmica quanto para as alternativas. A expansão da oferta também é mostrada através da evolução da capacidade instalada, conforme mostra a tabela a seguir:

Tabela 27 - Expansão da oferta de energia elétrica no período 2015/30 (em MW)

	Capacidade instalada em		Acréscimo	
	2020	2030	2005-30	2015-30
Hidrelétricas de grande porte	116.100	156.300	88.200	57.300
Termelétricas	24.372	37.372	23.145	15.500
Gás natural	14.035	21.035	12.300	8.000
Nuclear	4.347	7.347	5.345	4.000
Carvão	3.015	6.015	4.600	3.500
Outras	2.975	2.975	900	-
Alternativas	8.022	20.122	19.459	15.350
PCH	2.769	7.769	7.191	6.000
Centrais eólicas	2.282	4.682	4.653	3.300
Biomassa da cana	2.771	6.371	6.315	4.750
Resíduos urbanos	200	1.300	1.300	1.300
Importação	8.400	8.400	0	0

Fonte: MME/EPE (2007) – Matriz Energética Nacional 2030

Conforme a tabela anterior, projeta-se um aumento de 34,63% na expansão de energia das hidrelétricas, de 53,34% na energia oriunda das termelétricas e de 150,84% nas energias alternativas entre 2020 e 2030, sendo que os acréscimos na expansão são mais significativos entre 2005/30 para os três tipos de energia. As importações devem se manter constantes entre 2020 e 30. Os aumentos na oferta interna devem ser observados mais intensivamente nas energias não renováveis, conforme mostra a tabela a seguir:

Tabela 28 - Projeção da Oferta Interna de Energia (em %)

	2005	2010	2020	2030
Energia não renovável	55,5	57,0	54,2	53,4
Petróleo e derivados	38,7	34,8	29,9	28,0
Gás natural	9,4	13,4	14,2	15,5
Carvão mineral e derivados	6,3	7,2	7,6	6,9
Energia renovável	44,5	43,0	45,8	46,6
Hidráulica e eletricidade	14,8	13,5	13,7	13,5
Lenha e carvão vegetal	13,0	10,1	7,0	5,5
Cana de açúcar e derivados	13,8	14,1	17,4	18,5
Outras fontes primárias renováveis	2,9	5,3	7,6	9,1

Fonte: MME/EPE (2007) – Matriz Energética Nacional 2030

A tabela anterior demonstra que a oferta interna projetada será predominantemente composta por energias do tipo não renováveis, embora as mesmas diminuam sua participação entre 2020 e 2030 em relação a 2005 e 2010, contrariamente ao que ocorre com as energias renováveis, cuja participação aumenta entre 2020 e 2030 em relação ao período anterior.

Verifica-se uma redução na participação do petróleo, em detrimento do aumento do gás natural e do carvão mineral (apesar de que este deve decrescer entre 2020 e 2030). No tocante às energias alternativas, destaca-se a cana de açúcar e derivados que registram aumentos em todo o período. A energia hidráulica apresenta tendência de redução no longo prazo e a lenha também é reduzida gradativamente, em patamares bem significativos, pois foi sendo substituída por fontes energéticas mais eficientes.

Para viabilizar estes aumentos na oferta interna terão de ser realizados investimentos no setor elétrico e no setor energético²⁵. Os investimentos que deverão ocorrer entre 2005 e 2030 estão mostrados na tabela a seguir:

Tabela 29 - Investimentos no setor elétrico e no setor energético (em US\$ bilhões)

	2005-30	% do total
No setor elétrico		
Geração	168	59%
Transmissão	68	24%
Distribuição	50	17%
	286	100%
No setor energético		
Petróleo e derivados	392	48,8%
Gás natural	95	11,8%
Cana de açúcar	30	3,7%
Eletricidade	286	35,6%
	803	100%

Fonte: MME/EPE (2007) – Matriz Energética Nacional 2030

A partir da tabela anterior depreende-se que os investimentos previstos no parque gerador de energia são os mais representativos, representando 59% do total. No setor

²⁵ O setor elétrico é composto pelas áreas de geração, transmissão e distribuição de energia para o setor energético. A energia pode ser oriunda do petróleo e derivados, gás natural, cana de açúcar e de outros energéticos que produzem energia elétrica (eletricidade).

energético, o petróleo e seus derivados são os que exigem maiores níveis de investimentos, seguido da eletricidade.

A partir das projeções da oferta interna de energia são estabelecidas algumas relações com o objetivo de avaliar de que forma a mesma está relacionada com a economia. Pode-se aproveitar também para avaliar a relação entre energia e variáveis sociais. Diante disso, são apresentadas na tabela a seguir as relações entre oferta interna de energia (OIE) e PIB, entre OIE e POP e consumo final de eletricidade e população (POP).

Tabela 30 - Oferta interna de energia no Brasil e sua relação com o PIB (OIE/PIB) e a população (OIE/POP) e o consumo de eletricidade e a sua relação com a POP entre 2005 e 2030

	2005	2010	2020	2030
OIE/PIB	0,28	0,29	0,29	0,26
OIE/POP	1,19	1,41	1,81	2,33
Consumo final de eletricidade/POP (MWh/per capita)	1,97	2,37	3,10	4,15

Fonte: MME/EPE (2007) – Matriz Energética Nacional 2030

A tabela anterior permite verificar que não há melhoria expressiva (com tendência à queda) até 2030 na relação entre OIE e PIB, evidenciando que a oferta interna tem se mantido no mesmo patamar ou (em relação a 2030) em patamares inferiores à evolução do PIB. Não obstante, quando relacionada à população, a OIE apresenta melhorias significativas ao longo do tempo, evidenciando que haverá maior disponibilidade de oferta em relação ao número de habitantes. Aliado a isto, a relação entre o consumo final de eletricidade e a população também evolui de forma crescente até 2030, demonstrando que um número cada vez maior de pessoas poderá ter acesso à eletricidade em suas residências e empresas.

Aumentar a relação OIE/POP seria benéfico para possibilitar que mais pessoas tenham disponibilidade de energia. Esta relação é bem menor no Brasil comparativamente aos Estados Unidos e a União Europeia, ficando no mesmo patamar que a China.

4.6 CONSIDERAÇÕES SOBRE O PLANEJAMENTO ENERGÉTICO NO BRASIL

O detalhamento, o grande número de informações e dados e o estabelecimento de premissas e cenários macroeconômicos demonstram a complexidade envolvida no planejamento de um dos fatores mais estratégicos, pois pode garantir a competitividade e o

desenvolvimento econômico, social e ambiental do País. Verificou-se que a forma de planejar a energia no Brasil evoluiu positivamente ao longo do tempo, principalmente após 2004 quando passou a ser de responsabilidade da EPE, que concedeu aos estudos de planejamento uma nova metodologia e uma sequência lógica de informações a cada novo estudo realizado.

Os três tipos de estudos são complementares e visam garantir que o planejamento energético esteja constantemente sendo revisado, atualizado e corrigido para garantir o abastecimento de energia suficiente a ponto de suprir as necessidades dos diferentes setores consumidores. O planejamento energético brasileiro deve ser elaborado procurando respeitar as definições das instituições internacionais relacionadas à área energética. Neste sentido, os dois grandes temas (segurança energética e eficiência energética) priorizados pelas instituições internacionais, aparecem nitidamente no planejamento energético brasileiro.

A realização de ações que visem à eficiência energética, principalmente no que tange à redução da intensidade energética (incluindo programas de conservação de energia e substituição de combustíveis fósseis por recursos renováveis) aparece como aspecto importante no Plano de Suprimento aos Requisitos de Energia Elétrica até o ano 2000 e no Plano Nacional de Expansão 1993-2015.

O trabalho em prol da segurança energética (no que tange à diversificação e redução da dependência) aparece no aumento do percentual de energia renovável que caracteriza a matriz energética brasileira. Segundo dados da EPE (2007), em 1970 a participação de recursos renováveis na matriz energética era superior a 58%, em razão da predominância da lenha. Mas com a introdução de energéticos mais eficientes, tal participação caiu para 44,5% no ano 2005. No horizonte de estudo 2005-2030, observa-se o aumento da participação de energia renovável que alcança 46,5% em 2030. Muito desse aumento deve-se à introdução da biomassa, do biodiesel e do processo H-bio²⁶ no conjunto de opções para o desenvolvimento energético nacional, os dois últimos a partir de 2010 (Matriz Energética Nacional, 2030).

Conforme as projeções apresentadas pela EPE (2007), a matriz energética brasileira em 2030 será constituída por 46,5% de fontes renováveis, situação superior a de 2005 que era de 44,5%. O Plano Decenal de Expansão 2006-15 também primou pela segurança energética, desenvolvendo ações que visam o aumento da diversificação dos tipos de energia (em virtude dos novos tipos de energias alternativas incentivadas pelo PROINFA), o que permitirá a

²⁶ H-bio (também chamado de diesel verde) é o processo desenvolvido pela Petrobrás para a produção de óleo diesel a partir do processamento de óleos vegetais (mamona, girassol, soja, etc.) em suas refinarias e serve de opção ao suprimento de diesel a partir do petróleo.

diminuição do percentual de energia importada e, conseqüentemente, o aumento da auto-suficiência energética brasileira.

As modificações que foram ocorrendo no planejamento energético brasileiro podem ser observadas com relação ao aumento da infraestrutura disponível, possibilitando ampliar a capacidade instalada do parque gerador de energia e com relação ao aumento da sustentabilidade do setor que foi ocorrendo com o passar do tempo, de forma gradativa, a ponto de tornar a geração de energia menos poluente, menos degradante e com maior eficiência. Os principais aspectos evidenciados no planejamento energético (evidenciado nos diferentes planos decenais e nacionais analisados) são mostrados a seguir.

4.6.1 Considerações a partir das evidências do planejamento energético brasileiro com vistas à ampliação do parque gerador

As projeções do planejamento energético demonstram que a oferta interna de energia deve se manter crescente até o horizonte 2030, o que exige ampliação do parque gerador de energia, com novas usinas sendo construídas e colocadas em operação para aumentar a capacidade instalada. Esta tendência crescente foi observada em décadas anteriores, conforme visualizado na tabela a seguir:

Tabela 31 - Capacidade instalada total no parque gerador de energia (MW)

Ano	Capacidade instalada (MW)
1950	1.660
1960	4.134
1970	10.480
1980	30.189
1990	49.603

Fonte: ELETROBRÁS (1993) – Plano Nacional de Energia Elétrica 1993/2015

Verifica-se que a capacidade instalada vai sendo ampliada ao longo do tempo, até 1990 e, conforme projeções apresentadas na Matriz Energética Nacional 2030, continuará tendo de ser incrementada, devendo atingir no horizonte 2030 o patamar de 213.794 MW (distribuídos entre energia hidráulica, térmica e de fontes alternativas). Sendo assim, haverá um incremento de 331% no parque gerador de energia entre 1990 e 2030.

Os tipos de energia que compõem o parque gerador foram se diversificando²⁷ na medida em que foram sendo introduzidas usinas de fontes alternativas, o que começou a ocorrer a partir do PNE 1993/2015 que salientou a importância da energia eólica, da biomassa florestal e das usinas que processam resíduos orgânicos. A partir deste Plano, as usinas alternativas passam a ter relevância como fontes não poluentes e representativas para promover a diversificação da matriz energética.

No Plano 1990/99 foram programadas 65 novas usinas para suprir as necessidades daquele período. Este número se mantém crescente, chegando a 101 no PDE 2006/15 e 175 no PDE 2008/17. Para a viabilização destas, o montante de investimentos realizados também aumenta a cada nova etapa do planejamento, sendo necessários R\$ 142 bilhões no período 2008/17 e R\$ 168 bilhões em 2030.

As usinas alternativas que começaram a adquirir importância no PNE 1993/2015 chegam a compor 46,6% da matriz energética em 2030 e apresentam tendência crescente ao passo que as energias não renováveis continuarão a ser predominantes (53,4% do total), mas com tendência à queda.

Avaliando a relação OIE/PIB para o horizonte 2030, verifica-se pouca alteração em relação à situação atual e com tendência à queda, o que significa que o PIB aumenta mais que proporcionalmente ao aumento de energia. Não obstante, na relação OIE/POP percebe-se uma melhora à medida que a oferta de energia aumenta mais que proporcionalmente ao aumento da população, o que possibilita que mais pessoas tenham acesso à energia em 2030. Sendo um país ainda não desenvolvido, é normal que o consumo de energia aumente mais que o PIB per capita.

Os dados apresentados nos diferentes planos demonstram que o volume de importação de energia tende a diminuir no longo prazo, o que demonstra uma maior autosuficiência energética. No entanto, a redução da dependência externa no final do período depende das hipóteses de crescimento da produção doméstica de petróleo e gás, que, conservadoramente, foram mantidas constantes após atingir um valor máximo definido pelas reservas provadas atuais e das expectativas com relação aos campos licitados pela Agência Nacional de Petróleo (EPE, 2007).

²⁷ Conforme dados da EPE (2007), em 1970 apenas dois energéticos (petróleo e lenha), respondiam por 78% do consumo de energia; em 2005, eram quatro os energéticos que explicavam 80,3% do consumo (além dos dois já citados, mais a energia hidráulica e produtos da cana); para 2030, projeta-se uma situação em que cinco energéticos serão necessários para explicar 84,6% do consumo: o gás natural e outras renováveis e permanecem com grande participação o petróleo, a energia hidráulica e os produtos da cana, havendo significativa perda de participação da lenha.

4.6.2 Considerações a partir das evidências do planejamento energético brasileiro com vistas ao aumento da sustentabilidade do setor

Verifica-se que a preocupação com as variáveis ambientais na formulação do planejamento energético data de 1986, ano em que foi elaborado o ‘Manual de Estudos de Efeitos Ambientais do Setor Elétrico’, foi definida uma política socioambiental para o setor elétrico e houve a criação do Departamento de Meio Ambiente da ELETROBRÁS.

Após a análise dos documentos acima referidos, verifica-se que foi sendo construído, gradativamente, a cada documento apresentado, um método de análise de variáveis ambientais que anteriormente não eram consideradas no planejamento energético. A síntese dos principais tópicos que foram tratados em cada uma das etapas do planejamento energético, realizado desde 1991 até os dias atuais, está apresentada no quadro a seguir:

Quadro 3 - Evolução, principais modificações e obstáculos do planejamento energético em relação à sustentabilidade ambiental

Planejamento energético	Modificações com vistas ao aumento da sustentabilidade	Evolução em relação ao planejamento anterior	Obstáculos
Plano Diretor do Meio Ambiente 1991-1993	Inserção das variáveis econômico-energética e socioambiental.	Dá início à análise de variáveis socioambientais.	Em relação à energia hidráulica (adequação das obras x impactos ambientais)
Plano Nacional de Energia Elétrica 1993-2015	Ênfase às fontes alternativas de energia.	Necessidade de ampliar os tipos de fontes de geração de energia.	Falta de pesquisa tecnológica e desenvolvimento semi-industrial para viabilizar estas fontes
Plano de suprimento aos requisitos de energia elétrica até o ano 2000	Visa à redução da energia oriunda do petróleo e derivados.	Ampliação dos estudos e pesquisas em fontes alternativas.	-

continua

Planejamento energético	Modificações com vistas ao aumento da sustentabilidade	Evolução em relação ao planejamento anterior	Obstáculos
Plano Decenal de Expansão de Energia 2006-2015	Análise socioambiental e socioeconômica para energias alternativas	Criação do PROINFA	Poucas mudanças significativas com relação à ampliação de energia a partir de fontes alternativas.
Plano Decenal de Expansão de Energia 2008-2017	Substituição dos hidrocarbonetos por combustíveis renováveis. Inserção de indicadores sociais, ambientais e econômicos.	Aumento na geração de energia oriunda de fontes alternativas	Observa-se aumento na geração de energia oriunda de óleo combustível e carvão mineral.
Plano Nacional de Energia 2030	O meio ambiente passa a ser variável essencial juntamente com oferta e demanda para definir quantidades a serem produzidas de energia.	Busca a conciliação entre o incentivo ao uso de energias limpas e o custo que a mesma trará para o consumidor.	Os avanços no tocante à oferta de energias alternativas não serão significativas em 2030.
Matriz Energética Nacional 2030	Visualizada na relação OIE/POP, demonstrando que no horizonte 2030 uma quantidade maior de pessoas poderá ter acesso à energia.	As energias alternativas se mostram mais significativas na composição da matriz energética de 2030	As energias não renováveis ainda são a maioria na composição da matriz energética.

Fonte: dados da pesquisa com base nos documentos elaborados pela ELETROBRÁS e EPE

Considera-se que a sustentabilidade seja variável primordial a ser buscada quando se planeja a construção da matriz energética brasileira. Conforme verificado na tabela anterior, desde o ano de 1991 as variáveis ambientais foram acrescentadas quando da definição dos tipos de fontes de energia a ser utilizadas.

A problemática está em conseguir conciliar as necessidades cada vez maiores de energia (devido a uma demanda crescente) com a oferta oriunda de fontes renováveis e obtida através de tecnologias limpas. Considerando-se os avanços já obtidos ao longo do tempo como: I) a ocorrência de pesquisas e estudos que procuram viabilizar novas fontes menos poluentes, II) a criação de um programa de Governo específico para incentivar e financiar energias alternativas, bem como III) a implantação de usinas e parques geradores destas, depreende-se que o planejamento energético serviu como instrumento importante para o

aumento dos níveis de sustentabilidade, o que deve ser ratificado pela mudança cada vez maior dos tipos de fontes primárias que irão compor a matriz energética no médio e longo prazo.

Por outro lado, os impasses e obstáculos são inibidores deste processo, alastrando-se ao longo do tempo, sem muitas alternativas de solução. Isto é o que ocorre com a energia hidráulica oriunda de hidrelétricas de grande porte, uma vez que a construção de novas usinas está prevista, mas, para tanto, impactos significativos ao meio ambiente devem ocorrer. A utilização de fontes alternativas é uma realidade, mas a substituição destas pela energia convencional (poluente) vai sendo feita gradativamente e de forma lenta, dispensando ou substituindo aos poucos a energia convencional, o que pode ser visualizado nos dados da tabela a seguir:

Tabela 32 - Fontes primárias que compõem e que irão compor a matriz energética brasileira e quantidade de energia produzida pelas mesmas nos anos de 2005, 2010, 2020 e 2030 (em 10³tep)

Tipo de energia	Ano	2005	2010	2020	2030	Variação % entre 2005-30
Petróleo		84.300	118.918	153.042	153.042 ²⁸	81,5
Gás natural		17.676	30.264	54.283	80.846	457,4
Carvão vapor ²⁹		2.348	3.978	4.927	9.493	404,3
Carvão metalúrgico		135	155	155	155	14,8
Urânio		1.309	1.549	8.692	16.944	1.294,4
Energia hidráulica		29.021	34.471	50.777	71.286	245,6
Lenha		28.420	28.104	28.022	30.644	7,8
Produtos da cana		31.094	41.623	74.936	107.576	345,9
Outras primárias renováveis		6.320	14.718	25.300	41.021	649

Fonte: elaborado a partir dos dados do MME/EPE (2007) - Matriz Energética Consolidada apresentada no Plano Nacional de Energia 2030.

²⁸ Ressalta-se que os valores relativos à quantidade de energia produzida de petróleo para 2020 e 2030 são iguais, o que parece errado em função de que a tendência é que haja aumento ao longo deste período. Isso pode ocorrer, principalmente, em função da exploração do pré-sal que pode mudar essas projeções.

²⁹ O carvão vapor é térmico e diferencia-se do carvão metalúrgico. O carvão vapor é utilizado para a produção de energia elétrica (uso industrial), enquanto o carvão metalúrgico é utilizado na fabricação de ferro e aço.

Com base na tabela anterior, verifica-se que a energia renovável (energia hidráulica, produtos da cana e outras primárias renováveis) vai aumentar gradativamente, embora as não renováveis continuem sendo mais representativas em quantidade. Destacam-se os produtos da cana e outras primárias renováveis que aumentaram 345,9% e 649%, respectivamente, do ano de 2005 ao ano 2030.

Ao considerar as projeções apresentadas na tabela anterior, verifica-se que a energia convencional também aumentou seu grau de utilização, pois o percentual de gás natural (457,3%) e carvão vapor (404,3%) apresentam aumentos significativos no período compreendido. Um dos aspectos evidenciados é a manutenção do grau de utilização do petróleo na matriz energética entre os anos 2020 e 2030, situação que pode ser alterada a partir das explorações do pré-sal.

No entanto, a partir dos dados coletados, verifica-se que apesar de que o uso de carvão e gás continuará aumentando nas próximas décadas, existe uma tendência contrária para o consumo de petróleo que deve manter-se em níveis constantes entre 2020 e 2030, aliado a uma perspectiva de aumento considerável no percentual de utilização das fontes energéticas renováveis. Em vista do que foi observado, pode-se inferir que a matriz energética brasileira está sendo preparada para se tornar menos poluente no longo prazo, o que foi preconizado em reuniões da ONU que muito salientaram a importância deste tema para a promoção da sustentabilidade.

5 AS ENERGIAS RENOVÁVEIS E AS IMPLICAÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO SOCIOECONÔMICO E AMBIENTAL

Desde os anos 70, por ocasião da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente Humano que se debate sobre a questão ambiental, principalmente no que tange às interferências da atividade produtiva e humana no meio ambiente. Isto fez com que organismos ligados à temática ambiental e ao desenvolvimento das nações se posicionassem de forma a criar mecanismos e propor ações de mitigação aos impactos ambientais.

No rol deste debate e das conseqüentes mudanças que se mostram necessárias para adequação dos setores produtivos ao desenvolvimento de insumos menos nocivos ao meio ambiente, o setor energético se insere. A geração de energia sempre foi viabilizada a partir da utilização de recursos naturais e a matriz energética mundial e brasileira possuem na sua composição fontes de recursos não renováveis e renováveis.

Conforme foi visto nos capítulos III e IV, as fontes energéticas renováveis³⁰ vêm aumentando sua participação na matriz energética brasileira, em detrimento da redução das fontes não renováveis, embora esta última ainda seja predominante. Isto contribuirá para tornar o setor energético mais limpo e menos poluente. As mudanças estão ocorrendo lenta e gradativamente e tendem a se intensificar para fazer frente à lógica preservacionista que assola as economias mundiais e que se intensificou a partir do século XXI.

Ainda que extremamente importante do ponto de vista ambiental, a viabilização de energia a partir de fontes menos poluentes e renováveis deve proporcionar melhorias nas dimensões sociais e econômicas. Se, além dos benefícios ambientais, a geração de energia a partir de fontes alternativas servir para ampliar os níveis de desempenho econômicos e sociais, oportunizar-se-á condições para o desenvolvimento socioeconômico e ambiental.

Este capítulo foi estruturado no intuito de verificar até que ponto as mudanças que estão ocorrendo ou que estão previstas para o médio e longo prazo podem contribuir para o desenvolvimento. Primeiramente, apresentam-se as experiências de outros países quanto à utilização e ao incentivo às energias renováveis e, a partir daí, será avaliado o caso do Brasil.

Para avaliar a situação brasileira, serão identificados os mecanismos empregados para que as energias renováveis possam ser ampliadas. Utilizar-se-á como base os programas de Governo que estão sendo executados e que devem gerar modificações na situação energética

³⁰ As fontes energéticas de origem renovável que estão tendo aumento de participação na matriz energética brasileira são principalmente a cana de açúcar, hídrica, eólica, solar e hidrogênio.

no curto, médio e longo prazo. Com base nestas informações, são tecidas considerações relativas às dimensões do desenvolvimento: ambiental, econômica e social.

5.1 AS ENERGIAS RENOVÁVEIS NO MUNDO

Embora os recursos naturais passíveis de se gerar energia sejam abundantes em muitas nações do mundo, as energias renováveis também possuem limites, o que foi salientado por Goldemberg e Lucon (2006/2007). No entanto, segundo estes autores, esses limites estão longe de serem atingidos. O mundo possui vastos potenciais em renováveis, muitos dos quais já estão ao alcance da tecnologia atual. É o que acontece com a hidreletricidade, a energia eólica, os potenciais geotérmicos e, especialmente no mundo em desenvolvimento, a biomassa moderna.

Ainda assim, a composição da matriz energética mundial existente em 2004 revelava um percentual de 13,3% de geração de energia a partir de fontes renováveis que eram basicamente a hidráulica e da biomassa, conforme verificado no capítulo III. Apesar da existência de potencial para geração de energia a partir de fontes renováveis em vários países do mundo, verifica-se que estas vêm sendo utilizadas e mostram-se crescentes naqueles países em que há investimentos para pesquisa e desenvolvimento de tecnologias que as viabilize, além de subsídios e incentivos para quem as utilize.

Em outros países do mundo, no entanto, ainda mostram-se muito incipientes, tanto que, com exceção da energia gerada nas hidrelétricas, elas não se destacam na composição da matriz energética mundial em 2007, o que pôde ser visualizado na tabela 5.

Não obstante, verifica-se que os Governos de vários países do mundo estão empenhados na proposta de contribuir para o desenvolvimento das tecnologias que viabilizem a produção de energia renovável. As primeiras políticas de incentivo a energias renováveis surgiram na década de 1980, nos países escandinavos, mas foi principalmente a partir de 1998 que a adoção de políticas públicas para promovê-las ganhou maior relevância (IEDI, 2010). Isto contribuiu para definir a situação atual das energias renováveis em vários países do mundo, a exemplo do que ocorre nos países da OCDE.

Dados disponíveis no *Renewables in Global Energy Supply* (IEA, 2005) demonstram que mais de 25% das novas usinas construídas nos países da OCDE serão de fontes renováveis, nas quais se espera até o ano de 2030 um investimento de US\$ 1,6 trilhões (cerca de 40% do investimento em geração elétrica). Em 2003, no grupo dos combustíveis para

transporte o crescimento dos biocombustíveis foi de 0,6% a.a., mas o crescimento esperado até 2030 é de 1,4% a.a.

Pelo que se constatou no capítulo IV, as projeções para o ano 2030 realizadas para os países deste bloco demonstram altos índices de emissões de dióxido de carbono na atmosfera, o que exige a realização de investimentos para modificar esta situação. Estes devem ser utilizados no intuito de promover o uso das fontes renováveis e os combustíveis de baixo teor de carbono. Com isto, verifica-se que os investimentos devem ser feitos em pesquisas que objetivem: 1) instituir processos alternativos de produção de energia e 2) buscar tecnologias de captura e armazenamento de carbono.

A adoção destas tecnologias não se restringe aos países da OCDE, sendo também utilizada pela China (uma das grandes emissoras de gases poluentes). Foi isto que garantiu a permanência das termelétricas a carvão neste país que, depois de desativadas pelo Governo, passaram por ampla reforma que lhes permite liberar menos gases poluentes à atmosfera. Isto foi possível graças a novas tecnologias que permite a captura de particulados.

No entanto, o aumento da utilização das energias renováveis não está condicionado apenas à disponibilidade de recursos para promover investimentos nesta área, mas também depende do estabelecimento de fatores de diferentes ordens, como os a seguir mencionados:

I) Fatores institucionais

A existência de instituições que priorizem o avanço da produção de energia a partir de fontes renováveis é o que vai estabelecer objetivos e metas com este propósito no planejamento energético das nações. Com base no que foi observado no capítulo IV, existe uma nítida preocupação por parte das instituições diretamente relacionadas e também as indiretamente relacionadas ao setor energético (como a IEA e a ONU) em ampliar a exploração de fontes renováveis para fins energéticos, sendo que, em muitos casos, isto se revela como objetivo no planejamento energético.

Objetivos de curto, médio e longo prazo contribuem para que o setor energético possa, com o tempo, estruturar-se para o cumprimento do planejado. Exemplo disto foi o que ocorreu no México ao instituir no ano de 2005 uma meta que definia um percentual mínimo de 8% de energia a partir de fontes renováveis para o ano de 2012. Para o cumprimento desta meta foram criados fundos de investimento e incentivos fiscais pelo Governo (SENER, 2006).

II) Fatores legais e regulatórios

Considerando que as usinas de fontes renováveis são, muitas vezes, de pequeno porte, faz-se necessário a existência de regulamentos e leis que permitam a participação privada no fornecimento de energia. Com isto, possibilita-se a ampliação do número de empresas que operam no setor energético, reduzindo o grau de dependência que existe em casos de poucos produtores de energia.

O estabelecimento de leis e marcos regulatórios podem, através de autorizações, concedidas para casos específicos, gerar a particulares o direito de realizar a produção, transmissão, transformação e distribuição de energia elétrica aos respectivos beneficiários. Nos países da América Central, as experiências com tecnologias de geração de energia a partir de fontes renováveis ainda são muito limitadas, com exceção da força hidrelétrica. No entanto, os países que procuram desenvolver seus negócios concedendo ênfase à preservação ambiental têm uma legislação clara no que diz respeito à promoção das tecnologias que possibilitam a geração de energias a partir de fontes renováveis (FEDERAL MINISTRY FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT, 2009).

A aplicação da legislação vem sendo implantada na realidade em projetos de investimento, no entanto, ao adicionar os riscos inerentes aos projetos, verifica-se que se tornam pouco atrativos para os investidores, principalmente os pequenos. Não obstante, isto favorece que os projetos de investimento em energias renováveis sejam realizados por pequenos investidores estrangeiros que contam com suporte à redução do grau de risco. Isto demonstra a necessidade de modificar a legislação atual, bem como a estrutura regulatória nestes países no intuito de incentivar os investimentos e o conseqüente incremento em energias renováveis.

III) Fatores econômico-financeiros

Dado que o planejamento normalmente se baseia apenas na avaliação tecnológica de geração de menor custo econômico de curto prazo, faz-se necessário conceder incentivos econômicos e fiscais, bem como estabelecer mecanismos financeiros que permitam tornar as energias renováveis competitivas frente às fontes convencionais.

Considera-se que a utilização das energias renováveis seja um processo ainda novo e que, enquanto tal, mostra-se dispendioso. Não obstante, é necessário considerar os benefícios ambientais e os ganhos sociais que podem ser gerados a partir desta mudança, ou seja, os

fatores econômicos não são considerados os mais relevantes e precisam ser conciliados aos ambientais e sociais.

Estudo realizado pela ECONOMIC COMMISSION FOR LATIN AMERICA AND THE CARIBBEAN – CEPAL (2004) evidencia a existência de barreiras ao desenvolvimento de fontes de energia renováveis pelo sistema financeiro, responsável pela viabilização dos recursos para implementação dos projetos de incremento da energia renovável. Estas se constituem em fatores de risco para os projetos (muitos por proporem a utilização de tecnologias novas e outros por serem de pequeno porte), o que acaba tornando-os desinteressantes para serem financiados.

IV) Fatores técnicos

Apesar dos esforços realizados pelos governos e organismos internacionais para estimar o potencial de utilização de energias renováveis nos países, considera-se que os fatores técnicos (principalmente aqueles que se concentram na área de estudos e pesquisas) precisam ser melhorados. Com isto, seria possível explorar outros recursos também existentes em larga escala para a produção de energia, como o biogás oriundo de resíduos urbanos e a biomassa oriunda de culturas agrícolas.

A fragilidade de alguns destes fatores, anteriormente mencionados, coloca em xeque o avanço da utilização das fontes energéticas renováveis e talvez consiga explicar o porquê da pouca expressividade das mesmas na matriz energética mundial. Não obstante, parece que as instituições devem conceder ênfase à melhoria destes pontos frágeis, pois, conforme verificado na figura 13, o aumento do consumo de biocombustíveis é nítido tanto nos países da OCDE quanto no resto do mundo, sinalizando a demanda crescente por este tipo de produto.

Diante do que foi constatado em termos de barreiras ao desenvolvimento das fontes renováveis, considera-se que sejam naturais na fase inicial de um novo modelo de geração de energia, em que é preciso legitimar as ações e os empreendimentos geradores e/ou produtores. Além disso, a possibilidade de manutenção do padrão atual (com ênfase nas não renováveis) parece implicar em menor custo, uma vez que já existe a infraestrutura construída para a geração de energia a partir de fontes convencionais.

Não obstante, em face das necessidades contemporâneas, principalmente de ordem ambiental, verifica-se que está emergindo um novo modelo de constituição da matriz energética mundial. Os países estão sendo impulsionados pelos organismos governamentais e

multilaterais a implementar mudanças em prol da geração de menores índices de poluição e vêm obtendo incentivos para tanto. Os incentivos governamentais são maiores nos países da OCDE, cabendo as outras nações que não podem concedê-los encontrarem alternativas para motivar as fontes de energias alternativas. A adequação ao MDL, através do mercado de créditos de carbono, mostra-se uma oportunidade neste sentido para os países em desenvolvimento que podem comercializar créditos de carbono a partir da criação de iniciativas inteligentes, ou seja, aquelas que se mostram eficientes utilizando poucos recursos naturais, sem poluir.

Neste sentido, procura-se avaliar, mais detalhadamente, a situação específica do Brasil com relação ao emprego das energias renováveis, considerando-se que é uma nação em desenvolvimento, que possui grande potencial de fontes energéticas renováveis a serem exploradas e que vem promovendo ações que favorecem e estimulam a utilização de fontes renováveis na composição da matriz energética. Dentre estas ações destacam-se os programas governamentais de apoio às energias renováveis.

5.2 OS PROGRAMAS DE APOIO ÀS ENERGIAS RENOVÁVEIS NO BRASIL

Em virtude do aumento do consumo de energia que ocorre no Brasil, torna-se necessário estimular o uso mais eficiente de energia e a substituição de fontes poluentes por outras de origem renovável. Goldemberg e Lucon (2006) consideram que devido à hidreletricidade, ao etanol e ao ainda baixo índice relativo de consumo energético que apresenta, o Brasil mantém uma posição favorável em comparação com o resto do mundo, no que confere à emissão de gases poluentes na atmosfera (aproximadamente 3% do total de emissões mundiais).

Além disso, segundo dados da EPE (2007), a participação das fontes renováveis na matriz energética brasileira deverá aumentar no horizonte projetado para 2020 e 2030, conforme é observado na tabela a seguir:

Tabela 33 - Fontes renováveis e não renováveis na matriz energética brasileira entre os anos 2005 e 2030 (em %)

Tipo de fonte	2005	2010	2020	2030
Renováveis	44,5	43,0	45,8	46,6
Não renováveis	55,5	57,0	54,2	53,4

Fonte: EPE (2007) – Matriz Energética Nacional (2030)

Verifica-se que a participação das fontes renováveis na matriz energética sofre redução entre os anos de 2005 e 2010, alterando-se em 2020, momento em que apresenta crescimento, mantendo-se crescente também em 2030. Por outro lado, a participação das fontes não renováveis aumenta entre 2005 e 2010, reduzindo-se no ano 2020 e mantendo-se em queda até 2030. Daí depreende-se o sentido divergente entre os dois tipos de energia, ao passo que o longo prazo sinaliza a tendência de crescimento das renováveis e redução das não renováveis.

Esforços estão sendo empreendidos para que aumente a participação das energias renováveis na matriz energética brasileira. Do objetivo (definido no planejamento energético) de ampliar a geração, a partir de fontes renováveis, emergiram ações por parte do Governo brasileiro, dentre as quais, a definição de programas que visam estimular o desenvolvimento de novas fontes energéticas. A tabela a seguir demonstra os principais programas em fase de execução, o ano em que foram instituídos, bem como o principal objetivo que possuem:

Tabela 34 - Os programas de Governo e seus objetivos principais

Ano de criação	Programa	Objetivo principal
2002	Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA)	Aumentar a participação da energia elétrica produzida por empreendimentos que utilizem fontes eólicas, da biomassa e das pequenas centrais hidrelétricas (PCHs).
2003	Programa Luz para Todos	Fornecer energia elétrica à população que ainda não possui abastecimento.
2005	Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel	Auxiliar na implementação da produção e uso do biodiesel.

Fonte: MME (2010) – Material institucional do MME

A instituição de programas que visem aumentar a quantidade de energia elétrica produzida a partir de fontes renováveis segue a recomendação feita no ‘Plano de Suprimento aos Requisitos de Energia Elétrica até o ano 2000’, conforme foi visto no capítulo IV. Da tabela anterior, pode-se inferir que a primeira metade dos anos 2000 foi um período expressivo para a consolidação de ações com vistas à viabilização da energia renovável no Brasil, o que havia sido apontado como objetivo no planejamento estratégico.

Este objetivo em prol da viabilização de energia a partir de fontes renováveis também ocorre em vários países europeus que possuem programas de incentivo à diversificação das fontes energéticas. Na Europa, as principais tecnologias de energia renovável utilizadas são a eólica (que possui programas de incentivo em 8 países), biomassa (adotada em 7 países) e as fontes solares - sistema fotovoltaico e solar térmico (presente em 3 países) – Costa e Prates (2005).

Segundo estes autores, a União Europeia tem formulado políticas que incentivam a utilização das energias renováveis. Desde 1997, o Governo pretendeu aumentar a participação das fontes renováveis em 12% do consumo energético, o que deveria ser concretizado até 2010. Em relação aos biocombustíveis, a União Europeia sugeriu em 2003 que todos os países-membros adotassem um percentual mínimo de 2% até 2005 e de 5,75% até o ano 2010 na mistura com o óleo diesel. Essas metas são de caráter voluntário e geram desoneração fiscal total ou parcial para aquele que a adota.

No Brasil, apesar da diversidade de fontes renováveis a serem exploradas, a mudança com relação ao modelo americano, em relação ao conjunto de fontes renováveis, se dá em torno da energia hidráulica gerada em pequenas centrais hidrelétricas (PCHs), incentivada pelo PROINFA juntamente com a energia eólica e da biomassa. A atuação do PROINFA é verificada a seguir:

5.2.1 Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA)

Conforme verificado no capítulo III, a matriz energética brasileira em 2004 tinha na sua composição apenas dois tipos de energias renováveis, a hidráulica e a produzida a partir da biomassa, na ordem de 2,1% e 11,2%, respectivamente. Com a implantação do PROINFA objetiva-se diversificar a matriz energética, além de aumentar o percentual de energia gerado a partir das fontes renováveis.

O planejamento do programa foi feito pelo MME, cabendo à ELETROBRÁS o papel de agente executora. As operações ocorrem a partir da realização de contratos de compra e venda de energia. Segundo dados do MME (2004), por ocasião do início do programa objetivava-se a implantação de 144 usinas, totalizando 3.299,40 MW de capacidade instalada, sendo 1.191,24 MW provenientes de 63 PCHs, 1.422,92 MW de 54 usinas eólicas e 685,24 MW de 27 usinas a base de biomassa. Toda essa energia tem garantia de contratação por 20 anos pela ELETROBRÁS.

O PROINFA possibilita a descentralização na produção de energia que se dá com a compra de energia de diferentes (e, muitas vezes, de pequenos) produtores. A descentralização contribui para o aumento da segurança energética, na medida em que reduz o risco de falta de abastecimento que se tem quando existe um ou poucos produtores.

Segundo o MME (2009), os empreendimentos financiados pelo PROINFA tinham até 30 de dezembro de 2010 para entrar em operação. As projeções feitas pelos técnicos do programa eram de que ao final deste período existissem 62 PCHs em funcionamento, 22 usinas termelétricas a biomassa e 54 centrais eólicas. A expansão em potência instalada destas usinas que houve ao longo dos anos de 2008, 09 e 10 é demonstrada na tabela a seguir:

Tabela 35: Obras financiadas pelo PROINFA em 2008, 2009 e 2010 (expansão em MW)

Fonte	Existente em 31/09/2008	2008				2009				2010				Total PROINFA
		SE/CO	S	NE	Total	SE/CO	S	NE	Total	SE/CO	S	NE	Total	
PCH	552	141	44	11	196	388	39	0	427	0	7	0	7	1.182
Bio	504	0	0	0	0	0	10	0	10	67	0	0	67	581
EOL	219	0	0	55	55	28	204	539	771	135	91	152	378	1.423
TOTAL	1.275	141	44	66	251	416	253	539	1.208	202	98	152	452	3.185

Fonte: MME/EPE (2009)

Os dados da tabela anterior permitem verificar que entre 2008 e 2010 houve um aumento de 114,13% em termos de potência instalada pelas PCHs, aumento de 13,25% na potência de biomassa e de 549,77% na de centrais eólicas. Além disso, verifica-se que as modificações são mais expressivas nas regiões sudeste e centro-oeste, com ênfase para a energia hidráulica e eólica. Observa-se um aumento significativo de energia eólica sendo gerado na região nordeste. A energia oriunda da biomassa revela-se pouco expressiva no período considerado.

Estes aumentos sinalizam a efetividade do programa, embora não representem tanta mudança no agregado geral, ao se tomar como base os dados globais do balanço energético nacional (BEN) do primeiro ano de execução do programa (2006) ao último publicado (2009), o que será apresentado a seguir:

Tabela 36 - Composição da energia renovável no BEN em 2006 e 2009

	Hidráulica (GWh)	Lenha (mil t)	Biomassa (mil t)	Outras renováveis (mil t)
2006	348.805	91.922	242.649	2.164
2009	390.988	79.385	335.020	2.471

Fonte: MME (2009) – Balanço Energético Nacional 2006 e 2009

Os dados apresentados na tabela anterior demonstram, através dos dados apresentados no BEN, a evolução da energia renovável no Brasil. Os projetos aprovados pelo PROINFA corroboram para a formação dos valores totais dispostos na tabela. Desta forma, não é possível averiguar quais os aumentos que ocorreram em função do programa, mas, ainda assim, verifica-se que entre os anos de 2006 e 2009 houve aumento na participação das energias renováveis da ordem de 12,09% no caso da energia hidráulica, 38,07% na biomassa e de 14,19% em outras fontes de energia renováveis. A lenha foi o único energético renovável que teve sua participação reduzida na ordem de 15,79%.

Conforme demonstrado na figura 19, o consumo de lenha vem sendo reduzido gradativamente desde o início da década de 1980, quando começou a ser substituído por energéticos mais eficientes. A redução do consumo de lenha no Brasil pode sinalizar melhoria das condições da população mais pobre que, em geral, utiliza-a como energético para fogões a lenha. Neste sentido, a diminuição desse consumo é positiva, além de que gera redução da poluição atmosférica.

Segundo dados de 2006 levantados por Pimenta e Rezende (2007), no Banco de Informações de Geração da ANEEL existiam 268 PCHs (anteriormente às obras financiadas pelo programa), com cerca de 1.400 MW de potência instalada. O PROINFA, no prazo de dois anos, implantou 1.182 MW, o que representou um acréscimo de 85% na potência instalada de PCHs no país. Considerando estes resultados, os autores consideram que o programa obteve êxito na sua execução.

Os resultados também podem ser averiguados através da base de dados de geração de energia das Centrais de Geração de Energia Elétrica (CGEE) da ELETROBRÁS (2009). As informações sobre o PROINFA que constam nesta base de dados estão apresentadas na tabela a seguir:

Tabela 37 - Número de usinas de cada tipo de fonte e potência instalada (em MW) das obras do PROINFA dos anos de 2008, 09 e 10

	2008		2009		2010*	
	Nº de usinas	Potência (MW)	Nº de usinas	Potência (MW)	Nº de usinas	Potência (MW)
PCH	40	766,94	66	1.191,24	63	1.216,24
BIO	20	504,14	30	675,24	27	685,24
EOL	11	311,95	60	1.410,92	54	1.422,92
TOTAL	71	1.583,03	156	3.277,40	144	3.324,40

*dados projetados.

Fonte: ELETROBRÁS (2009) – Dados mensais do montante de energia elétrica fornecido pelo PROINFA

Embora os números da tabela anterior revelem usinas contratadas pelo PROINFA em 2009 e 10 que ainda não estão em operação, verifica-se que o programa cumpriu com a meta definida no ato da sua implantação em 2004, com a colocação de 144 novas usinas que fornecem energia ao SIN, incrementando-o em 3.324,40 MW de potência.

Além do aumento da participação das fontes renováveis e da potência instalada, o programa possui um aspecto relevante de ser considerado, uma vez que a sua implantação vem ao encontro do que foi acordado na Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável, realizada em 2002, pois é um programa que estimula a produção de energias alternativas e concede ao produtor a possibilidade de comercialização da mesma.

Com isto, tem-se a possibilidade de atender ao disposto no Plano de Implementação (gerado nesta Conferência), pois os países partes da ONU sentirão a necessidade de trabalhar

em prol do desenvolvimento de modernas tecnologias de biomassa e estoques de lenha para combustível, por serem estas não poluentes e passíveis de ser utilizadas em áreas rurais e outros lugares em que tais práticas sejam sustentáveis.

O Brasil possui uma forte base hidráulica em sua matriz elétrica. Contudo, o estímulo a outras fontes "modernas" de energias renováveis é ainda bastante incipiente comparado à média mundial, apesar dos resultados obtidos com a implantação do PROINFA. Aliado ao objetivo deste programa de aumentar o potencial energético prima-se pela ampliação do acesso à energia, o que justifica a implantação do Programa Luz para Todos e da criação de metas de universalização dos serviços de fornecimento de energia elétrica. Este último foi executado concomitantemente ao PROINFA.

5.2.2 Programa Luz para Todos

O Programa Luz para Todos foi instituído em 2003 com o objetivo de disponibilizar energia elétrica àquelas residências ainda não atendidas pelo SIN. Este programa é coordenado pelo Ministério de Minas e Energia, operacionalizado pela Eletrobrás e executado pelas concessionárias de energia elétrica e pelas cooperativas de eletrificação rural.

Segundo dados do IBGE (2004), a taxa de crescimento dos domicílios com iluminação elétrica no Brasil apresentou crescimento nos últimos anos. Em 10,0% das habitações não havia iluminação elétrica em 1993 e este percentual diminuiu para 2,6%, em 2004, conforme dados da tabela a seguir:

Tabela 38 - Domicílios com iluminação elétrica no Brasil e por regiões entre 1993 e 2004 (em %)

Ano	Brasil (1)	Norte urbano	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro-Oeste
1993	90,0	94,2	75,7	96,4	94,7	90,0
1998	94,2	97,5	84,5	98,3	97,7	94,6
1999	94,8	97,8	85,9	98,6	98,0	94,9
2003	97,0	98,7	91,7	99,4	98,7	97,1
2004	97,4	98,8	92,8	99,4	98,9	97,5

(1) exclusive os domicílios da área rural de Rondônia, Acre, Amazonas, Roraima, Pará e Amapá.

Fonte: IBGE (2004). Diretoria de Pesquisa, Coordenação de Trabalho e Rendimentos, Pesquisa Nacional de Amostra por Domicílio 1993/2004

Com base na tabela anterior, depreende-se que houve um aumento de 7,6% no total de domicílios com fornecimento de energia elétrica entre 1993 e 2004 no Brasil. Este percentual

varia conforme a região, atingindo 99,4% dos domicílios da região sudeste e diminuindo para 92,8% na nordeste.

Não obstante, estes números não refletem toda a realidade, uma vez que não consideram os domicílios do meio rural de alguns estados da região norte do País, onde segundo Viana (2008) apud Simões e Dubex (2003), existe 56,1% do total de residências sem acesso à energia. O percentual de domicílios sem acesso à energia nas diferentes regiões brasileiras no ano de 2002 foi verificado na tabela a seguir:

Tabela 39 - Domicílios sem acesso à energia elétrica no Brasil e nas regiões em 2002

	Brasil ⁽¹⁾	Norte urbana	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro Oeste
Total	1.591.263	35.182	1.110.551	168.681	117.206	112.160
%	3,35	1,5	9,08	0,78	1,52	3,25

(1) exclusive os domicílios da área rural de Rondônia, Acre, Amazonas, Roraima, Pará e Amapá.

Fonte: IBGE (2002). Diretoria de Pesquisa, Coordenação de Trabalho e Rendimentos, Pesquisa Nacional de Amostra por Domicílio 2001/2002.

A partir da tabela anterior, verifica-se que existia um déficit de energia no Brasil, no ano de 2002 da ordem de 3,35%. A falta de energia elétrica chega a 9,08% das residências da região nordeste, sendo que na norte este número também é expressivo, apesar de não estar apresentado na tabela, pois esta somente considera o meio urbano da região norte.

Estes números justificam a existência do Programa Luz no Campo que foi instituído em 1999 e executado a partir do ano 2000. Este programa enfatizava o meio rural como principal beneficiário das ações de ampliação do acesso da população à energia. O Programa Luz no Campo foi extinto em 2003 e serviu de base para a criação do ‘Luz para Todos’ que veio suceder o primeiro, ampliando o público beneficiário, que poderia ser do meio rural ou do urbano.

Para implantação destes Programas, foram criadas metas de universalização dos serviços de fornecimento de energia elétrica a serem desenvolvidas pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) para o cumprimento do disposto na lei nº 10.438 de 26 de abril de 2002. No artigo 14, o Ministério de Minas e Energia atribuiu à ANEEL “a tarefa de estabelecer metas de universalização do acesso ao serviço público de energia elétrica, utilizando uma sistemática de áreas nas quais a realização de novas ligações, para unidades consumidoras com carga instalada de até 50 KW, atendidas em tensão secundária, deverá ser realizada sem ônus de qualquer espécie para o solicitante”.

Além disso, a Resolução nº 223 da ANEEL de 29 de abril de 2003, que regulamentou esta questão, fixou as datas limite para o alcance da universalização, além das condições gerais para a elaboração dos Planos de Universalização de Energia, determinando a conformação, pelas concessionárias, de Programas Anuais de Expansão do Atendimento, a serem enviados para análise e aprovação pela ANEEL.

Através da implantação destas medidas, possibilita-se promover melhorias no tocante ao acesso da população aos serviços de energia elétrica, o que contribui para diminuir as deficiências de infraestrutura básica nas regiões mais pobres, aumentando o bem-estar e qualidade de vida da população. Conforme dados da ANEEL (2002), em 1999 havia no Brasil cerca de 2,8 milhões de domicílios e aproximadamente 11 milhões de pessoas sem energia elétrica (9,7 milhões na área rural), o que corresponde a uma taxa de eletrificação residencial de 93,5%. Na zona rural, o índice de atendimento cai para 70,7% e, na urbana, sobe para 99,2%.

A taxa de eletrificação rural no Brasil apresenta-se mais baixa nos estados do Pará, Acre, Amapá e Roraima, com índices de atendimento que variam de 15% a 23%. Os melhores índices são verificados em Santa Catarina, Distrito Federal, Espírito Santo e São Paulo. Observa-se ainda que em oito estados o referido índice era (antes da execução do Programa Luz no Campo) inferior a 50%. A promoção de melhorias na taxa de eletrificação rural também foi um dos pressupostos definidos no Plano de Implementação da Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável.

Com o intuito de verificar a evolução que ocorreu com a eletrificação do meio rural brasileiro, depois da execução do Programa Luz no Campo, é que se apresenta a tabela a seguir:

Tabela 40 - Metas previstas e ações realizadas pelo Programa Luz no Campo até o ano de 2003

Regiões	Metas do Programa			Realizado pelo Programa até 2003		
	Famílias a serem atendidas	Investimento total (milhões R\$)	Valor financiado pela Eletrobrás (milhões de R\$)	Famílias atendidas	% de famílias atendidas	Km de rede instalada
Norte	93.282	390,2	206,4	49.957	53,6	24.790
Nordeste	404.643	801,2	599,8	263.328	65,1	38.823
Sudeste	179.595	513,3	314,1	153.337	85,4	40.252
Sul	82.413	310,7	208,8	41.379	50,2	11.617
Centro-Oeste	76.872	376,7	263,5	62.828	81,7	27.042
Brasil	836.805	2.392,1	1.592,6	570.829	68,2	142.523

Fonte: VIANA (2008) apud FUGIMOTO (2005)

Verifica-se que a principal região beneficiada com este programa foi a nordeste, com 263.328 famílias atendidas. No entanto, foi na região sudeste que o percentual de famílias atendidas foi maior (85,4%). Apesar da abrangência do programa, o que revela o seu grau de importância, os números apresentados ficaram aquém do esperado na região norte, já que esta é a que apresenta a menor taxa de eletrificação rural no País.

Dados do IBGE (2009) demonstram o total e o percentual de domicílios sem acesso à energia elétrica no Brasil e nas regiões no ano de 2009, o que é apresentado na tabela a seguir:

Tabela 41 - Domicílios sem acesso à energia elétrica no Brasil e nas regiões em 2009

	Brasil	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro Oeste
Total	637.000	163.000	373.000	54.000	30.000	16.000
%	1,1	4	2,4	0,2	0,3	0,4

Fonte: IBGE (2009). Diretoria de Pesquisa, Coordenação de Trabalho e Rendimentos, Pesquisa Nacional de Amostra por Domicílio 2008/2009

Com base na tabela anterior, possibilita-se averiguar que a região com maior déficit no abastecimento de energia elétrica é a nordeste, com 373.000 domicílios sem acesso à energia, seguido da região norte, que possui 163.000 domicílios, respectivamente. Estes dados permitem verificar a evolução que houve entre 2002 e 2009 do percentual de domicílios sem acesso à energia, o que pode ser verificado através da comparação entre os dados da tabela 41 e os da 39. Enquanto em 2002 havia 5,5% do total de domicílios sem acesso à energia no

Brasil, em 2009 este número se reduz para 1,1% do total. Já na região nordeste (que apresenta maior déficit quanto ao acesso de energia) este número cai de 11,1% em 2002 para 2,4% em 2009.

Dados do Boletim SECOM n.1189 (2010), revelam que até o final de 2010 mais de 13 milhões de pessoas foram beneficiadas com luz elétrica. Estimava-se, com isto, que o Programa alcançasse cerca de 90% da meta para 2010, ou seja, 2,6 milhões de famílias atendidas. Os estados da Bahia, do Pará, Maranhão e de Minas Gerais apresentaram maior número de beneficiários (mais de um milhão de ligações elétricas). Do total de R\$ 13,5 bilhões destinados para o programa, foi liberado até o ano 2010 o montante de R\$ 9,2 bilhões, segundo dados do SECOM (2010) que prevê a ampliação do benefício no próximo ano para as comunidades quilombolas e indígenas e os assentamentos rurais.

No âmbito das modificações ocorridas ao longo dos anos 2000 na área energética, salientam-se os programas acima especificados. Afora estes, o incentivo à produção de energia a partir de fontes renováveis também foi feito através de outro programa específico para fomentar os biocombustíveis.

5.2.3 Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB)

O Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB), instituído pelo Governo Federal em 2005, objetiva a implantação de forma sustentável, tanto técnica como economicamente, da produção e uso do biodiesel no Brasil. Para execução deste programa foi criada uma Comissão Executiva Interministerial que elaborou o plano de trabalho com as ações a serem implantadas durante o período de vigência do mesmo. As condições para a efetivação do programa foram legitimadas a partir do Marco Regulatório de 06 de dezembro de 2004³¹ que estabeleceu as condições legais para a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira de combustíveis líquidos.

Para a operacionalização do programa, o Governo concede o Selo Combustível Social (conjunto de medidas específicas que visam estimular a inclusão social da agricultura familiar na cadeia produtiva do biodiesel, estabelecido conforme Instrução Normativa nº 01, de 05 de julho de 2005) aos projetos de produção de biodiesel (MDA, 2009).

³¹ O marco regulatório é formado por atos legais que tratam dos percentuais de mistura do biodiesel ao diesel, da forma de utilização e do regime tributário, que considera a diferenciação das alíquotas com base na região de plantio, nas oleaginosas e na categoria de produção (agricultura de grande escala ou agricultura familiar). Cria também o Selo Combustível Social e isenta a cobrança de IPI (MME, 2010).

Estes projetos de produção com fins comerciais contam com financiamento do BNDES, através do Programa de Apoio Financeiro a Investimentos em Biodiesel que prevê financiamento de até 90% dos itens passíveis de apoio para projetos com o Selo Combustível Social e de até 80% para os demais projetos (aqueles que não são oriundos da agricultura familiar).

O enquadramento social de projetos ou empresas produtoras de biodiesel permite acesso a melhores condições de financiamento junto ao BNDES e outras instituições financeiras, além de conceder direito de concorrência em leilões de compra de biodiesel. Os leilões ocorrem sob a coordenação da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) e o produto negociado é destinado às refinarias para a produção do diesel.

A partir de janeiro de 2008 foi autorizada pelo Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) a inserção de 2% de biodiesel ao óleo diesel, percentual que foi ampliado para 5% em janeiro de 2010, antecipando a meta que previa a adoção desta medida somente em 2013. Para tanto, haverá um crescimento de 25% na produção (ou 115 mil m³), o que beneficia toda a cadeia produtiva do biodiesel.

Segundo resultados preliminares do programa apresentados pelo MME (2010), as regiões centro-oeste e sul produzirão, respectivamente, 42,5% e 23% do biodiesel. O sudeste, nordeste e norte serão responsáveis, respectivamente, por 19,1%, 11,2% e 4,2% da oferta total. Do total adquirido nos leilões de compra, 93% é produzido por usinas detentoras do Selo Combustível Social.

O primeiro leilão realizado pela ANP para aquisição de biodiesel ocorreu em novembro de 2005 e teve oferta de 9 empresas produtoras. Nesta ocasião, foram comercializados 48 mil m³. Desde então, estes eventos vêm ocorrendo periodicamente, apresentando aumento tanto na quantidade de biodiesel comercializado, quanto no número de empresas participantes. A tabela a seguir demonstra os resultados do 16º leilão, ocorrido em novembro de 2009:

Tabela 42 - Número de empresas participantes, volume arrematado e participação por região no total comercializado em nov./2009

Região	Número de empresas	Volume arrematado (m ³)	Participação % por região no total de m ³ comercializados
Norte	4	24.080	4,2
Nordeste	6	64.614	11,2
Centro-Oeste	16	244.320	42,5
Sul	5	131.980	23
Sudeste	9	110.006	19,1
Total	40	575.000	100%

Fonte: MME (2010) – Resultados preliminares do 16º leilão de biodiesel

A partir da tabela acima, depreende-se que das 40 empresas participantes, 16 estão localizadas na região centro-oeste e ofertam 42,5% do total comercializado. A região com o menor número de empresas participantes foi a norte que comercializou apenas 4,2% do total.

Do volume total de biodiesel comercializado (575.000 m³), 537.204 (93,4%) foram de empresas que detém o Selo Combustível Social e 37.796 (6,6%) de empresas que não possuem o selo. Denota-se, com isto, o grau de importância dos empreendimentos da agricultura familiar na produção de biodiesel.

Dos programas acima apresentados, pôde-se verificar a maneira como as energias renováveis vêm sendo estimuladas e estão evoluindo no Brasil. As modificações geradas nesta área trazem implicações de ordem ambiental, social e econômica. No intuito de averiguar estas implicações, avaliam-se, a seguir, aspectos relativos a estas três dimensões:

5.3 AS ENERGIAS RENOVÁVEIS E A DIMENSÃO AMBIENTAL

As energias renováveis vêm sendo impulsionadas pela necessidade que as nações estão sentindo de promover ações que possam resultar na mitigação dos impactos ambientais. As pressões por parte dos organismos multilaterais e governamentais criam e evidenciam esta necessidade. A utilização de fontes renováveis, em detrimento das energias de fontes não renováveis, deve gerar implicações, como as descritas a seguir:

5.3.1 Implicações quanto ao nível de emissões na atmosfera

A produção de energia é considerada uma atividade poluente, caracterizada como de alto potencial poluidor quando relacionada à energia termelétrica, pois a produção desta é viabilizada com um processo de combustão de algum tipo de combustível de origem renovável ou não renovável. A Resolução 237/97 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) estabelece que a produção de energia termelétrica apresenta alto potencial poluidor, enquanto a transmissão de energia é caracterizada como de médio potencial poluidor.

Sendo assim, produzir energia termelétrica, independentemente da fonte utilizada, implica em prejuízos ambientais. No entanto, a magnitude destes prejuízos será revelada no momento em que a energia for utilizada (consumida), pois sendo oriunda de carvão, óleo combustível ou gás natural (combustíveis fósseis de origem não renovável) gera gases de efeito estufa e, no caso de ser oriunda de biomassa (matéria orgânica de origem renovável) não gera efeito nocivo ao entrar na atmosfera.

Ainda assim, constata-se que o sistema energético brasileiro não pode ser considerado um grande emissor de gases de efeito estufa (GEE), pois a maior parte da energia elétrica produzida no país é oriunda de usinas hidrelétricas, cujas emissões são consideradas nulas. Além disso, com o aumento da energia gerada a partir dos empreendimentos de fonte renovável, possibilita-se reduzir o nível de emissão de GEE.

Pereira, Reis e Araújo (2005) realizaram uma análise procurando verificar o potencial que os primeiros empreendimentos financiados pelo PROINFA poderiam gerar de emissões certificadas (créditos de carbono) de redução de CO₂. Para tanto, utilizaram uma metodologia³² para o cálculo da redução das emissões dos GEE, decorrentes das atividades dos empreendimentos de energia renovável conectada ao Sistema Integrado Nacional. Foi verificado que as modificações nos níveis de emissão, considerando-se apenas os empreendimentos financiados até o ano de 2005 pelo PROINFA, não se mostram expressivas, sendo pertinente aplicar novamente a metodologia empregada ao término do Programa.

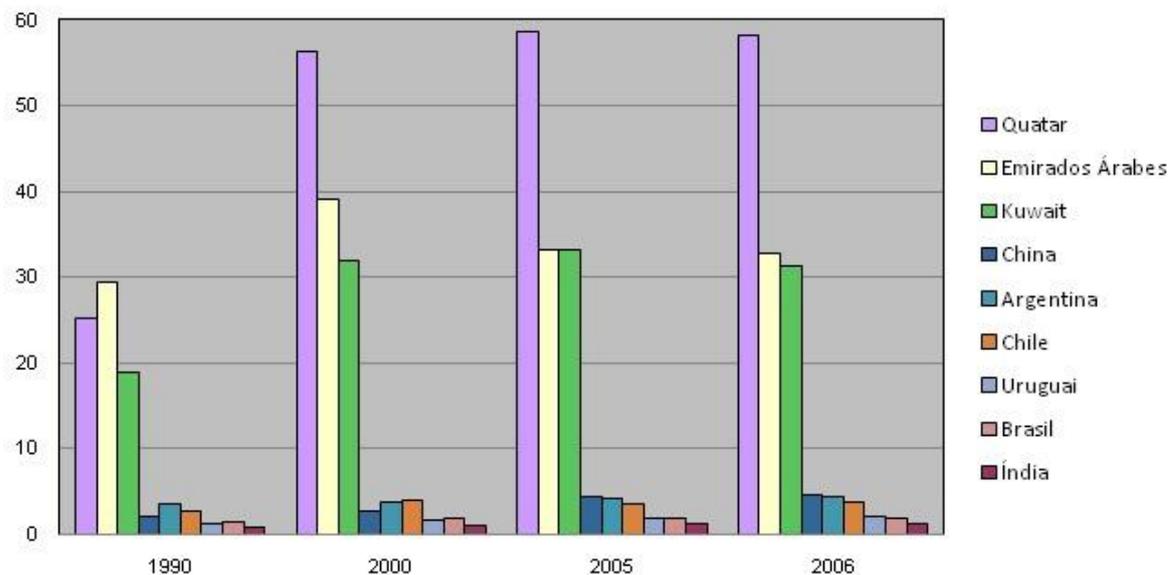
³² A metodologia empregada foi aprovada pelo Comitê Executivo do MDL e foi apresentada na Convenção das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas. Esta considera um fator de emissão da linha de base (EFy) que é calculado pela combinação do fator de emissão encontrado para a margem operacional (OM). A OM considera basicamente as emissões históricas e considera os cálculos da margem construída (CM), que busca desenhar a tendência das emissões futuras. Os cálculos para a determinação do fator de emissão da linha de base devem ser baseados em dados de uma fonte oficial e disponibilizados publicamente (PEREIRA, REIS e ARAÚJO, 2005).

Não obstante, depreende-se que a totalidade das ações e dos empreendimentos que são redutores de emissões de GEE (os empreendimentos do PROINFA, a utilização dos biocombustíveis e as novas tecnologias empregadas em usinas que geravam GEE e atualmente estão sendo viabilizadas reduzindo os mesmos) deve impactar positivamente a ponto de contribuir para que se atinjam as metas de redução de emissões, o que foi preconizado pelo Protocolo de Kyoto e é parte essencial da Política Nacional de Mudanças Climáticas.

A Política Nacional de Mudanças Climáticas (lei nº 12.187/09) parece basear-se no que foi determinado na Convenção sobre Mudanças Climáticas (um dos resultados da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento). Nesta, foram previstas metas de redução de emissões de GEE no Brasil entre 36,1% a 38,9% com base em projeções até 2020. Considera-se que as mudanças que vêm ocorrendo em relação à ampliação da composição das energias renováveis na matriz energética, deixando-a menos poluente, servem de auxílio para que as metas dispostas nesta lei sejam efetivamente cumpridas, devendo ser intensificadas nos próximos anos.

Verifica-se que no Brasil não houve redução nos níveis de emissão de CO₂ na atmosfera entre o ano de 2000 até 2006, o que se depreende a partir dos dados apresentados por Boden e Andres (2009) que demonstram a posição (ranking) dos países quanto ao nível de emissões per capita (Anexo A). Estes dados permitem verificar que as nações que se destacam pela baixa emissão de CO₂ per capita são as que demonstram baixos níveis de desenvolvimento e se mostram pouco industrializadas. Já aquelas consideradas em pior situação no ranking são algumas das maiores produtoras de petróleo, seguido de países ricos e industrializados. O gráfico, a seguir, demonstra o nível de emissões de CO₂ per capita em alguns países selecionados, possibilitando averiguar as mudanças ocorridas entre os anos de 1990 e 2006:

Figura 24 - Gráfico das emissões de dióxido de carbono per capita em países selecionados (em toneladas)



Fonte: BODEN E ANDRES (2009)

A partir do gráfico acima, depreende-se que o nível de emissões no Quatar duplica entre os anos de 1990 e 2000. O aumento também foi verificado nos Emirados Árabes, mas em menor proporção. Com relação ao Brasil, verifica-se que o nível de emissões encontra-se bem próximo ao do Uruguai, país que detém baixa população e pequeno grau de industrialização, quando comparado ao Brasil e que, ainda assim, revelou um aumento no nível de emissões entre 2005 e 2006. Não obstante, o nível de emissões no Brasil é maior que o verificado na Índia, um dos países mais populosos do mundo e com um nível de industrialização elevado.

Ainda com base nos dados apresentados no Anexo A, verifica-se que o Brasil encontra-se em 101º lugar dentre os países pesquisados e aumentou o nível de emissão de gases per capita que era de 1,4 toneladas em 1999, passando a 1,9 a partir dos anos 2000, mantendo-se no mesmo patamar até 2006. Esta condição revela que muito ainda precisa ser realizado a fim de reduzir os níveis de emissão, sendo que a área energética tem um importante papel neste processo e parece que a intensificação do uso das energias renováveis vem sendo considerada pelas instituições uma importante alternativa para que se consiga mitigar a emissão de gases poluentes.

Sendo assim, as alterações na composição da matriz energética mundial e brasileira com vistas à ampliação do percentual de utilização das energias renováveis devem corroborar neste processo. Fazendo uma avaliação da composição da matriz energética (a partir do que

foi demonstrado no capítulo III) com relação à participação das fontes renováveis entre os anos 1980, 2004 e 2007, verifica-se que:

- em nível mundial houve pouca alteração no período considerado, sendo a energia hidráulica e da biomassa as únicas representativas na composição da matriz;
- em nível nacional houve aumento da cana de açúcar (de 13,9% para 16,6%) e de outras fontes renováveis - solar, eólica, hidrogênio, etc.- (de 2,7% para 3,4%).

Dáí depreende-se que os esforços ora empreendidos por organismos governamentais e multilaterais de vários países do mundo e do Brasil para incentivar o incremento do uso de energias renováveis devem começar a aparecer nos dados mais recentes (posteriores ao ano de 2007) e, por isso, não foram identificados por esta pesquisa. O incremento das energias renováveis originará uma nova composição da matriz energética que deve contribuir para redução dos níveis de emissão de GEE na atmosfera nos próximos anos.

A busca de alternativas que possibilitem reduzir a emissão de GEE é uma necessidade para as nações, principalmente as industrializadas, que têm de procurar cumprir, até 2012, o que foi disposto no Protocolo de Kyoto. Embora o Brasil (enquanto país em desenvolvimento) não possua metas a cumprir, pode se beneficiar deste protocolo através da comercialização de créditos de carbono, ideia salientada por Denardi (2009), apresentada no capítulo II. Considera-se que os projetos de geração de energia renovável podem corroborar para o incremento da participação do Brasil no mercado de créditos de carbono.

Além disso, o melhor desempenho em termos ambientais pode implicar também em ganhos de ordem econômica se for colocado em prática o que preconizou Cardoso JR. (2009) quanto à expansão da participação da bioenergia para transformá-la em *commodity* internacional. O aumento dos biocombustíveis no Brasil, verificado no capítulo III, deve ser evidenciado também em grande parte dos países do mundo e, principalmente, nos países industrializados que são os que têm de reduzir os níveis de emissão de GEE para cumprir o Protocolo de Kyoto.

Além do Protocolo de Kyoto que foi instituído durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (1992) com o objetivo de estabelecer metas de redução das emissões de GEE, verifica-se que este objetivo também esteve presente amplamente na Agenda 21. Conforme foi visto no capítulo IV, a preocupação com a redução da emissão de gases poluentes foi amplamente discutida e salientada durante essa conferência.

Passados quase vinte anos da ocorrência deste evento, parece que ainda são tímidos os avanços quanto à redução dos níveis de emissão de gases poluentes. Tomando-se como referência a emissão per capita de CO₂ verifica-se, a partir dos dados de Boden e Andres (2009), que o Brasil manteve constantes os níveis de emissão até o ano 2006. No entanto, com o avanço da utilização das energias renováveis possibilita-se que haja redução neste nível, embora os principais determinantes para as emissões brasileiras sejam o desmatamento e o uso da terra. O aumento das renováveis deverá ocorrer até mesmo em função da intensificação das exigências por parte dos órgãos ambientais (o que foi observado no planejamento energético), promovendo a descentralização do parque gerador de energia que terá um número maior de pequenas centrais geradoras.

Este cenário que se evidencia no momento presente, retratando que as emissões de gases poluentes continuam a constituir um sério problema, deverá ser modificado no longo prazo. Segundo Gavronski (2007), a meta de longo prazo deve ser a de energia com emissões quase zero e de usinas que usem combustíveis limpos e capazes de gerenciar o CO₂. Isto implica em melhorias crescentes no desempenho da eficiência energética e no gerenciamento do carbono. Para o horizonte de 2030, o autor prevê a ocorrência de melhores aproveitamentos de energia, tais como hidrogênio, células a combustível e outras ainda hoje não contempladas.

Verifica-se que experiências com a utilização do hidrogênio e de células a combustível já são realidade em alguns locais no Brasil. Integrando o projeto ‘Ônibus brasileiro a Hidrogênio’, que tem direção do MME e recursos do Global Environment Facility (GEF), São Paulo foi escolhida como uma das cidades para testar ônibus movidos a hidrogênio. A partir de 2009, a cidade começou a inserir esses veículos na frota que faz o transporte urbano. Esses veículos vêm sendo produzidos por uma empresa do estado do Rio Grande do Sul que utiliza tecnologia local. No entanto, a capacidade de produção ainda é pequena, o que impede que seu uso seja disseminado e feito em grande escala. (EMTU, 2009).

A utilização de ônibus que não emitem GEE na atmosfera também vem ocorrendo na cidade do Rio de Janeiro. A partir de junho de 2011, dois ônibus híbridos, movidos a eletricidade e diesel, irão circular pelas ruas da cidade. A ideia é testá-los em condições reais de circulação e, assim, coletar dados que permitam estimar a redução das emissões de GEE, os custos envolvidos e a confiabilidade da nova tecnologia. O projeto é uma iniciativa da Clinton Climate Initiative (CCI), um programa da Fundação William J. Clinton e se estenderá pelos próximos 14 meses em cidades latino-americanas que incluem São Paulo, Curitiba e Bogotá.

Os resultados dos testes serão utilizados na elaboração de recomendações que a CCI vai preparar, em 2012, para o desenvolvimento do mercado de ônibus híbrido e elétrico na América Latina. A expectativa do programa é de que 9.000 novos ônibus entrem no mercado, reduzindo as emissões anuais de dióxido de carbono em 556 mil toneladas até 2016 (LEMOS, 2011).

As modificações que ora se manifestam no intuito de reduzir as emissões de gases poluentes na atmosfera, trazendo melhorias na dimensão ambiental, geram impactos em outras dimensões como a econômica e a social, revelando o quanto há interligação entre as partes dentro do sistema. As implicações na dimensão econômica serão discutidas a seguir:

5.4 AS ENERGIAS RENOVÁVEIS E A DIMENSÃO ECONÔMICA

As energias renováveis devem causar, além de implicações ambientais, as de ordem econômica, tais quais: o estabelecimento de uma nova oferta de energia, o custo de produção destes novos energéticos e a tecnologia que viabilizará a nova energia.

5.4.1 Implicações quanto à oferta de energia

O comportamento do consumo (avaliado no capítulo III) serve de indicativo para que se possa fazer uma avaliação quanto à quantidade ofertada de energia. Conforme foi verificado, o consumo dos principais energéticos se mostrou crescente entre 1980 e 2008 (com exceção do petróleo) e tendem a permanecer em crescimento, conforme indicam as projeções realizadas para o período 2010 – 2030.

No entanto, este consumo crescente no Brasil que pode ser analisado positivamente em se tratando de uma nação em desenvolvimento e com uma economia em crescimento, contrasta-se com a realidade que se constata ao se comparar o Brasil ao resto do mundo. Utilizando dados do World Resources Institute (2010), pôde-se identificar que o Brasil consumiu 1,8% da energia do mundo (209.534/11.433.918) em 2005³³. Em termos per capita, o consumo do Brasil correspondeu a apenas 63,2% da média mundial (1.124/1.778). Considera-se que estes níveis são muito baixos, demonstrando o quanto ainda deve ser

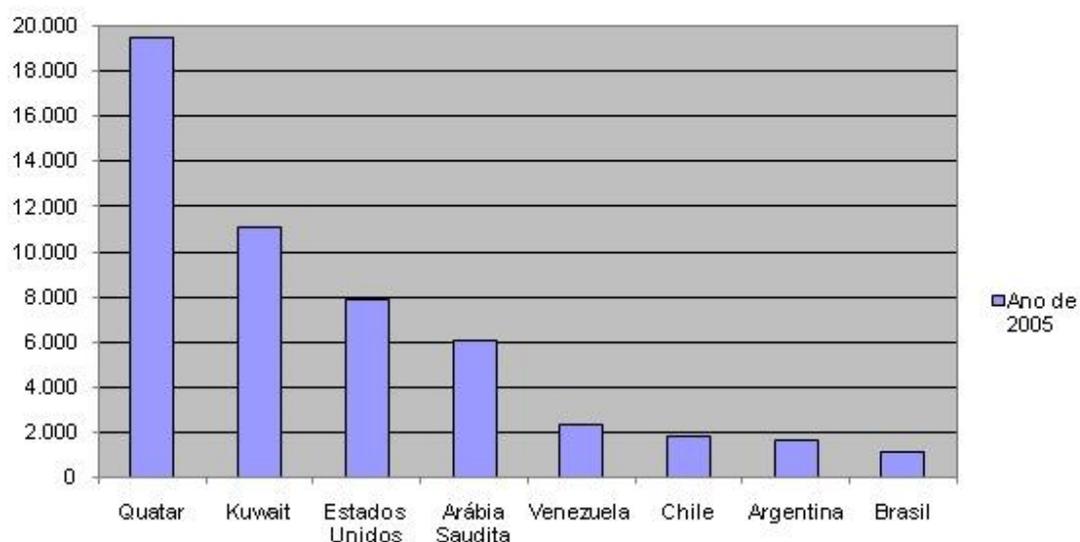
³³ Os dados do consumo total de eletricidade e consumo total de eletricidade per capita em thousand tonnes of oil equivalent (ktoe) para o ano de 2005 do World Resources Institute estão apresentados nos anexos B e C, respectivamente.

ampliado o consumo no Brasil para que se possam conseguir melhores níveis de desenvolvimento.

Conforme Goldemberg (1998), ultrapassar a barreira de 1 TEP *per capita* parece ser essencial para o desenvolvimento, pois à medida que o consumo de energia comercial *per capita* aumenta para valores acima de 2 TEP, como é o caso dos países desenvolvidos, as condições sociais melhoram consideravelmente. No Brasil, o consumo per capita de eletricidade em 2005 foi de 1,124 TEP. Com isto, o mínimo necessário para o desenvolvimento já foi atingido. Não obstante, o nível de concentração do consumo possa ser uma realidade e, sendo assim, este valor consumido deixa de ser satisfatório.

Ainda comparando o Brasil com o resto do mundo, verifica-se que o mesmo ocupa a 77ª posição no consumo per capita de energia em relação aos outros países (conforme dados apresentados no Anexo D). Esta condição é considerada ruim para um país em desenvolvimento e com um vasto potencial energético a explorar. Com o intuito de demonstrar a situação do Brasil em relação ao resto do mundo, pode-se comparar, no gráfico a seguir, o consumo per capita de energia no Brasil em relação a alguns países selecionados:

Figura 25 - Gráfico do consumo total de energia per capita em países selecionados (em kilogramas equivalentes de petróleo)



Fonte: IEA (2007) – Energy Balances of OECD Countries and Energy Balances of Non-OECD Countries

De acordo com o gráfico anterior, pode-se observar que o consumo total de energia per capita é maior nos grandes produtores de petróleo, a exemplo do Qatar, Kuwait e Arábia

Saudita. A partir destes que apresentam as melhores posições no gráfico, pode-se verificar o quanto o consumo per capita é pequeno no Brasil, sendo até mesmo inferior ao do Chile, Venezuela e Argentina (países da América Latina que não possuem realidades econômicas tão díspares à brasileira).

Observando a realidade brasileira internamente, verifica-se que o PIB em PPC aumentou 203,05% entre 1980 e 2008 (conforme dados apresentados no Anexo E), enquanto a população aumentou 60,3% neste período (conforme dados do Censo Demográfico do IBGE, 2010). Não obstante, verificou-se no capítulo III que o aumento da oferta interna de energia foi da ordem de 45,65% nestes 28 anos analisados, ou seja, o aumento da oferta é menos que proporcional ao aumento da população e do PIB. Isto é pouco para garantir que mais pessoas (e principalmente a camada mais pobre) tenham acesso à energia.

Esta realidade vai ao encontro do que foi previsto no Plano Decenal de Expansão 1993-2015. Conforme disposto no capítulo IV, as projeções realizadas neste plano para as próximas décadas sinalizaram que o consumo de energia evoluiria a taxas ligeiramente inferiores a do crescimento do produto, resultando numa redução da intensidade energética global. Quiçá isto seja útil para explicar os baixos níveis na oferta interna de energia.

Pelo que foi constatado no planejamento energético brasileiro, o aumento em MW do parque gerador na década de 1990 (prevista no Plano Decenal de Energia 1990-99) foi de 32.369 MW. Este número aumenta para 39.045 MW no Plano 1993-2015 ou, em termos percentuais, aumento de 20,62%, o que parece insuficiente para possibilitar aumentos significativos no consumo e ampliação do acesso de energia àqueles possíveis consumidores que ainda não dispõem da mesma.

Em vista de que os aumentos no parque gerador têm sido possibilitados fundamentalmente a partir da construção de novas usinas hidrelétricas ou a colocação em operação de hidrelétricas que já estavam em andamento, identifica-se, utilizando como parâmetro as questões socioambientais que emergiram a partir do Plano 1993-2015, que se torna mais difícil colocar em prática as obras previstas no planejamento, principalmente em virtude do aumento das exigências ambientais. Com isto, cria-se mais um incentivo para a utilização de fontes renováveis e, no que tange à energia hidrelétrica, incentiva-se a substituição de grandes hidrelétricas pelas pequenas (PCHs).

O incentivo à oferta de energia com base nas fontes renováveis deve gerar uma nova oferta, integrando-se e incrementando a existente, conforme é objetivo do PROINFA. Os empreendimentos financiados por este Programa até o ano de 2010 produziram 3.324 MW de

energia renovável ao ano. Os dados do Plano Decenal de Energia 2006-15 prevêem aumento do total de energia oriunda do PROINFA, conforme mostra a tabela a seguir:

Tabela 43 - Produção de energia em jan./2006 e dez./2015 em MW

Período	Produção total em MW	Produção PROINFA
Jan./2006	93.728	3%
Dez./2015	134.667	4%

Fonte: MME/EPE (2006) - Plano de Expansão de Energia 2006/2015

Com base na tabela anterior, pode-se verificar que foi planejado um aumento da ordem de 43,68% no total de energia produzida entre 2006 e 2015, enquanto que a energia oriunda do PROINFA deve aumentar sua participação em um ponto percentual neste período. Apesar de que o PROINFA foi instituído em 2004, as energias renováveis (a oriunda do biogás, resíduos de madeira, eólica e óleos vegetais) aparecem pela primeira vez no BEN somente em 2009, indicando que, a partir de então, as mesmas começam a se tornar representativas no conjunto de fontes que configuram a matriz energética.

Ainda assim, verifica-se que dentre as conclusões do Plano 1993-2015, foi previsto que as fontes renováveis não deverão contribuir significativamente para o atendimento da demanda de energia elétrica no horizonte 2015. Para verificar o quanto é expressivo o aumento de oferta de energia (renovável e não renovável) em relação ao comportamento da economia, pode-se utilizar como base a relação OIE/PIB. Na segunda metade da década de 2000 (de 2005 a 2009), esta relação demonstrou que a oferta interna se manteve no mesmo patamar de evolução do PIB, o que foi demonstrado na tabela 25. As projeções para 2030 evidenciam que a oferta interna deve se manter no mesmo patamar ou em patamares inferiores à evolução do PIB.

5.4.2 Implicações quanto ao custo de produção de energia

O padrão energético utilizado até o século XXI se manteve e se consolidou mundialmente devido, entre outros motivos, ao baixo custo de produção. Sendo assim, a inserção de um novo modelo energético (com ênfase em outras fontes de energia e com predomínio das fontes renováveis, afora aquela produzida em grandes hidrelétricas), implica em uma estrutura de custos maior, principalmente no momento inicial, uma vez que estarão incididos todos os custos de implantação do processo.

Não obstante, o baixo custo de produção, quando relacionado à energia elétrica, não tem sido suficiente para gerar tarifas baixas ao consumidor final, o que é imprescindível para que se consiga aumentar o consumo de energia. Segundo os autores Santos, Barbosa, Silva e Abreu (2008), o sistema elétrico brasileiro é um dos mais confiáveis e de menor custo ambiental e operacional do mundo. Todavia, depois do processo de privatização pela qual passou uma grande parcela das empresas do setor elétrico no início da década de 2000, a tarifa se tornou uma das mais altas do mundo, o que garante uma alta rentabilidade para as empresas de geração e transmissão de energia. Excetuando-se o ano de 2002, em que os efeitos da redução de consumo referentes ao “apagão” foram sentidos pelas empresas, a geração de elevados lucros foi obtida em todos os outros anos, sucessivamente.

Para estes autores, é necessário modificar a estrutura de formação de preços (tarifas), pois a maior parte dos países utiliza a regulação por custo (um tipo de regulação do sistema elétrico diferente da realizada no Brasil). Nesta, o agente regulador avalia o custo do serviço e acresce uma remuneração razoável para chegar ao valor da tarifa. Este era o sistema que determinava as tarifas de energia no Brasil antes do processo de privatizações. No sistema de regulação por custo, são eliminados os gastos com contabilização, administração, regulação, solução de disputas e especulação nos mercados *spot* e nos mercados de longo prazo de energia.

O sistema de determinação das tarifas, bem como o detalhamento sobre o custo da energia no Brasil não foram aspectos tratados no planejamento energético ao longo do período analisado. Há uma forte preocupação em ampliar o número de usuários consumidores de energia, sem considerar que, para tanto, faz-se necessário produzir energia a um baixo custo e disponibilizá-la a um preço compatível ao padrão de renda da população mais pobre.

Conforme dados informados por Bellacosa (2008) e apresentados no capítulo II, cerca de 90% das famílias brasileiras sem acesso à energia têm renda inferior a três salários mínimos e 84% vivem em municípios com IDH abaixo da média nacional. Sendo assim, torna-se fundamental que a energia seja ofertada a um custo menor ou que as pessoas consigam ter um nível de renda maior para que possam ter acesso à mesma.

A determinação das tarifas de energia elétrica deve considerar as desigualdades regionais e sociais existentes no território brasileiro. Esta é a opinião de Schaeffer, Cohen, Almeida, et al. (2003) que consideram que o consumo da população depende do nível de preços. O grau de cobertura dos serviços de distribuição de energia que são oferecidos à população é bem maior nas regiões sul e sudeste do país do que na norte e nordeste. Estas desigualdades regionais explicam a problemática da definição de tarifas no Brasil, pois

durante a década de 1970 foi adotado no país o regime de igualdade tarifária que consistia na aplicação de uma mesma tarifa em todo o território, associada a um sistema de subsídio inter-regional como forma de estimular o desenvolvimento energético de determinadas regiões.

Devido às diferenças na estrutura de custos e a existência de mercados muito heterogêneos, as tarifas voltaram a ser fixadas pelas empresas concessionárias de distribuição de energia em 1993, pois estas tinham necessidade de adequar as tarifas ao mercado que atendiam para poder, desta forma, obter uma rentabilidade satisfatória. Este fato é que gerou a alta das tarifas salientada por Santos, Barbosa, Silva e Abreu (2008). Por outro lado, foi a partir deste momento que as tarifas tornaram-se diferenciadas por categoria de consumidores e níveis de tensão, dependendo do período do ano, dos horários de consumo e do grau de garantia do fornecimento, o que favorece a população mais pobre que, geralmente, tem um nível de consumo menor.

Ainda assim, verifica-se que a tarifa de energia elétrica no Brasil é muito elevada, principalmente para a população de baixa renda. Araújo (2009) após apresentar todos os custos estruturais, os não estruturais, subsídios e impostos que incidem sobre a composição da tarifa de energia elétrica, explica a evolução das tarifas desde 1995, início da implantação do sistema mercantil. Segundo este autor, a tarifa média residencial e a tarifa média industrial aumentaram 65% e 108% em valores reais, respectivamente.

A partir de 2003, houve alteração da política de reajustes em favor do setor residencial que, até aquele ano, vinha liderando os aumentos. O setor industrial, a partir daí, passou a liderar os incrementos de preço. Conforme o autor, o quadro de acréscimos reais de preço é generalizado, pois a tarifa média de todos os setores subiu 81% em termos reais.

Como resultado disso, verifica-se que apesar da aparente universalização da eletricidade nas comunidades pobres, o que foi estabelecido a partir da criação de metas de universalização de energia (lei nº 10.438 de 26 de abril de 2002, em conformidade com a proposta do Programa Luz para Todos), a falta de energia não se dá pela não disponibilidade da mesma, mas pelo preço e pela baixa qualidade do fornecimento. Conforme Araújo (2009), isso mostra que o impacto dos aumentos tarifários para a população de baixa renda é muito significativo, não só porque os gastos com energia representam uma parcela expressiva da renda, como porque houve a simultaneidade de perdas de descontos. A saída foi a utilização de ligações irregulares nos domicílios, o que faz com que as concessionárias de energia tenham perdas nessas comunidades de aproximadamente 40%.

As constatações realizadas até aqui, associadas às idéias dos autores anteriormente apresentados, demonstram que pouco tem sido feito no Brasil, no tocante à redução de custos

e preços de energia, para corroborar no cumprimento do previsto no Plano de Implementação, definido na Cúpula Mundial de Desenvolvimento Sustentável, em 2002. Neste, objetivava-se a melhoria das condições de acesso aos serviços e recursos de energia de forma a torná-los confiáveis, acessíveis, economicamente viáveis, socialmente aceitáveis, ambientalmente saudáveis e que não causassem danos ao meio ambiente.

Considera-se que para a consecução deste objetivo é necessário modificar a estrutura atual de definição tarifária, pois assim seria vantajoso para os consumidores (que poderiam aumentar o consumo) e também para as empresas, caso conseguissem reduzir o percentual de domicílios que utilizam energia em situação irregular.

Afora as alterações na forma de definição das tarifas, outra maneira que poderia contribuir para modificar a estrutura de custos do setor energético seria possibilitada com o aumento da participação das energias de fontes renováveis na matriz energética. Para a produção de energia renovável em grande escala faz-se necessário que a mesma seja competitiva em relação às não renováveis. O custo da energia, que deve influenciar na determinação do preço (tarifa), não pode ser alto, pois sendo assim, não contribui para aumentar o acesso de todos os que necessitam de energia (inclusive a população de baixa renda). A tabela a seguir apresenta uma comparação do custo de diferentes fontes de energia (renovável e não renovável) no Brasil, em 2007:

Tabela 44 - Custo variável unitário (em R\$/MWh) e custo de investimento (em US\$/kW) de diferentes fontes de energia no ano de 2007

Fator	Hídrica	Biomassa	Carvão	Nuclear	Gás natural	Eólica
Custo variável unitário ³⁴	1,5	14,7	37,5	25,2	108,6	4,5
Custo de investimento	1.250	1.100	1.500	2.000	900	1.500

Fonte: ZIMMERMANN/MME (2007) – Planejamento Energético

³⁴ Considerando o disposto na Portaria MME nº. 42, de 1º de março de 2007, destaca-se o cálculo de dois valores de Custo Variável Unitário (CVU). O definido no art. 4º desta Portaria é destinado ao cálculo dos parâmetros energéticos Garantia Física (GF), Custo Variável de Operação (COP) e Custo Econômico de Curto Prazo (CEC) dos empreendimentos termelétricos movidos a gás natural, carvão mineral importado, óleo diesel, óleo combustível.

O Custo Variável Unitário (CVU) é constituído de duas parcelas vinculadas, respectivamente, ao custo do combustível e aos demais custos variáveis, ou seja:

$CVU \text{ em R\$/MWh} = C \text{ comb} + CO\&M$, onde:

$C \text{ comb}$ é a parcela vinculada ao custo do combustível destinada à geração de energia flexível em R\$/MWh, e $CO\&M$ é a parcela do CVU vinculada aos demais custos variáveis, informada pelo agente à Empresa de Pesquisa Energética, correspondentes ao mês anterior do requerimento da habilitação, em R\$/MWh.

Com base nos dados da tabela anterior, verifica-se que a produção de energia nas hidrelétricas apresenta menor custo variável unitário, mostrando-se mais competitiva que as outras fontes pesquisadas. Apesar de apresentar um custo de investimento maior que o do gás natural e da biomassa, ainda assim a energia hidráulica mostra-se mais competitiva, pois o custo de investimento tende a ser diluído com o passar do tempo, uma vez que o tempo de vida útil de uma hidrelétrica é grande.

A energia eólica e da biomassa também se destacam com relação ao custo variável unitário que representam e são as de mais baixo custo de investimento, depois do gás natural que lidera este comparativo. Os custos de produção de energia renovável em 2007 também foram avaliados por Menezes e Pinto (2007) e estão apresentados na tabela 9. Conforme estes autores, a energia oriunda de PCHs também se destaca por ser a mais competitiva em custo, seguida da biomassa e eólica.

No entanto, os valores apresentados por estes autores diferem daqueles mostrados por Zimmermann/MME (2007), que estão apresentados na tabela anterior, devido à metodologia de cálculo utilizada pelo MME para averiguação do custo variável unitário (CVU). Para calcular o CVU, o MME considera os custos variáveis informados pela EPE e acrescenta o valor do custo do combustível.

Tomando como base os custos apresentados, verifica-se que as fontes de energias renováveis financiadas pelo PROINFA (PCHs, eólica e biomassa) são aquelas consideradas de mais baixo custo de produção, o que se mostra importante para que possuam, também, condições de serem oferecidas ao usuário a um preço menor. Não obstante, considera-se que não basta conseguir reduzir o custo de produção e distribuição de energia se não houver, concomitantemente, modificações na maneira de calcular a tarifa a ser cobrada do consumidor (principalmente o de baixa renda). O custo de produção de energia renovável está condicionado à tecnologia empregada no processo produtivo.

5.4.3 Implicações quanto à tecnologia empregada para a produção de energia renovável

Tanto a quantidade ofertada quanto a determinação do custo das energias renováveis dependem sobremaneira da tecnologia empregada para a produção destas. Ruttan (2001) indica que os esforços que foram feitos durante as décadas de 1970 e 1980 para construir um aporte tecnológico para a energia nuclear e de gás deveriam ser substituídos, nos anos 2000, para viabilizar tecnologicamente a energia solar e eólica.

Uma vez confirmada, através do planejamento energético, a tendência de aumentos contínuos de utilização de fontes renováveis para a geração de energia no Brasil até 2030, faz-se necessário construir um aporte tecnológico que consiga viabilizar a produção de energia renovável sem que a mesma seja mais cara do que aquela produzida a partir de fontes convencionais. No entanto, em virtude da existência de um padrão tecnológico consolidado que garante a produção de energia convencional em larga escala, a mudança para as renováveis implica em custos maiores no início do processo que podem apresentar-se de duas formas:

- I. os relativos à aquisição de novos equipamentos, à construção de novas usinas ou novos insumos para produção e,
- II. os relativos à aprendizagem que normalmente são expressivos quando se adota a mudança, mas tendem a se diluir com o passar do tempo.

Ainda assim, é necessário incorrer nesses custos em função da necessidade de conseguir produzir mais energia, gerando menores índices de poluição. Para Delfim Netto (2009) apud ARNT (2010) estas tecnologias vêm sendo produzidas no Brasil, no intuito maior de reduzir o impacto do crescimento. Segundo este autor, disponibilizar tecnologias que produzam menos CO₂ equivalente por unidade de PIB é o que contribui para o crescimento sustentado do País. E isto será possibilitado quando houver o entendimento de que minimizar a relação de emissão de gás carbônico por unidade de PIB é a mais nova restrição dos processos produtivos.

Percebe-se que apesar do grande envolvimento das instituições relacionadas ao setor energético com a promoção e o fomento das energias renováveis, é pouco salientado o empenho que dedicam ao desenvolvimento tecnológico desse setor, embora isto esteja contemplado nos objetivos institucionais dos órgãos internacionais e regionais. No caso da IEA, a promoção de pesquisa e desenvolvimento em energias renováveis foi uma das principais ações previstas quando da criação deste organismo. Em nível regional, verifica-se que a OLADE também tem como proposição o fomento à investigação e o desenvolvimento tecnológico no âmbito do setor energético.

Não obstante, em nível nacional, a tecnologia não aparece como variável de interesse quando da definição dos principais objetivos e ações das instituições ligadas diretamente ao setor energético, embora isto possa estar indiretamente contemplado dentre as competências

da EPE quando se propõe a “elaborar estudos para avaliar e incrementar a utilização de energia proveniente de fontes renováveis”. Ainda assim, verifica-se que não é concedida ênfase à variável tecnológica no trabalho desenvolvido pelas instituições nacionais.

O planejamento energético comprova esta lacuna, uma vez que de todos os planos analisados no capítulo IV. A necessidade de se investir em tecnologias que possibilitassem o incremento das renováveis aparece apenas no Plano Nacional de Energia 1993-2015. Neste, concede-se ênfase às fontes alternativas de energia e considera-as importantes geradoras, mas é salientado que as mesmas se encontram em fase de pesquisa tecnológica e desenvolvimento semi-industrial e que, para que possam ser de fato aproveitadas, faz-se necessário a ocorrência da sua evolução tecnológica e econômica.

No entanto, esta constatação parece não ter evidenciado resultados práticos, pois considerações de nível tecnológico não são reveladas no documento subsequente, o Plano Nacional de Energia 2030. Ainda assim, verifica-se a existência de algumas importantes iniciativas que vêm ocorrendo no intuito de contribuir para a identificação de tecnologias de apoio e incremento ao setor energético, como a instituída pelo Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (autarquia associada à Universidade de São Paulo - USP), vinculada ao Ministério da Ciência e Tecnologia. Este órgão atua em várias áreas do conhecimento, procurando viabilizar tecnologias para o aprimoramento da produção e geração de energia.

Além de centros com maior âmbito de atuação, existem iniciativas mais regionalizadas, como a que foi firmada entre a Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) que assinaram um convênio destinado ao desenvolvimento de pesquisas relacionadas ao setor elétrico. Para a realização desses estudos estão previstos investimentos de R\$ 150 milhões em estudos específicos nos próximos cinco anos. As pesquisas serão ligadas às áreas de atuação da CEMIG (geração, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica), buscando o desenvolvimento de fontes alternativas renováveis e limpas, como solar, eólica e biomassa. Estão previstos ainda estudos sobre a proteção do meio ambiente, o uso racional da energia e a eficiência operacional da empresa (FAPEMIG, 2011).

Buscando contribuir para a eficiência operacional dos parques eólicos, existem vários centros de estudos e pesquisas em energia eólica que estão abrigados em universidades brasileiras. Em 2007, foi criado o Centro de Excelência em Energia Eólica pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUC-RS). Este centro já apresentou resultados do desenvolvimento de novos modelos de turbinas eólicas de eixo vertical com a instalação de uma unidade para testes no interior do Rio Grande do Sul.

Atuando de forma semelhante, o Centro Nacional de Energia Eólica está abrigado na Universidade Federal de Pernambuco. Além disso, outra contribuição ao desenvolvimento da energia eólica no Brasil tem origem na Universidade de São Paulo (USP), com o desenvolvimento de um projeto de energia eólica *offshore* de 10 mil megawatts, no mar do Ceará (CASTRO, 2007).

Afora as instituições governamentais e as universidades, a importância da tecnologia para as renováveis é considerada como necessidade pelo IEDI (2010). Segundo este instituto, dada a vocação que o Brasil possui para a geração de energia a partir das matrizes eólica (que complementa a energia hidráulica) e solar, torna-se importante promover investimentos em P&D, a exemplo do que ocorre em vários países do mundo e, principalmente, nos industrializados.

No caso dos países industrializados (líderes na produção de tecnologias para os diversos setores da economia) a comercialização de tecnologias e serviços pode ser um benefício adicional proporcionado pelo desenvolvimento de tecnologias ligadas às fontes renováveis. Com a tendência mundial de expansão da energia renovável, a produção de tecnologias para atender este setor relativamente novo consagrará muitos países como líderes no abastecimento desse mercado.

Embora o Brasil tenha se tornado uma referência na produção de biocombustíveis com o desenvolvimento do etanol da cana de açúcar, o país ainda tem seu processo de inovação industrial incipiente considerando-se as necessidades surgidas no século XXI. Em virtude da necessidade de transição para uma economia verde em escala global, é essencial que o país crie condições para o desenvolvimento de inovações em energias renováveis. A exemplo de experiências internacionais bem sucedidas, o Brasil precisaria criar um Fundo Público para fomentar P&D na área das energias renováveis (IEDI, 2010).

Pelos avanços obtidos até então no tocante ao desenvolvimento das energias renováveis, percebe-se que investimentos em P&D são essenciais para que o Brasil se consolide no mercado internacional como importante produtor de biocombustíveis e aproveite, efetivamente, o potencial que possui de geração de energia renovável. A produção de tecnologia nacional, como substituta da importada, pode ser considerada como importante definidora da performance deste setor, pois impactaria na determinação do custo (reduzido em virtude da sua incorporação) e, além disso, poderia contribuir para a geração de novos postos de trabalho.

5.5 AS ENERGIAS RENOVÁVEIS E A DIMENSÃO SOCIAL

Com o aumento da produção de produtos e serviços básicos ofertados, possibilita-se a geração de renda pela população diretamente envolvida nos setores produtivos, além de ocasionar melhorias no bem-estar e na qualidade de vida daqueles que conseguem ter acesso a estes produtos. As modificações na dimensão social com o aumento da produção de energias renováveis são aqui discutidas no que tange à quantidade de postos de trabalho gerados e o acesso da população à energia.

5.5.1 Implicações quanto aos postos de trabalho gerados pelas energias renováveis

Numa economia importadora de tecnologia que substitui mão-de-obra, como é o caso de grande parte dos países em desenvolvimento, incluindo o Brasil, o número de empregos e/ou de postos de trabalho gerados pelos setores produtivos é de grande relevância, pois impacta no nível socioeconômico do País. Diante das modificações no setor energético, surgem inúmeros casos de novas empresas que começam a desenvolver suas atividades para viabilizar a produção de energias renováveis, tais como: os parques eólicos, as usinas de biodiesel e etanol, as centrais produtoras de energia solar, as recicladoras de resíduos para fabricação do biogás, bem como as empresas produtoras de insumos (inclusive tecnológicos) para estas usinas.

Com o advento destas empresas surge uma nova oferta de postos de trabalho que, após estudo encomendado pela United Nations Environment Programme (UNEP) e pela Organização Internacional do Trabalho (OIT)³⁵, foram nomeados de ‘Empregos Verdes’. Estes postos de trabalho são criados no intuito de reduzir o impacto ambiental das empresas e atividades econômicas e são percebidos na agricultura, indústria, serviços e administração que ajudem a preservar ou restabelecer a qualidade do ambiente. Não obstante, apresentam-se ressalvas quanto à qualidade dos postos gerados, no que tange aos baixos salários, insegurança nos contratos de trabalho e exposição dos trabalhadores a materiais perigosos.

Com isto, o estudo demonstra que os empregos verdes emergem em quantidade a partir do aumento da produção de energias renováveis precisando, no entanto, de atenção quanto à qualidade que geram para o trabalhador. Os dados da UNEP/OIT (2008) ainda revelam que mais de 2,3 milhões de empregos verdes foram criados nos últimos anos no

³⁵ O estudo ‘Green Jobs: Toward Decent Work in a Sustainable, Low-Carbon World’ foi elaborado em 2007 e publicado em 2008.

mundo no setor de energia renovável (considerando neste setor a energia eólica, solar, biocombustíveis e PCHs).

O quadro a seguir revela a estimativa do número de empregos no setor de energia renovável no mundo e em alguns países selecionados no ano de 2006:

Quadro 4 - Empregos gerados no mundo e em países selecionados no setor de energia renovável em 2006

Fonte de energia renovável	Empregos no Mundo	Empregos nos países selecionados*	
Eólica	300.000	Alemanha	82.100
		Estados Unidos	36.800
		Espanha	35.000
		China	22.200
		Dinamarca	21.000
		Índia	10.000
Solar fotovoltaica	170.000	China	55.000
		Alemanha	35.000
		Espanha	26.449
		Estados Unidos	15.700
Solar térmica	624.000	China	600.000
		Alemanha	13.300
		Espanha	9.142
		Estados Unidos	1.900
Biomassa	1.174.000	Brasil	500.000
		Estados Unidos	312.200
		China	266.000
		Alemanha	95.400
		Espanha	10.349
PCHs	39.000	Europa	20.000
		Estados Unidos	19.000
Geotérmica	25.000	Estados Unidos	21.000
		Alemanha	4.200
Total Renováveis	2.332.000		

* Países em que havia disponibilidade de informação.

Fonte: Green Jobs – Towards Decent Work in a Sustainable, Low-Carbon World, UNEP, sept./2008.

Com base nos dados apresentados no quadro anterior, verifica-se que existem países que se destacam quanto à geração de empregos nos vários tipos de energia renovável, como é o caso da Alemanha, China, Espanha e Estados Unidos. Isto demonstra que estes países estão conseguindo aproveitar o potencial energético que possuem, gerando energia renovável a partir de diferentes fontes.

Entretanto, destes, o país que lidera o número de empregos é a China com geração de 943.200 postos de trabalho, seguido pelos Estados Unidos que possui 406.600, a Alemanha com 230.000 e Espanha com 80.940, respectivamente. O Brasil, que só aparece na produção de biomassa, revela 500.000 postos de trabalho, o que é significativo, pois estes são gerados em apenas um tipo de fonte energética e, considerando-se que os outros tipos de energia (apresentados no quadro anterior) estão se expandindo no país, sinaliza-se um aumento de trabalhadores que devem estar sendo alocados na produção destes.

Verifica-se que o tipo de fonte mais intensiva em mão-de-obra é a biomassa que, sozinha, representa 52,6% do total de empregos gerados nas diferentes fontes de energia renovável no mundo. Considerando-se que os dados apresentados foram publicados em 2008, este número deve ter sido ampliado no Brasil em função dos empreendimentos financiados pelo PROINFA até 2010.

Ainda utilizando como base as informações apresentadas pela UNEP/OIT (2008), verifica-se a constatação de que a energia renovável gera mais postos de trabalho do que os combustíveis fósseis. Esta informação foi ratificada por Goldemberg (2004) apud Costa e Prates (2005) por ocasião de um levantamento realizado para averiguar a criação de empregos na produção de combustíveis fósseis e na geração de eletricidade. Foi constatado que as fontes renováveis, exceto a hidroeletricidade, geram mais postos de trabalho diretos do que os combustíveis fósseis.

O número de usinas financiadas pelo PROINFA para geração de energia hidrelétrica, eólica e de biomassa entre os anos de 2008 e 2010 foi de 144, o que permite inferir que foram abertos novos postos de trabalho nestes setores e que estes devem ser somados àqueles existentes até 2008 e que estão apresentados no quadro anterior. Goldemberg e Lucon (2006/2007) consideram que o número de empregos gerados é uma das vantagens das energias renováveis, além dos baixos índices de emissão de carbono e de serem inesgotáveis. Conforme estes autores, a biomassa gera 150 vezes mais empregos por unidade de energia que o petróleo, sendo que a energia solar (fotovoltaica) gera um número ainda maior.

Não obstante, se por um lado isto pode ser visto como uma vantagem em termos de geração de empregos, por outro, pode sinalizar que a produção de energia renovável é intensiva em mão-de-obra e, desta forma, seriam necessários vários trabalhadores numa pequena usina produtora de energia, com pequena capacidade produtiva em KW, o que aumenta o custo de produção de energia. Com isso, o indicador de eficiência (alocação de mão de obra) impacta e acarreta em outro de ineficiência (aumento do custo de produção), evidenciando o *trade-off* que existe na conciliação entre o econômico e o social.

Apesar dos autores anteriormente mencionados salientarem como vantagem o fato de que as energias renováveis absorvem mais mão de obra do que a energia convencional, não foram observadas considerações por parte das instituições relacionadas ao setor energético que objetivam o desenvolvimento das fontes renováveis quanto a esse aspecto. Entretanto, na elaboração do planejamento energético é realizada a análise de indicadores sociais para todo o empreendimento (usina de geração e transmissão) a ser construído. Dentre estes indicadores destacam-se: o número de postos de trabalho por MW, a relação postos de trabalho por MW (no caso das hidrelétricas), a relação postos de trabalho por Km (nas linhas de transmissão), os empregos gerados no período (pelas hidrelétricas) e os empregos gerados no período (nas linhas de transmissão).

Estes indicadores foram considerados para a proposição das usinas previstas no planejamento energético a partir de 2004, o que de certa maneira demonstra o impacto que o setor energético exerce sobre a área social. Diante do incremento que a produção de energia vem apresentando no Brasil, o aumento no número de empregos deve vir como decorrente deste processo, cabendo, a partir de então, averiguar as condições existentes para garantir que a população tenha acesso à energia.

5.5.2 Implicações quanto ao acesso à energia renovável

Um dos problemas de ordem estrutural existentes no Brasil é a desigualdade na distribuição da renda, o que faz com que exista uma camada muito grande de pessoas consideradas pobres e que, portanto, não contam com o abastecimento de serviços básicos como água, saneamento e energia. Uma vez que foram elaborados planos que preveem a expansão da capacidade produtiva de energia e implantados programas para viabilizar esta expansão, tornou-se importante a criação de programas de universalização do acesso à energia, a exemplo do Programa Luz no Campo e Luz para Todos.

A execução destes programas está contribuindo para amenizar o déficit na distribuição de energia que existe no Brasil, principalmente no meio rural. O acesso à energia é condição primeira para garantir, além de aumento no bem-estar e qualidade de vida da população, a possibilidade de realização de atividades de geração de renda. Com a atuação dos programas de eletrificação criados a partir de 2003 houve um aumento no número de domicílios com eletrificação, pois conforme os dados do IBGE/PNAD 2001/02 e 2008/09 demonstram³⁶,

³⁶ Dados apresentados nas tabelas deste capítulo.

enquanto em 2002 havia 5,5% do total de domicílios sem acesso à energia no Brasil, em 2009 este número se reduz para 1,1% do total. Na região nordeste (que apresenta maior déficit quanto ao acesso de energia) este número cai de 11,1% em 2002 para 2,4% em 2009.

A efetividade destes programas se dá na descentralização do acesso à energia, pois conforme foi verificado no capítulo anterior a OIE quando relacionada à população, indica melhorias significativas ao longo do tempo, evidenciando que haverá maior disponibilidade de oferta de energia em relação ao número de habitantes. Aliado a isso, a relação entre o consumo final de eletricidade e a população também evolui de forma crescente até 2030 (conforme verificado a partir dos dados da tabela 30), demonstrando que um número cada vez maior de pessoas deverá ter acesso à eletricidade em suas residências no médio e longo prazo.

Para tanto, as energias renováveis exercem um papel importante enquanto capazes de abastecer sistemas isolados e regiões em que as redes de distribuição de energia ainda não existem. Isto pode ser conseguido com a utilização de cataventos para geração de energia através dos ventos, da construção de PCHs para geração de energia através da água e encontra-se em fase de teste a utilização de baterias de hidrogênio para geração de energia elétrica em locais distantes.

As ideias de Ruttan (2001), apresentadas no capítulo II, advogam favoravelmente à utilização de energias renováveis, pois, segundo este autor, através delas as comunidades isoladas e mais distantes têm a possibilidade de se beneficiar com o consumo de energia gerada a partir de fontes alternativas (solar, eólica, biomassa) geradas na própria unidade de consumo, terminando com a dependência destas em relação às grandes empresas do setor e concedendo a estes agentes a possibilidade de tomar por si próprio as decisões em termos energéticos.

Garantir o acesso da população às fontes de energia é preocupação de algumas das instituições analisadas, o que foi observado no capítulo IV. No caso da OEA, a energia é vista como um componente motor do desenvolvimento e contribui para a erradicação da pobreza crítica que é um dos maiores obstáculos ao desenvolvimento. Em um dos programas elaborados pela instituição, objetiva-se incorporar as áreas geográficas que são excluídas do planejamento tradicional de energia e de desenvolvimento (como aquelas distantes geograficamente e situadas, na maioria das vezes, no meio rural), por entender-se que estas pessoas precisam ser atendidas.

Para isto, a utilização das energias renováveis também foi sugerida como importante alternativa, principalmente por encontrar-se dentro da proposta de segurança energética, defendida por essa instituição. A proposta da OEA no tocante à energia versa sobre a

importância de se desenvolverem sistemas de energia mais limpos, acessíveis e sustentáveis e promover o acesso à energia.

Este trabalho da OEA está relacionado com o que ficou acordado a partir do Plano de Implementação gerado por ocasião da Cúpula Mundial de Desenvolvimento Sustentável (2002). Neste plano, um dos aspectos bastante ressaltados foi quanto à energia, vista como alternativa para o alcance dos ‘Objetivos de Desenvolvimento do Milênio’, o que levou os governos de vários países a se proporem a realizar ações conjuntas e envidar esforços para trabalhar no intuito de melhorar o acesso aos serviços confiáveis de energia.

Para conseguir cumprir este propósito é preciso trabalhar pela implantação de uma melhor eletrificação rural e investir em sistemas de energia descentralizada, promover o uso crescente de recursos renováveis, combustíveis líquidos e gasosos mais limpos, bem como contribuir para o aumento da eficiência energética. Os programas de governo desenvolvidos no Brasil a partir de 2003 (apresentados no início deste capítulo) parecem trabalhar nesse propósito, procurando contribuir para a erradicação da pobreza nas áreas rurais, periurbanas e urbanas, através da possibilidade de acesso dos pobres aos serviços de energia, concedida de forma descentralizada.

Através da taxa de eletrificação, averiguada nos dados do IBGE/PNAD, constatou-se que as regiões nordeste e norte apresentam maior déficit de energia. Procurando reduzir os desníveis regionais, o Plano Nacional de Energia 1993-2015 salientou a importância de se enfatizar o atendimento a essas regiões. Nesse plano, a proposta apresentada considerava a produção de energia oriunda da biomassa (florestal e resíduos da cana), eólica e solar fotovoltaica como adequada para a implantação de projetos de demonstração em locais que apresentem custos de geração elevados, quando utilizadas as fontes convencionais. Estas seriam substituídas e poderiam abastecer os pequenos sistemas isolados do interior do país (vilas, escolas rurais, etc.) que apresentem déficit de suprimento e elevado custo.

Com base no que foi apresentado, depreende-se que a década de 2000 evidenciou avanços em relação ao acesso da população aos serviços de energia, o que pode ser tecido pelas seguintes constatações:

- I. pelo aumento do número de domicílios atendidos nas diferentes regiões do País;
- II. pelo número de instituições internacionais e nacionais que estabeleceram como diretriz de trabalho a promoção do maior acesso da população à energia;

- III. pela importância que o planejamento energético brasileiro (PLANO 2015) concede à expansão do acesso de energia às regiões mais deficitárias;
- IV. pela possibilidade, apontada tanto por instituições internacionais quanto pelas nacionais, de produzir energia a partir de fontes renováveis para atender locais mais distantes geograficamente e que se tornam difíceis de ser abrangidos pelo SIN.

5.6 CONSIDERAÇÕES ACERCA DA RELAÇÃO ENTRE A UTILIZAÇÃO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS E O DESENVOLVIMENTO

Conforme observado, o incremento da participação das energias renováveis na matriz energética mundial deve ocorrer nos próximos anos em virtude de que vários países do mundo estão desenvolvendo ações para aumentar a geração de energia a partir de fontes renováveis. Verifica-se a existência de barreiras a serem vencidas, de novas pesquisas a serem realizadas e a necessidade das instituições ligadas ao setor energético para fazer a disseminação das tecnologias e das informações geradas em cada país para que outros possam utilizá-las como base.

Percebe-se que, por força das exigências dos organismos internacionais quanto à necessidade de diminuir as emissões de gases poluentes, existe uma consciência bem definida por parte das instituições ligadas ao setor energético no que tange ao estabelecimento de ações e mecanismos que visem ao desenvolvimento da utilização das energias renováveis. As modificações que estão ocorrendo ainda são incipientes e recentes, ainda são pouco percebidas nas estatísticas até o ano 2009 que foram apresentadas nesta pesquisa.

Ainda assim, conforme observado, verifica-se que as bases para a mudança em prol do aumento da utilização de energias renováveis e, conseqüentemente, a gradativa substituição dos combustíveis fósseis por essas, foram realizadas e isto já pode ser sentido no que tange à redução das emissões de gases poluentes na atmosfera, no aumento da oferta de energia, ampliação do número de postos de trabalho em empresas e usinas do setor energético e descentralização do acesso (principalmente no meio rural) à energia no Brasil.

Essa fase inicial de expansão das energias renováveis na matriz energética implica em custos de aprendizagem que irão influenciar no custo de produção da energia e na tecnologia empregada que deverá ser disponibilizada e, posteriormente, disseminada. Passada esta fase inicial, esses custos tendem a ser reduzidos. Do que foi analisado, depreende-se que com o

aumento da utilização das energias renováveis que deve ocorrer no médio e longo prazo, a sustentabilidade se altera, conforme apresentado na tabela a seguir:

Tabela 45 - Modificações na sustentabilidade em decorrência do aumento na utilização de energias renováveis

Aspecto analisado	Variação no nível de sustentabilidade	Dimensão afetada
Nível de emissões de CO ₂	baixa	ambiental
Nível de oferta de energia	aumenta	econômica
Custo de produção	diminui ³⁷	econômica
Tecnologia	aumenta ³⁸	econômica
Postos de trabalho/emprego	aumenta	social
Acesso à energia	aumenta ³⁹	social

Fonte: elaborada a partir dos dados da pesquisa

Sendo assim, embora alguns aspectos acima analisados ainda tenham de ser melhorados (como nível tecnológico, por exemplo) e outros dependam substancialmente da intervenção estatal através de políticas públicas para que apresentem bons resultados, considera-se que a expansão da utilização de fontes renováveis na matriz energética contribui para o alcance de melhores níveis de desenvolvimento. Isto é verificado pelas variações no nível de sustentabilidade que irão ocorrendo a partir do aumento da utilização das energias renováveis.

O conceito de sustentabilidade (apresentado no capítulo II, através das idéias de Merico, 2002) significa tornar as coisas permanentes ou duráveis. Sendo assim, precisa provocar melhorias no sistema como um todo (nas dimensões econômica, ambiental e social) para que o mesmo possa adquirir condições de permanência no longo prazo. Para o desenvolvimento sustentável do setor energético faz-se necessária a alocação eficiente dos recursos e fatores de produção, o que possibilitará a durabilidade da sua estrutura de funcionamento no longo prazo.

³⁷ Os custos de implantação de centrais e usinas produtoras de energias renováveis são altos, mas os de operação são baixos em comparação àqueles das energias oriundas de combustíveis fósseis.

³⁸ O nível tecnológico para a viabilização de energias renováveis tende a aumentar a partir da intensificação de estudos e pesquisas nesta área, o que vem ocorrendo em países como os da América Latina e Caribe.

³⁹ O acesso à energia aumenta se aliado ao aumento da produção houver programas de universalização do acesso à energia, o que torna fundamental a participação das instituições e de políticas públicas neste processo.

Os fatores necessários para o desenvolvimento, apresentados por Oliveira e Lima (2003) e descritos no capítulo II são revistos para a situação brasileira. Segundo estes autores, há necessidade de recursos naturais abundantes, de políticas públicas bem empreendidas e a capacidade da população para criar um conjunto de elementos políticos, institucionais e sociais que consigam direcionar o crescimento para atingir o desenvolvimento.

A existência de recursos naturais diversos e abundantes, aliado a um conjunto de políticas públicas que começam apresentar resultados vêm mostrar o quão importante é a base institucional de uma nação para contribuir na ampliação de melhores níveis de desenvolvimento sustentável. Resta, no caso do Brasil, o envolvimento da população neste processo, o que ocorrerá com a criação de uma consciência ambiental, fazendo que haja modificação nas ações empreendidas no cotidiano. Isto é fundamental para que se completem os fatores que conduzem ao desenvolvimento, pois conforme Perroux (1967), além das mudanças de ordem econômica e social, o desenvolvimento implica em transformações de ordem mental numa população, daí entende-se o porquê de ser um processo e que, como tal, vai ocorrendo lenta e gradativamente.

Um verdadeiro processo de desenvolvimento se constrói com base no que foi definido como necessidade pela sociedade. As instituições, sendo representativas da mesma, podem ter um papel determinante nesse processo. Com base nas ideias de Romeiro (2001), depreende-se que o que for definido pelo setor energético deve ser feito a partir de um processo de escolha pública e caberá à sociedade civil, em suas várias formas de organização (o Estado entre outras), decidir, em última instância, com base em considerações morais e éticas, as bases para o desenvolvimento desse setor (incluindo, nesse caso, principalmente o local que abrigará as novas obras e usinas geradoras de energia a serem construídas, bem como o tipo de energia a ser gerada).

Nesse sentido, as diferenças entre as duas correntes teóricas da economia (ambiental e ecológica) aparecem não apenas do ponto de vista teórico, como também daquele das implicações concretas dessas duas visões analíticas em termos das políticas ambientais que inspiram e das suas conseqüências (ROMEIRO, 2001). As duas visam à alocação eficiente de recursos, devendo ser priorizada a que permite a consideração de diferentes variáveis, que englobam aí até mesmo a própria sociedade e seus anseios.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base no que foi analisado, apresenta-se, a partir de então, os principais resultados da pesquisa, de forma a atender os propósitos iniciais do estudo. As primeiras conclusões, a seguir apresentadas, são de cunho geral.

Considera-se a energia como recurso estratégico, capaz de dinamizar economias e contribuir para o melhor desempenho dos setores produtivos, redução dos níveis de emissões de gases poluentes na atmosfera e aumento da qualidade de vida e do bem-estar das pessoas, sendo, dessa forma, impulsionadora do desenvolvimento. As mudanças na matriz energética das nações estão ocorrendo lenta e gradativamente e podem (se bem direcionadas a este propósito) contribuir para que se atinjam melhores níveis de desenvolvimento.

Verifica-se que as modificações que foram ocorrendo com o passar do tempo se deram principalmente em função do preço dos energéticos, da disponibilidade das reservas e das pressões pela oferta de energia menos poluente. Na década de 1980, a participação do petróleo e derivados na matriz energética mundial era de 43%, reduzindo-se para 34% no ano 2007, o que difere da situação do carvão mineral e do gás natural que tiveram aumento (ainda que pequeno) de participação neste período. Estes energéticos são considerados altamente poluentes e responsáveis pela emissão de gases de efeito estufa (GEE).

Dentre as modificações que ocorreram no período analisado, foram observados poucos avanços em relação às energias renováveis, sendo a energia hidráulica a única de fonte renovável representativa na matriz energética mundial até 2007, embora os esforços que alguns países (a exemplo dos pertencentes à OCDE) estão implementando para fomentar esse tipo de energia. Isto permite concluir que o aumento na participação das renováveis na matriz energética das nações deverá aparecer mais nitidamente nos dados posteriores a 2007, o que pode ser justificado a partir do que foi observado no capítulo V, quando se analisou a energia renovável no mundo.

A constituição de uma matriz energética menos poluente é um dos grandes desafios que as nações têm neste século, pois se encontram pressionadas por instituições multilaterais e governamentais que trabalham em prol da viabilização de matérias primas, processos produtivos e produtos menos agressivos ao meio ambiente. A ONU como instituição que trabalha em prol do desenvolvimento dos seus países membros foi uma das pioneiras na introdução dos debates sobre as mudanças climáticas no mundo, procurando encontrar maneiras a serem empreendidas a fim de amenizar os efeitos decorrentes deste problema.

As modificações que vêm ocorrendo no setor energético (visualizadas na matriz energética das nações) são justificadas pela necessidade que os países têm de se adequarem à lógica preservacionista defendida por estas instituições. Isto é o que conduz à introdução de novas fontes energéticas mais eficientes (que gastem menos energia) e, por outro lado, sejam menos poluentes. No caso do Brasil, especificamente, a participação das energias renováveis na matriz energética é significativa e decorre principalmente do grande potencial hidráulico que dispõe para geração de energia elétrica a partir da energia hidrelétrica, ampliada de 9,6% no ano 1980 para 13,9% em 2007.

Comparativamente à matriz energética mundial, a do Brasil também revela redução na participação do petróleo que era de 48,3% em 1980, passando a 37,3% em 2007. A utilização de carvão mineral e gás natural também revelaram aumentos (expressivos no caso do gás natural). No entanto, as energias renováveis (cana-de-açúcar, carvão vegetal e outros tipos de renováveis que foram agrupadas no item ‘outros’ por terem menor representatividade no todo) mostram-se expressivas desde 1980, apresentando aumentos significativos em 2007 e com perspectivas de crescimento nos anos posteriores, devido aos incentivos governamentais e programas de fomento a esse tipo de energia.

No âmbito destas modificações (em nível mundial e de Brasil) é preciso que as ações empreendidas para a condução de uma matriz energética menos poluente possam ser revertidas em melhores níveis de desenvolvimento para as nações. A construção do desenvolvimento implica, na contemporaneidade, em progressos de ordem econômica, ambiental e social, o que conduz à sustentabilidade. Neste sentido, pode-se estabelecer uma inter-relação entre energia – desenvolvimento – sustentabilidade. Sendo assim, as modificações na matriz energética precisarão considerar estas três dimensões para que possam ser validadas, o que foi considerado nesta pesquisa.

Os resultados, a seguir apresentados, buscam responder aos objetivos propostos para o estudo.

6.1 PRINCIPAIS RESULTADOS DA PESQUISA

As modificações que vêm ocorrendo na matriz energética mundial e do Brasil foram compreendidas pela análise da evolução histórica e da situação atual no tocante à energia. Verificou-se que o petróleo é o energético mais intensivamente utilizado, apesar das reduções (acima mencionadas) que foram percebidas entre o período de 1980 a 2007, tanto em nível mundial quanto no Brasil. Este é um dos motivos pelos quais se justifica a crise energética,

mencionada na literatura por vários autores que consideram que o padrão energético atual é insustentável, pois baseado num recurso não renovável e poluente.

Conforme foi verificado no capítulo III, o consumo de petróleo apresentou tendência crescente, tanto nos países da OCDE quanto no resto do mundo. Foi verificado que o consumo de carvão mineral e gás natural também se apresentaram crescentes, apesar das oscilações evidenciadas ao longo do período.

Com isto, evidencia-se que o consumo total de energia a partir de combustíveis fósseis, que constituem a base da matriz energética mundial e também revelam importância na brasileira, continuará expressivo, mas com taxas de crescimento menores do que as observadas no período anterior (o que se deve à redução do consumo de petróleo a partir de 2006 nos países da OCDE, que são os maiores consumidores). A tendência de aumento no consumo pode ser viabilizada graças às reservas que, no caso do petróleo e do gás natural, vêm aumentando principalmente em função de novas descobertas destes produtos nos últimos anos.

Estes três energéticos são mais largamente consumidos pelos países da OCDE do que pelo resto do mundo e apresentam maior quantidade de reservas nos países do resto do mundo, o que revela a importância das importações de energia entre as nações, já que a produção é realizada, em maior escala, no resto do mundo. Diante do que foi observado, infere-se que o consumo é maior nos países da OCDE, que detém população inferior aos países do resto do mundo e produzem um PIB maior que estes.

A eficiência energética foi estudada e analisada pela OECD/IEA (2009) que considera que ganhos de eficiência são estabelecidos com melhorias tecnológicas e maior acesso dos consumidores à energia. Diante desses elementos, não se pode inferir se há eficiência energética⁴⁰ nos países da OCDE, pois uma quantidade menor de pessoas utiliza mais energia, para produzir um PIB maior.

Apesar das reservas de petróleo, gás natural e carvão serem expressivas em quantidade a ponto de suprir o consumo energético por muitos anos, a participação das energias de origem renovável na matriz energética é cada vez maior e considerada importante para reduzir a crise energética e aumentar a sustentabilidade ambiental. Diferentemente dos combustíveis fósseis, a produção de energias renováveis é mais intensivamente realizada nos países da

⁴⁰ A eficiência energética (definida no capítulo IV) se dá muito no que tange ao estabelecimento de ações poupadoras de energia e que tenham menor custo. Isto implica em verificar se o uso da energia é feito nas melhores condições, pois o objetivo não é que o consumo seja menor, mas que seja feito de forma mais eficiente, ou seja, que a energia seja economizada através da utilização de recursos e/ou equipamentos poupadores e que seja oriunda de fontes menos poluentes ou que implique em menores impactos ambientais.

OCDE, o que é justificada pelos incentivos governamentais e pela maior consciência quanto à importância de ofertar um produto menos nocivo ao meio ambiente.

Não obstante, com exceção da hidráulica, as energias renováveis ainda não têm representatividade na matriz energética mundial e pelo que se constata, parece que isto deverá ocorrer a partir dos próximos anos. Existem experiências concretas da utilização dos ventos, da biomassa, do sol e do hidrogênio que se mostram realidade, mas que ainda são utilizados em pequena escala para produção de energia. No entanto, a perspectiva é de aumento no médio e longo prazo.

A situação do mundo com relação à energia reflete-se no caso do Brasil, apesar de que a participação das energias renováveis é maior e justificada, em grande parte, pelos recursos naturais disponíveis em grande escala e que podem ser utilizados como fontes energéticas. O petróleo e seus derivados são os recursos mais representativos na composição da matriz energética brasileira. No entanto, enquanto na matriz energética mundial o carvão mineral e o gás natural ocupam a segunda e terceira posição, na brasileira, estas são ocupadas pela cana de açúcar e pela energia hidráulica, demonstrando que a matriz energética brasileira mostra-se menos poluente que a mundial, o que é possível graças à exploração do potencial de fontes renováveis que o Brasil dispõe.

Verificou-se que há tendência de aumento no grau de participação das fontes renováveis em vários países do mundo, o que tende a ocorrer mais facilmente no Brasil (pois as energias renováveis são representativas, sugerindo que a matriz energética já tem este direcionamento) do que em nível mundial, à exceção dos países da OCDE, onde as fontes renováveis já são comumente exploradas. A inserção das energias renováveis na matriz energética mundial de forma mais intensiva, bem como o aumento da participação destas na matriz brasileira estão previstas no planejamento energético.

As instituições responsáveis pela elaboração do planejamento energético em nível mundial e no Brasil estabelecem diretrizes que serão implementadas no setor energético como um todo, o que justifica a importância do trabalho que vem sendo realizado pelas mesmas. Cada qual com seus objetivos e seu âmbito de atuação, aliam-se no propósito comum de contribuir para a segurança e a eficiência energética.

As proposições definidas pela ONU nas várias reuniões e conferências que vêm realizando com o intuito de discutir as temáticas do desenvolvimento e do meio ambiente são respeitadas pelas instituições diretamente relacionadas ao setor energético. Das reuniões até então realizadas, verificou-se que a Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável (ocorrida em 2002) foi a que mais incisivamente abordou a questão energética, discorrendo

sobre aspectos que deveriam ser implantados para que o setor energético melhore seu desempenho no tocante à sustentabilidade ambiental.

Verificou-se que algumas das proposições (apresentadas no capítulo IV) estão sendo perseguidas e implantadas pelos governos nacionais, embora com resultados ainda incipientes, até mesmo porque exigem mudanças, às quais (na maioria das vezes) não revelam resultados imediatos. Com exceção desta reunião, especificamente, e no que diz respeito estritamente ao setor energético, considera-se que apresentam baixa produtividade no que tange ao estabelecimento de ações concretas e exequíveis aos países membros.

Entretanto, no Brasil, o que foi preconizado no Plano de Implementação (resultado da Cúpula de 2002) vem sendo parcialmente implementado através de ações e programas instituídos pelo Governo Federal. Dentre as medidas que foram previstas e que estão sendo implantadas no Brasil, destacam-se as abaixo apresentadas:

- I. apoio à transição para o uso menos poluente de combustíveis fósseis líquidos e gasosos;
- II. promoção do uso sustentável da biomassa e, se necessário, de outras energias renováveis por meio da melhoria dos padrões atuais de uso;
- III. melhoria do acesso aos recursos de energia, assegurando o acesso dos pobres aos serviços de energia.

Estas medidas estão sendo implantadas através dos programas de governo lançados nos anos 2000 e que foram analisados no capítulo V. As medidas I e II estão evidenciadas nos objetivos do Programa de Apoio às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA), a II vem sendo estimulada através do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB) e a III vincula-se aos objetivos do Programa Luz para Todos.

Os resultados do PROINFA mostram que, através dos empreendimentos financiados, foram gerados 3.324,40 MW de energia oriunda de PCHs, usinas de biomassa e centrais eólicas que foram integrados ao SIN, representando neste sistema o equivalente à 3,75%⁴¹ do total da capacidade instalada. Os resultados do Programa Luz para Todos evidenciam que o programa contribuiu para amenizar em 20,71% o déficit de energia existente nos domicílios brasileiros.

⁴¹ Dado da ANEEL (2005), apresentado no capítulo III e utilizado para verificar o quanto os empreendimentos do PROINFA representaram na capacidade instalada total do SIN.

A partir destes resultados, considera-se que os avanços são notórios, o que permite inferir que a continuidade dos programas ora executados é importante para ampliar os resultados já alcançados. O planejamento energético brasileiro (analisado no capítulo IV) evidencia a necessidade de ampliar a capacidade instalada total no parque gerador de energia em 331% até 2030 (em relação ao existente em 1990) e, ao mesmo tempo, prevê que toda a obra (usina) a ser construída deve considerar aspectos econômicos, ambientais e sociais para se tornar viável. Sob este prisma, novos investimentos em fontes de energia convencional devem se tornar mais difíceis de serem aprovados pelos órgãos ambientais competentes.

Isto pode ser ratificado devido ao aumento das pequenas centrais hidrelétricas (PCHs) que, conforme observado, destacam-se por serem as fontes renováveis de menor custo econômico e eficientes do ponto de vista ambiental (por não promoverem o alagamento de grandes áreas e não deslocar a população residente do local, o que acontece em muitas situações), ratificando o que foi preconizado por Menezes e Pinto (2007).

Além das exigências por parte dos órgãos ambientais, há que se considerar as pressões exercidas pela sociedade, pois, conforme foi visto em Romeiro (2001), a sociedade deve ter a possibilidade de escolha no que tange à definição das condições que possam contribuir para o seu próprio desenvolvimento. Nesse sentido, o planejamento energético torna-se importante instrumento para avaliar e prever a situação no tocante à oferta e demanda de energia e poderia contemplar, no aporte metodológico utilizado, a participação da sociedade para a definição, principalmente, dos locais que abrigarão as usinas de geração de energia. A metodologia de elaboração do planejamento energético foi modificada em 2004, mas considera-se que deveria ser reformulada para se tornar mais completa.

Em várias etapas do planejamento energético (mais precisamente ao longo dos anos de 1980 e 1990) foi colocado como objetivo a substituição do petróleo e seus derivados por outros combustíveis, o que ocorreu em função de dois fatores:

- I. o temor em relação ao esgotamento das reservas e a conseqüente finitude do recurso e,
- II. a dependência do Brasil com relação às importações dos principais países produtores.

Não obstante, com as descobertas do pré-sal (ocorrida em 2008, cujos dados devem aparecer no planejamento energético em 2010, ano base 2009), estas preocupações diminuem.

Com estas descobertas, o País ampliará significativamente o volume de reservas e poderá ampliar, também, a utilização deste recurso para geração de energia.

No entanto, existem apelos de instituições internacionais e órgãos ambientais que primam pela consolidação de uma matriz energética menos intensiva em combustíveis fósseis, o que já configura uma tendência mundial de empenho para a constituição de um novo padrão energético menos poluente e com redução da utilização de combustíveis fósseis.

Suslick (2006) salienta que as reservas atuais de petróleo são suficientes para abastecer o mundo por mais 50 anos e adverte que mesmo com novas descobertas do produto que possam (e devem) ser feitas, este combustível fóssil tende a se esgotar. Para este autor, o mundo deverá chegar ao ano 2100 tendo uma participação de petróleo de menos de 5% do total. Verifica-se, entretanto, que o autor considera a finitude do recurso e o seu potencial poluidor, mas desconsidera os possíveis avanços tecnológicos que devem ocorrer até lá no que tange à possibilidade de reduzir a poluição gerada pelo uso do petróleo.

Reconhece-se que o petróleo é um recurso estratégico e que representa riqueza para uma nação, o que inviabiliza que o mesmo seja desperdiçado. Sendo assim, para a continuidade da sua utilização é necessário o desenvolvimento de tecnologias mais limpas, o que possibilita que o mesmo possa continuar sendo utilizado intensivamente, mas emitindo menores níveis de poluição atmosférica. Situação semelhante ocorre na China, país que utiliza intensivamente energia oriunda do carvão mineral e que reativou as termelétricas à base deste recurso com novas tecnologias de produção, consideradas menos poluentes.

Considera-se, a partir do que foi observado no capítulo V, que as ações e programas empreendidos no intuito de aumentar a produção da energia renovável no Brasil e o aumento do acesso da população à mesma contribuem para o alcance de melhores níveis de desenvolvimento sustentável. Isto se deve em função dos menores níveis de emissão de CO₂ na atmosfera, do aumento da oferta de energia e à descentralização da oferta, do aumento do número de pessoas com acesso à energia e da geração de novos postos de trabalho nas empresas e/ou usinas produtoras de energia renovável.

Diante do maior número de pessoas com acesso à energia que se obteve a partir da implantação do 'Luz para Todos', há diminuição do déficit de energia que é um dos problemas sociais relevantes a serem solucionados no Brasil, apesar de que é preciso, além disso, desenvolver mecanismos que permitam aumentar o consumo de energia per capita. Isto foi sinalizado por Goldemberg (1998) que verifica que a maior ocorrência de problemas como altas taxas de analfabetismo, mortalidade infantil e baixa expectativa de vida ocorrem na

maioria dos países em que o consumo de energia comercial per capita está abaixo de uma tonelada equivalente de petróleo por ano.

Não obstante, pelo que se constata nesta pesquisa, na década de 2000 não basta promover o incremento do consumo *per capita*, mas aliá-lo à eficiência energética, ou seja, é preciso conceder à população o direito de consumir mais, mas gastando proporcionalmente menos energia. A eficiência energética aparece como importante diretriz de trabalho de algumas das instituições internacionais analisadas, a exemplo da OLADE.

Os avanços obtidos a partir da execução dos programas de governo implantados na década de 2000 vão ao encontro do que foi preconizado por Rosa (2006). Segundo este autor, os problemas de desemprego, exaustão de recursos e danos ambientais têm uma origem comum que passa pelo campo da produção e distribuição de energia. Como os programas executados visaram descentralizar a produção de energia e garantir o incremento da produção a partir de fontes renováveis, pode-se auferir que estes contribuíram para amenizar estes problemas.

O baixo crescimento da oferta de energia na década de 2000, comparativamente ao crescimento do PIB e da população (apurada no capítulo V), aponta para um problema de ordem estrutural no setor energético. O crescimento das renováveis não será suficiente para suprir as necessidades de oferta de energia. No entanto, a energia renovável contribui para:

- descentralizar o número de empresas fornecedoras de energia;
- servir de energia complementar à convencional;
- atingirem sistemas isolados e locais distantes;
- diversificar a matriz energética;
- diminuir o nível de emissões de gases poluentes.

A descentralização da oferta de energia é nitidamente percebida nos projetos de geração de energia renovável (como nos casos de PCHs, usinas de biocombustíveis, centrais eólicas), permitindo abastecer inclusive sistemas isolados e/ou áreas rurais. Alguns destes projetos de geração de energia podem ser incluídos no mercado de créditos de carbono, incentivando os proprietários a investirem em fontes renováveis de energia.

Ramos, Kucek et al. (2003) salientaram que no momento em que o mercado de carbono estivesse regulamentado, a produção de biodiesel poderia ser ampliada e intensificada, servindo de instrumento de redistribuição de riquezas e inclusão social, principalmente para a população do meio rural. A regulamentação é que permitiu que o PNPB

fosse executado e, com ele, ratifica-se o que foi colocado pelos autores, pois permitiu a descentralização da oferta de biodiesel, cuja matéria-prima (biomassa) vem sendo produzida por inúmeros agricultores que abastecem as usinas de beneficiamento e produção. Conforme verificado no capítulo IV, no 16º leilão de biodiesel realizado em nov./2009, 40 usinas ofertantes efetuaram venda deste produto para a ANP.

A forma de comercialização de biodiesel através do PNPB vem ao encontro do que foi discutido por Ruttan (2001) quando advogou favoravelmente à utilização de energias renováveis. Para este autor, as comunidades isoladas e mais distantes teriam a possibilidade de se beneficiar com o consumo de energia gerada a partir de fontes alternativas (solar, eólica, biomassa) geradas na própria unidade de consumo, terminando com a dependência destas em relação às grandes empresas do setor e concedendo a estes agentes a possibilidade de tomar por si próprio as decisões em termos energéticos. Neste sentido, salienta o autor, aliado aos fatores econômicos e ambientais, alguns dos interesses quanto ao uso e conservação da energia são motivados por fatores culturais.

Estes aspectos evidenciam avanços na dimensão social da sustentabilidade, permitindo inferir que o aumento da participação das fontes renováveis na matriz energética traz benefícios sociais e ambientais que não ocorrem quando da utilização de fontes convencionais para a produção de energia. A maneira como vem sendo operacionalizado o processo de transição para uma matriz com maior participação de energia renovável está proporcionando melhorias em termos ambientais e sociais. A dimensão econômica é considerada a mais frágil neste tripé, cabendo o desafio de baixar o custo da energia e aumentar o aporte tecnológico para a produção da mesma, o que serve de desafio para o médio e longo prazo.

Com base no que foi observado, deduz-se a matriz energética brasileira mais compatível para contribuir com o desenvolvimento sócio-econômico e ambiental do País no médio e longo prazo. Esta deve ser composta pelos tipos de energia a seguir apresentados e considerando os seguintes aspectos:

- I. produção de energia a partir de combustíveis fósseis de forma a aproveitar as reservas nacionais de petróleo, carvão mineral e gás natural, desde que acompanhada de investimentos para descoberta de novas tecnologias que permitam reduzir os níveis de poluição atmosférica;
- II. substituição cada vez maior de combustíveis a base de petróleo por biocombustíveis;

- III. intensificação da produção de energias renováveis, com o prosseguimento de programas de incentivo, como os executados na década de 2000, sempre acompanhados de pesquisas que busquem reduzir o custo de produção da energia.

Salienta-se que o papel das instituições faz-se primordial como alicerce de um processo de transformação e mudança de concepção na forma de produzir energia. Os caminhos até então perseguidos pelas instituições diretamente relacionadas ao setor energético e as alternativas utilizadas para implantar as modificações no setor permitem a melhoria do nível de desenvolvimento socioeconômico e ambiental. Com isto, valida-se a hipótese inicial deste estudo. Entretanto, salienta-se a necessidade de intensificação dos investimentos em energias renováveis, compreendendo que se constituem como principal alternativa para reduzir os níveis de poluição e garantir avanços sociais para o País.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). *Acompanhamento das usinas hidrelétricas*. Documento. Brasília: MME, 2010.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). *Atlas de energia elétrica no Brasil*. Brasília: ANEEL, 2002. 153p.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). *Atlas de Energia Elétrica do Brasil. Aspectos Socioeconômicos*. Disponível em <http://www.aneel.gov.br/atlas>. Rio de Janeiro: ANEEL, 2002. 1ª edição.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). *Operação do sistema interligado nacional: dados relevantes de 2005*. Relatório técnico. Brasília: MME, 2005.
- ARAÚJO, Roberto Pereira. *Tarifas de energia elétrica: afinal, caras ou baratas?* Grupo de Estudos de Energia Elétrica (GESEL), 2009. Rio de Janeiro: GESEL/UFRJ. Disponível em <http://www.nuca.ie.ufrj.br>. Acesso em jul./2011.
- ASSOCIAÇÃO DE PRODUTORES DE ÁLCOOL E AÇÚCAR DO ESTADO DO PARANÁ (ALCOPAR). *Evolução da Venda de Veículos a Álcool de 1982 a 2005*. Disponível em <http://www.alcopar.org.br>. Acesso em jul./2007.
- AMAZONAS, Maurício de Carvalho. *O que é economia ecológica?* Boletim ECOECO (2001). Disponível em: http://www.nepam.unicamp.br/ecoeco/tela_princ.html./tela_princ.html./tela_princ.html. Acesso em abr./2010.
- _____. *Valor ambiental em uma perspectiva heterodoxa institucional-ecológica*. XXXIV Encontro Nacional de Economia. Salvador (BA): ANPEC, 2006. Disponível em http://www.anpec.org.br/encontro_2006.
- ARNT, Ricardo. *O que os economistas pensam sobre sustentabilidade*. São Paulo: Editora 34, 2010. 288p.
- BANCO CENTRAL DO BRASIL. *Pobreza, desigualdade e mobilidade social: alterações regionais recentes*. Boletim Regional do Banco Central do Brasil, jan./2010. Disponível em <http://www.bcb.gov.br>. Acesso em abr./2010.
- BAPTISTA, Adriana Mathias e OLIVEIRA, Jaime César de Moura. *O Brasil em fóruns internacionais sobre meio ambiente e os reflexos da Rio 92 na legislação brasileira*. Revista Paranaense de Desenvolvimento. Curitiba (PR): Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (IPARDES), n 102, p.5-27, jan./jun. 2002.
- BARROS, Evandro Vieira. *A matriz energética mundial e a competitividade das nações: bases de uma nova geopolítica*. In: Revista ENGEVISTA, v. 9, n. 1, p. 47-56, jun./ 2007.

BELLACOSA, Julia M. *Planejamento integrado de recursos energéticos no oeste do estado de São Paulo*. Relatório de Trabalho. São Paulo: USP, 2008. Disponível em <http://www.seeds.usp.br/energia>. Acesso em out./2009.

BIASOTO Jr., Geraldo e AFONSO, José Roberto. *Oferta de infraestrutura e desenvolvimento econômico: os desafios do investimento público no Brasil*. Brasília/DF: Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas (IPEA), 2005.

BORBA, Roberto Ferrari. *Carvão mineral*. Balanço Mineral Brasileiro. Brasília: MME, 2001. Disponível em <http://www.dnpm.gov.br>. Acesso em set./2010.

BRITISH PETROLEUM. *BP Statistical Review of World Energy – jun.2008* apud FIGUEIREDO, Cristina Brunet. *Volatilidade e mudanças estruturais: impactos na indústria de petróleo*. Anais: V Congresso Nacional de Excelência em Gestão, Rio de Janeiro: UFF, jul./2009.

CARDOSO, JR. José Celso (Org.). *Desafios ao desenvolvimento brasileiro – Contribuições do Conselho de Orientação do IPEA*. Brasília (DF): Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2009.

CARVALHO, Simone Pereira e CARRIJO, Ed Lycis de Oliveira. *A produção de álcool: do Proálcool ao contexto atual*. XLV Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural (SOBER), Londrina (PR), jul./2007.

CASTRO, Fábio. *Energia eólica não depende só do vento*. Matéria publicada no site Inovação tecnológica em 24 de out./2007. Disponível em <http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias>. Acesso em jun./2011.

CAVALCANTI, Clóvis. *Uma tentativa de caracterização da economia ecológica*. Revista Ambiente & Sociedade, Campinas/SP: UNICAMP, v.7, n.1, jan./jun. 2004, p. 149-156.

CENCIG, Mario Oscar. *Indicadores energético-ambientais*. Encontro de Energia no Meio Rural, ano 4. São Paulo: UNICAMP/NIPE, 2002.

COSTA, Darc. *A estratégia nacional e a energia*. In: LESSA, Carlos (Org.). *O Brasil à luz do apagão*. Rio de Janeiro: Editora Palavra & Imagem, 2001. 319p.

COSTA, Ricardo Cunha e PRATES, Cláudia Pimentel. *O papel das fontes renováveis de energia no desenvolvimento do setor energético e barreiras à sua penetração no mercado*. Rio de Janeiro: BNDES Setorial, n. 21, p. 5-30, mar./2005.

_____. *O papel das fontes renováveis de energia no desenvolvimento do setor energético e barreiras à sua penetração no mercado*. Rio de Janeiro: BNDES Setorial, n. 21, p. 5-30, mar./2005 apud: GOLDEMBERG, José. *The case for renewable energies*. Relatório Temático. Secretaria da Conferência Internacional para Energias Renováveis, jan./2004.

MARTINS, Rafael D'Almeida. *A importância da economia ecológica para o debate sobre a possibilidade de crescimento econômico com "sustentabilidade"*. Revista do CENTRO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM POLÍTICAS SOCIAIS E QUALIDADE DE VIDA (CEPPS). jul./2007 apud COSTANZA, O'NEILL, 1996. Introduction: Ecological Economics and

Sustainability. *Ecological Applications*, v. 6, n. 4, p. 975-977. Disponível em <http://www.cepps.org.br>. Acesso em jul./2010.

Decision CP.15 – Copenhagen Accord. Documento. Disponível em <http://unfccc.int/cop15>. Acesso em mar./2010.

DENARDI, Estefânia Prezutti. *O Brasil e o Protocolo de Kyoto*. Disponível em <http://www.ambientebrasil.com.br/anexos>. Acesso em mar./2009.

ECONOMIC COMMISSION FOR LATIN AMERICA AND THE CARIBBEAN (ECLAC). *Renewable Energy sources in Latin America and the Caribbean: situation and policy proposals*. Germany: GTZ, may/2004.

ELETROBRÁS. *Dados mensais do montante de energia elétrica fornecido ao PROINFA*. Rio de Janeiro: ELETROBRÁS - Centrais de Geração de Energia Elétrica (CGEE), 2009. Disponível em http://www.eletrabras.gov.br/EM_Programas_Proinfa. Acesso em nov./ 2010.

_____. *Plano de suprimento aos requisitos de energia elétrica até o ano 2000*. Rio de Janeiro: MME/ELETROBRÁS, 1982.

_____. *Plano Nacional de Energia Elétrica 1993-2015*. v. 1, 2 e 3. Rio de Janeiro: MME/ELETROBRÁS, 1993.

_____. *Projeto PROINFA*. Disponível em <http://www.eletrabras.gov.br>, capturado em abr./2010.

ELETRONUCLEAR – Eletrobrás e Termonuclear S.A. *Panorama da Energia Nuclear no mundo*. Edição jun./2009. Documento. Disponível em <http://www.eletronuclear.gov.br>, capturado em mar./2010.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). *Plano Nacional de Energia 2030 – Geração Termonuclear*. Brasília: Ministério de Minas e Energia, 2006.

EMPRESA METROPOLITANA DE TRANSPORTES URBANOS (EMTU). *Ônibus movido a hidrogênio é testado em São Paulo*. Secretaria dos Transportes Metropolitanos/ Governo do Estado de São Paulo. Informativo mai./2009. Disponível em <http://www.emtu.gov.br>. Acesso em jun./2011.

FEDERAL MINISTRY FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT. *Renewable Energy in Central Ásia. Regional Report on Potentials and Markets – 8 Country Analyses*. Germany: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), 2009.

FEDERAL RESERVE (FED). *Preço médio anual de petróleo entre 1970 e 2000*. Statistics & Historical Data. Washington, D.C.: FED, 2003. Disponível em <http://www.federalreserve.gov/econresdata>. Acesso em jul./2009.

FERREIRA, Omar Campos. *Petróleo no Brasil*. Texto para discussão. Caderno Economia & Energia, ano IX, nº 51, ago./set. 2005.

FIGUEIREDO, Cristina Brunet. *Volatilidade e mudanças estruturais: impactos na indústria de petróleo*. Anais: V Congresso Nacional de Excelência em Gestão, Rio de Janeiro: UFF, jul./2009.

FISCHER, David. *History of the International Atomic Energy Agency : the first forty years*. Vienna: The Agency, 1997.

FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE MINAS GERAIS (FAPEMIG). *CEMIG e FAPEMIG investem R\$ 150 milhões em pesquisas do setor elétrico*. Disponível em <http://www.fapemig.br/destaques>. Acesso em jun./2011.

FURTADO. André Tosi. *Energia, economia e mercado*. Disponível em <http://www.conciencia.br/reportagens/2004/12/16>. Acesso em set./2009.

FURTADO, Celso. *Teoria e política do desenvolvimento econômico*. São Paulo: Victor Civita Editor, 1983.

GAVRONSKI, Jorge Dariano. *Carvão mineral e as energias renováveis no Brasil*. Tese (Doutorado em Engenharia). Programa de Pós Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: UFRGS, 2007.

GOLDEMBERG, José. *Energia e desenvolvimento*. São Paulo: USP. Revista Estudos Avançados, n.12, (33), 1988. p. 7-15.

_____. *Energia, meio ambiente & desenvolvimento*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1998.

_____; JOHANSSON, Thomas; REDDY, Amulya K.N. et. Al. *Energia para o desenvolvimento*. São Paulo: Editora T.A Queiroz, 1987.

_____; LUCON, Oswaldo. *Energia e meio ambiente no Brasil*. São Paulo: USP. Revista Estudos Avançados, v. 21, n. 59, p. 7-20, jan./abr. 2007.

_____. *Energias renováveis: um futuro sustentável*. São Paulo: REVISTA USP, n.72, p. 6-15, dez./fev. 2006-2007.

GONDIM, Joaquim. *Aproveitamento do potencial hidráulico para geração de energia elétrica*. Brasília: Agência Nacional das Águas (ANA), 2005.

GUERRINI, Iria Müller. *Fontes alternativas de energia*. São Paulo: CDCC/USP – São Carlos. Disponível em <http://www.fisica.cdcc.sc.usp.br>. Acesso em jun./2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Domicílios com iluminação elétrica no Brasil e por regiões entre 1993 e 2004*. Brasília: Ministério do Planejamento. Diretoria de Pesquisa, Coordenação de Trabalho e Rendimentos, Pesquisa Nacional de Amostra por Domicílio 1993/2004 (2004). Disponível em <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em set./2010.

INSTITUTO DE ESTUDOS PARA O DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL (IEDI). *Economia Verde: energias renováveis*. Carta IEDI, n. 441. São Paulo: IEDI, 12 de nov./2010. Disponível em <http://www.iedi.org.br/cartas>. Acesso em nov./2010.

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (IAEA). *Nuclear Safety Review for 2006*. IAEA Annual Report. Viena/Áustria: IAEA, 2006.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). *Innovations in National Energy Efficiency Strategies and Action Plans*. Working Paper. Disponível em <http://www.iea.org/textbase/papers>. Acesso em mar./2009.

_____. *U.S. Energy Information Administration. Independent Statistics and Analysis*. Disponível em <http://www.eia.doe.gov>. Acesso em jul./2010.

KALDOR, Nicholas. *The essencial Kaldor*. New York: Holmes & Meier, 1989.

LA ROVERE, Emilio Lebre. *Alternativa à crise energética: em busca de um estilo de desenvolvimento menos intensivo em energia*. In: ROSA, Luiz Pinguelli (Org.). *Energia e crise*. Rio de Janeiro: Editora Vozes, 1984.

LEITE, Antonio Dias. *A energia do Brasil*. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira, 1997.

_____. *A energia do Brasil*. 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

LEMOS, Haroldo Mattos. *A agenda 21 no Brasil*. Comitê Brasileiro do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. Instituto Brasil PNUMA, 2006. Disponível em <http://www.brasilpnuma.org.br/agenda21>. Acesso em jul./2009.

LEMOS, Rafael. *Ônibus híbridos entram em teste no Rio*. Revista Veja on line. Publicado em 07 jun./2011. Disponível em <http://www.veja.abril.com.br/noticias>. Acesso em jul./2011.

LESSA, Carlos (Org.). *O Brasil à luz do apagão*. Rio de Janeiro: Editora Palavra & Imagem, 2001.

LIMA, José Edmilson de Souza. *Economia ambiental, ecológica e marxista versus recursos naturais*. Curitiba: Revista da FAE, v.7, n.1, jan./jun. 2004. p.119-127.

MARTINS, Rafael D'Almeida. A importância da economia ecológica para o debate sobre a possibilidade de crescimento econômico com "sustentabilidade". Revista do CENTRO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM POLÍTICAS SOCIAIS E QUALIDADE DE VIDA (CEPPS), jul./2007. Disponível em <http://www.cepps.org.br>. Acesso em jun./2010.

MATTOZO, Vânia. *Fontes alternativas de e/ou renováveis de energia*. Caderno Digital de Informação sobre Energia, Ambiente e Desenvolvimento. Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em <http://www.guiafloripa.com.br/energia>. Acesso ago./2006.

MENEZES, Éderson Luiz e PINTO, Danilo Pereira. *Fontes de Energia Alternativa no Brasil*. Laboratório de Eficiência Energética (LEENER). Juiz de Fora (MG): LEENER/UFJF, 2007. Disponível em <http://leener.ufjf.br/downloadsartigos>. Acesso em jan./2009.

MERICO, Luiz Fernando Krieger. *Introdução à Economia Ecológica*. Blumenau (SC): Edifurb, 2002.

MICHELLON, Ednaldo; SANTOS, Ana Aracelly Lima e RODRIGUES, Juliano Ricardo Alves. *Breve descrição do pro-álcool e perspectivas futuras para o etanol produzido no Brasil*. Anais: XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural (SOBER), Rio Branco (AC), jul./2008.

MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA (MINFRA). *Plano Diretor de Meio Ambiente do Setor Elétrico 1991/93*. v. 1 e 2. Rio de Janeiro, 1990.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). *Mudanças climáticas e qualidade ambiental*. Brasília/DF, 2009. Disponível em <http://www.mma.gov.br>.

_____. *Balanço Energético Nacional 2006: ano base 2005*. Relatório final. Rio de Janeiro: EPE, 2006.

_____. *Balanço Energético Nacional 2007: ano base 2006*. Relatório final. Rio de Janeiro: EPE, 2006.

_____. *Balanço Energético Nacional 2008: ano base 2007*. Relatório final. Rio de Janeiro: EPE, 2006.

_____. *Balanço Energético Nacional 2009: ano base 2008*. Relatório final. Rio de Janeiro: EPE, 2006.

_____. *Balanço Energético Nacional 2010: ano base 2009*. Relatório final. Rio de Janeiro: EPE, 2006.

_____. *Matriz Energética Nacional 2030*. Brasília: MME/EPE, 2007. 254p.

_____. *Plano Decenal de Expansão de Energia Elétrica 2006/2015*. Brasília: MME/EPE, 2006. 76p.

_____. *Plano Decenal de Expansão de Energia 2008/2017*. Rio de Janeiro: MME/EPE, 2009.

_____. *Plano Nacional de Energia 2030*. Rio de Janeiro: MME/EPE, 2007. 408p.

_____. *Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica - PROINFA*. Brasília: MME, 2009. Disponível em <http://www.mme.gov.br/proinfa>. Acesso em dez./ 2009.

_____. *Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB)*. Brasília: MME, 2010. Disponível em <http://www.mme.gov.br/proinfa>. Acesso em dez./ 2010.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). *Plano de Implementação da Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável*. Disponível em <http://www.mma.gov.br>. Acesso em set./2009.

MONTES, Paulo Marcelo de Figueiredo. *O potencial do consumo de gás natural pelo setor industrial no Brasil*. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Programa de Pós-Graduação em Engenharia. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2000. 366p.

NAREDO, José Manuel. *Economía y sostenibilidad: la economía ecológica en perspectiva*. Polis – Revista Académica Universidad Bolivariana, v. 1, n. 1, 2001.

NÚCLEO DE ANÁLISE INTERDISCIPLINAR DE POLÍTICAS E ESTRATÉGIAS DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (NAIPPE). *O Brasil no contexto energético mundial*. São Paulo: USP v. 6, Nova Série, 2009.

OLIVEIRA, Gilson Batista e LIMA, José Edmilson de Souza. *Elementos endógenos do desenvolvimento regional: considerações sobre o papel da sociedade local no processo de desenvolvimento sustentável*. In: Revista FAE, Curitiba, v.6, n.2, mai./dez. 2003. p. 29-37.

_____. *O desenvolvimento sustentável em foco: uma contribuição multidisciplinar*. Curitiba: São Paulo: Annablume, 2006. 168p.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD)/INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). *Inovations in National Energy Efficiency Strategies and Action Plans*. Paris: IEA, 2009. Disponível em <http://www.iea.org/about.asp>, capturado em out./2010.

_____. *Statistics & Balances 2010*. Paris: IEA, 2010. Disponível em <http://www.iea.org>. Acesso em jan./2011.

ORGANISATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). *Environmental Outlook to 2030*. Paris: Secretary-General OECD, 2008.

ORGANISATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT (OECD)/INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). *Natural Gas. Market Review 2009*. Paris, 2009. Disponível em <http://www.iea.org>. Acesso em jan./2010.

ORGANIZAÇÃO DOS ESTADOS AMERICANOS (OEA). *Desarrollo Integrado de La Energia – Experiências Registradas en la Organización de los Estados Americanos* – Secretaria General. Washington, D.C., 1988. Disponível em www.oas.org/usde/publications. Acesso em mar./2009.

_____. *Sobre a OEA – Quem somos*. Washington, D.C.: OEA. Disponível em <http://www.oas.org>. Acesso em jul./2010.

ORGANIZAÇÃO DOS ESTADOS IBERO-AMERICANOS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA. *Histórico do planejamento energético no Brasil*. Espanha: 2010. Disponível em: <http://oei.es/divulgacioncientifica>. Acesso em jan./2011.

PATUSCO, João Antonio Moreira. *Planejamento energético x desenvolvimento econômico e social*. Caderno Economia & Energia, n. 27, jul./ago. 2001. Disponível em <http://ecen.com>. Acesso em out./2010.

PAULA, Ericson de. *Energía para el Desarrollo de América del Sur*. São Paulo: Mackenzie, 2002. 410p.

PAZ DE SOUZA, Roberta Fernanda. *Economia do Meio Ambiente: aspectos teóricos da Economia Ambiental e da Economia Ecológica*. Anais: XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural (SOBER). Rio Branco (AC), jul./2008.

PEREIRA, Osvaldo Soliano; REIS, Tereza Mousinho e ARAÚJO, Rafael. *Uma análise do potencial do PROINFA para gerar emissões certificadas de redução de CO₂ sob dois diferentes cenários*. Revista Brasileira de Energia, v. 11, n.2. Minas Gerais: SBPE, 2005. p.1-13.

PERROUX, F. *A economia do século XX*. Lisboa: Herder, 1967.

PETROBRÁS. *Relatório de sustentabilidade 2009 - Informações sobre reservas*. Rio de Janeiro: Petrobrás, 2009. Disponível em <http://www.petrobras.com.br>. Acesso em ago./2010.

PIMENTA, Marcio Correa e REZENDE, Paulo Fernando Vieira Souto. *A evolução do PROINFA: acompanhamento da implantação das PCHs*. Rio de Janeiro: ELETROBRÁS, 2007. Disponível em <http://www.cerpch.unifei.edu.br>. Acesso em dez./2010.

PINTO JR., Helder Queiroz (Org.) et al. *Economia da Energia – Fundamentos Econômicos, evolução histórica e organização industrial*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

PIRES, José Cláudio Linhares; GOSTKORZEWICZ, Joana e GIAMBIAGI, Fabio. *O cenário macroeconômico e as condições de oferta de energia elétrica no Brasil*. Texto para discussão nº 85. Rio de Janeiro: BNDES, mar./2001.

PLANO DE IMPLEMENTAÇÃO DA CÚPULA SOBRE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. Documento. Disponível em <http://www.mma.gov.br>. Acesso em dez./2009.

PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA DO BRASIL. *Política Nacional de Mudanças Climáticas - lei nº 12.187/09*. Brasília: Casa Civil, 2009. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil>. Acesso em mai./2010.

PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. *Lei nº 10.847/04 – Criação da EPE*. Brasília (DF): Presidência da República/Subchefia da Casa Civil, 15 de março de 2004.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (PNUD). *Energia limpa beneficia locais de menor IDH*. Brasília, 2004. Disponível em <http://www.pnud.org.br/energia>. Acesso em out./2009.

_____. *Human Development Report*. Nova York. Oxford University Press, 2004. Disponível em <http://undp.org/undp/hdro>. Acesso mai./2006.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MEIO AMBIENTE (PNUMA). *Convenção-Quadro das Nações Unidas Sobre Mudança do Clima*. Documento. Disponível em <http://www.brasilpnuma.org.br>. Acesso em set./2009.

RAMOS, Luiz Pereira; KUCEK, Karla Thomas et al. *Biodiesel – um projeto de sustentabilidade econômica e socioambiental para o Brasil*. In: Revista Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento, n. 31, jul./dez. 2003.

ROMEIRO, Ademar Ribeiro. *Economia ou economia política da sustentabilidade?* Texto para Discussão. São Paulo: IE/UNICAMP, n. 102, set./2001.

ROUGHGARDEN, Joan (2001). *Guide to Diplomatic Relations with Economists*. Bulletin of the Ecological Society of America, Commentary: January, 2001 apud: MARTINS, Rafael D'Almeida. A importância da economia ecológica para o debate sobre a possibilidade de crescimento econômico com "sustentabilidade". Revista do CENTRO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM POLÍTICAS SOCIAIS E QUALIDADE DE VIDA (CEPPS). jul./2007. Disponível em <http://www.cepps.org.br>. Acesso em out./2008

ROSA, Rui Namorado. *Economia e energia em desenvolvimento não sustentado*. Disponível em http://www.janelanaweb.com/digitais/rui_rosa3.html. Acesso em ago./2006.

RUTTAN, Vernon W. *Technology, growth, and development: an induced innovation perspective*. New York: Oxford University Press, 2001.

SANTOS, Gustavo Antônio Galvão; BARBOSA, Eduardo Kaplan; SILVA, José Francisco Sanches e ABREU, Ronaldo da Silva. *Por que as tarifas foram para os céus? Propostas para o setor elétrico brasileiro*. Rio de Janeiro: Revista do BNDES, v.14, n.29, p.435-474, jun./2008.

SCHAEFFER, Roberto; COHEN, Claude; ALMEIDA, Mauro Araújo et al. *Energía y pobreza: los problemas del desarrollo energético y los grupos sociales marginados en las zonas rurales y urbanas del Brasil*. Nações Unidas – CEPAL. División de Recursos Naturales e Infraestructura. Santiago de Chile: CEPAL, sep./2003. Disponível em <http://www.eclac.d/publicaciones/xml>. Acesso em out./2009.

SCOTT, Richard. *The 20 years of Intenational Energy Agency – 1974/1994: origins and structure*. v.1, OECD/IEA. France: Head of Publications Service, 1994.

SECRETARIA DE COMUNICAÇÃO SOCIAL DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA (SECOM). *Em oito anos, treze milhões de pessoas conquistaram acesso à energia elétrica*. Boletim SECOM, n. 1189. Brasília: Governo Federal/SECOM, 20 de dez./2010.

SECRETARIA DE ENERGIA DO GOVERNO FEDERAL (SENER). *Energías Renovables para el Desarrollo Sustentable en México*. México City: Deutsche Gessellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), 2006.

SMITH, Rebecca. *A nova matemática da energia alternativa*. The Wall Street Journal. Nova York, 23 fev./2007. Disponível em <http://yaleglobal.yale.edu/diplay/article>. Acesso em nov./2009.

SÖDERBAUM, Peter. *Values, ideology and politics in ecological economics*. Sweden, Malardalen University, Ecological Economics 28, 1999. p. 161–170

SOUZA, Nali de Jesus. *Desenvolvimento Econômico*. 5ª ed. São Paulo: Atlas, 2005.

SOUZA, Paulo Renato. *Entendendo a questão ambiental: temas de economia, política e gestão do meio ambiente*. Santa Cruz do Sul: Edunisc, 2000. 461p.

SUSLICK, Saul. *Energia que vem do campo*. Caderno Campo e Lavoura n. 1120. Porto Alegre: Jornal Zero Hora, 16 de junho de 2006. p.1-3.

TOLMASQUIM, Maurício T.; GUERREIRO, Amílcar e GORINI, Ricardo. *Matriz energética brasileira: uma prospectiva*. Caderno Novos Estudos, n.79, Brasília: EPE, nov./2007.

_____. *Matriz energética brasileira: uma prospectiva*. Revista Novos Estudos, n. 79. p. 47-69. São Paulo: CEBRAP, 2007

TORTELLI, Odilon Luís. *Sistemas Elétricos de Potência (SEP)*. Curitiba: Departamento de Energia Elétrica da UFPR, 2009. Disponível em <http://www.eletrica.ufpr.br>. Acesso em jan./2011.

TREBAT, Nicholas Miller e ALMEIDA, Edmar. *A crise na Bolívia e seus impactos para a indústria de gás*. Boletim INFOPETRO – Petróleo & Gás Brasil. Rio de Janeiro: Grupo de Economia da Energia da UFRJ, ano 5, n. 6, jul./2004.

TROBE, Sarah La e GREEN, Joanne. *Cúpula Mundial sobre o Desenvolvimento Sustentável: água e desastres – transformando palavras em ações*. Londres: Tearfund, 2003. Disponível em <http://tilz.tearfund.org>. Acesso em mar./2010.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP) e ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO TRABALHO (OIT). *Green Jobs: Towards decent work in a sustainable, low-carbon world*. Kenya: United Nations Office at Nairobi (UNON), 2008. Disponível em http://www.unep.org/civil_societypublications. Acesso em fev./2010.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). *Plano de Ação – Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente Humano*. Documento. Disponível em <http://www.unep.org>. Acesso em mar./2009.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE. *Treaty Series*. Documento. New York: United Nations, vol. 1771, mai/1997. p. 107. Disponível em: <http://untreaty.un.org>. Acesso em out./2010.

VAINER, Carlos e NUTI, Mírian. *A integração energética sul-americana: subsídios para uma agenda socioambiental*. Brasília (DF): INESC, 2008.

VIANA, Fabiana Gama. *Luz no Campo e Luz para Todos: duas experiências em busca da plena universalização dos serviços de energia elétrica no Brasil*. Artigos Técnicos do Núcleo Interdisciplinar de Planejamento Energético (NIPE). São Paulo: UNICAMP, 2008.

_____. *Luz no Campo e Luz para Todos: duas experiências em busca da plena universalização dos serviços de energia elétrica no Brasil*. São Paulo: Núcleo Interdisciplinar de Planejamento Energético (NIPE) da Universidade Estadual de Campinas – Unicamp, 2008 apud: SIMÕES, André Felipe; DUBEUX, Carolina Burle Schmidt. Relatório Workshop

Desenvolvimento e Clima: a Expansão Sustentável do Acesso à Energia Elétrica no Brasil. Rio de Janeiro, 2003.

_____. *Luz no Campo e Luz para Todos: duas experiências em busca da plena universalização dos serviços de energia elétrica no Brasil*. São Paulo: Núcleo Interdisciplinar de Planejamento Energético (NIPE) da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), 2008 apud FUGIMOTO, Sergio Kinya. *A Universalização do Serviço de Energia Elétrica – Acesso e Uso Contínuo*. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade de São Paulo. São Paulo, 2005.

WEIGMANN, Paulo Roberto. *Um enfoque empreendedor e as implicações que o tema transversal e as práticas interdisciplinares afetam na conservação de energia no CEFET/SC*. In: Seminário Internacional de metrologia Elétrica. Rio de Janeiro, 2002 apud BARROS, Evandro Vieira. *A matriz energética mundial e a competitividade das nações: bases de uma nova geopolítica*. In: Revista ENGEVISTA, v. 9, n. 1, p. 47-56, jun./ 2007.

WORLD BANK, MINISTRY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY, DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR TECHNISCHE ZUSAMMENARBEIT (GTZ). *Clean Development Mechanism in China – Taking a proactive and sustainable approach*. Washington, D.C., jun./ 2004.

YOSHIDA, Consuelo Yatsuda Moromikato. *Mudanças climáticas, Protocolo de Kioto e o princípio da responsabilidade comum, mas diferenciada. A posição estratégica singular do Brasil. Alternativas energéticas, avaliação de impactos, teses desenvolvimentistas e o papel do Judiciário*. Conferências. INDB – 12º Congresso Internacional de Direito Ambiental, v.1, 2008. Disponível em <http://www.planetaverde.org>. Acesso em jun./2010.

ZIMMERMANN, Márcio. *Planejamento Energético*. Brasília (D.F): Ministério de Minas e Energia (MME), 2007. Disponível em <http://www.mme.gov.br>. Acesso em mar./2010.

ANEXOS

ANEXO A

Emissões de dióxido de carbono (CO2) per capita (em toneladas)

HDI Rank	Country	1990	2000	2005	2006	Classificação
6	Liechtenstein	..	..	..	..
30	Andorra	..	..	..	..
49	Montenegro	..	..	..	..
60	Serbia	..	..	..	..
103	Micronesia (Federated States of)	..	..	..	..
141	Lesotho	..	..	..	..
..	Monaco	..	..	..	..
..	San Marino	..	..	..	..
..	Tuvalu	..	..	..	..
38	Qatar	25,2	56,3	58,7	56,2	1
32	United Arab Emirates	29,4	39,0	33,1	32,8	2
47	Kuwait	19,0	31,9	33,3	31,2	3
39	Bahrain	24,1	30,4	27,2	28,8	4
59	Trinidad and Tobago	13,9	18,8	23,4	25,3	5
24	Luxembourg	26,0	18,9	24,8	24,5	6
4	United States	19,0	20,2	19,5	19,0	7
2	Australia	17,4	17,2	18,0	18,1	8
8	Canada	16,2	17,5	17,3	16,7	9
..	Oman	5,6	9,2	12,6	16,3	10
55	Saudi Arabia	13,2	14,3	15,5	15,8	11
37	Brunei Darussalam	25,0	19,6	15,8	15,5	12
..	Nauru	14,4	13,5	14,1	14,1	13
34	Estonia	16,4 1	11,7	13,6	13,1	14
27	Singapore	15,6	13,0	13,8	12,8	15
16	Finland	10,2	10,1	10,4	12,7	16
66	Kazakhstan	15,9 1	8,5	11,7	12,6	17
28	Czech Republic	12,7	11,5	11,3	11,3	18
65	Russian Federation	13,9 1	9,8	10,5	10,9	19
5	Ireland	8,8	11,1	10,6	10,4	20
7	Netherlands	11,2	10,6	10,7	10,3	21
15	Israel	7,4	10,3	9,5	10,3	22
18	Belgium	10,8	11,5	10,5	10,3	23
11	Japan	9,5	9,9	10,2	10,1	24
12	Korea (Republic of)	5,6	9,6	9,9	9,9	25
19	Denmark	9,8	8,8	8,6	9,9	26
10	Germany	12,1 1	10,1	9,7	9,7	27
26	United Kingdom	10,0	9,3	9,2	9,4	28
35	Cyprus	6,8	8,7	9,0	9,2	29
53	Libyan Arab Jamahiriya	9,2	9,3	9,3	9,2	30
87	Turkmenistan	7,2 1	7,9	8,6	9,0	31
117	Equatorial Guinea	0,4	0,6	9,0	8,8	32
22	Greece	7,2	8,4	8,9	8,7	33
1	Norway	7,4	8,6	13,1	8,6	34
25	Austria	7,9	7,6	8,8	8,6	35

110	South Africa	9,1	8,1	8,5	8,6	36
..	Seychelles	1,6	7,0	8,1	8,6	37
41	Poland	9,1	7,8	7,9	8,3	38
23	Italy	7,5	7,8	8,0	8,1	39
20	Spain	5,9	7,4	8,2	8,0	40
29	Slovenia	6,4 1	7,3	7,5	7,6	41
3	New Zealand	6,7	8,1	7,3	7,4	42
17	Iceland	8,1	7,7	7,4	7,4	43
57	Malaysia	3,1	5,4	7,1	7,2	44
61	Belarus	9,6	5,9	6,6	7,1	45
31	Slovakia	8,4 1	6,6	7,0	7,0	46
68	Bosnia and Herzegovina	1,2 1	6,0	6,5	7,0	47
69	Ukraine	11,9	6,2	7,0	6,9	48
70	Iran (Islamic Republic of)	4,0	5,1	6,3	6,6	49
43	Bahamas	7,6	5,9	6,5	6,5	50
33	Malta	6,3	5,5	6,4	6,3	51
58	Bulgaria	8,7	5,4	6,1	6,3	52
75	Venezuela (Bolivarian Republic of)	6,2	5,9	5,7	6,3	53
14	France	7,0	6,2	6,5	6,2	54
..	Palau	15,7	6,1	5,8	5,8	55
36	Hungary	6,0	5,5	5,8	5,7	56
40	Portugal	4,4	6,2	6,2	5,7	57
9	Sweden	6,0	5,6	5,7	5,6	58
13	Switzerland	6,3	5,4	5,6	5,6	59
21	Hong Kong, China (SAR)	4,8	6,1	5,8	5,5	60
94	Suriname	4,5	4,9	5,3	5,4	61
71	The former Yugoslav Republic of Macedonia	5,6 1	6,0	5,5	5,3	62
51	Croatia	3,7 1	4,5	5,2	5,2	63
..	Antigua and Barbuda	4,9	4,5	4,9	5,1	64
42	Barbados	4,0	4,1	4,5	4,6	65
50	Romania	6,8	4,0	4,2	4,6	66
89	China	2,1	2,7	4,3	4,6	67
80	Jamaica	3,4	4,0	3,8	4,5	68
46	Argentina	3,5	3,8	4,1	4,4	69
92	Thailand	1,8	3,3	4,3	4,3	70
102	Uzbekistan	5,3 1	4,8	4,2	4,3	71
44	Lithuania	6,0	3,5	4,1	4,2	72
67	Azerbaijan	5,9 1	3,8	4,2	4,2	73
56	Mexico	4,6	3,8	4,1	4,1	74
84	Algeria	3,1	3,8	4,2	4,0	75
..	Lebanon	3,1	4,1	4,4	3,8	76
45	Chile	2,7	3,9	3,6	3,7	77
82	Jordan	3,2	3,2	3,8	3,6	78
83	Turkey	2,6	3,3	3,4	3,6	79
100	Mongolia	4,5	3,0	3,4	3,6	80
..	Korea (Democratic People's Rep. of)	12,2	3,4	3,5	3,6	81

111	Syrian Arab Republic	2,9	3,8	3,5	3,5	82
48	Latvia	5,1 1	2,6	3,1	3,3	83
..	Iraq	2,8	3,0	3,2	3,2	84
72	Mauritius	1,4	2,3	2,7	3,1	85
78	Belize	1,7	2,8	3,0	2,9	86
107	Maldives	0,7	1,8	2,3	2,9	87
..	Saint Kitts and Nevis	1,6	2,2	2,8	2,7	88
98	Botswana	1,6	2,5	2,5	2,6	89
..	Cuba	3,1	2,3	2,2	2,6	90
77	Ecuador	1,6	1,7	2,3	2,4	91
81	Tunisia	1,6	2,1	2,3	2,3	92
..	Grenada	1,3	2,0	2,2	2,3	93
..	Saint Lucia	1,2	2,2	2,3	2,3	94
101	Egypt	1,4	2,1	2,4	2,2	95
52	Uruguay	1,3	1,6	1,8	2,1	96
88	Dominican Republic	1,3	2,3	2,1	2,1	97
54	Panama	1,3	2,0	1,9	2,0	98
99	Moldova (Republic of)	4,8 1	1,6	2,1	2,0	99
104	Guyana	1,6	2,2	2,0	2,0	100
73	Brazil	1,4	1,9	1,9	1,9	101
86	Fiji	1,1	1,1	2,0	1,9	102
62	Costa Rica	1,0	1,4	1,7	1,8	103
..	Dominica	0,9	1,5	1,7	1,7	104
..	Saint Vincent and the Grenadines	0,7	1,4	1,6	1,7	105
93	Gabon	6,6	1,0	1,4	1,6	106
..	Marshall Islands	1,0	1,5	1,5	1,6	107
76	Armenia	1,1 1	1,1	1,4	1,5	108
108	Indonesia	0,8	1,2	1,5	1,5	109
114	Morocco	0,9	1,2	1,6	1,5	110
63	Peru	1,0	1,2	1,4	1,4	111
64	Albania	2,3	1,0	1,4	1,4	112
79	Colombia	1,6	1,4	1,3	1,4	113
105	Namibia	0,0	0,9	1,3	1,4	114
85	Tonga	0,8	1,2	1,3	1,3	115
119	India	0,8	1,1	1,3	1,3	116
74	Georgia	2,9 1	1,0	1,1	1,2	117
95	Bolivia (Plurinational State of)	0,8	1,0	1,0	1,2	118
113	Viet Nam	0,3	0,7	1,2	1,2	119
109	Kyrgyzstan	2,5	0,9	1,1	1,1	120
90	El Salvador	0,5	0,9	0,9	1,0	121
106	Honduras	0,5	0,8	1,1	1,0	122
112	Tajikistan	3,9 1	0,7	0,9	1,0	123
133	Yemen	0,8 1	„	„	1,0	124
116	Guatemala	0,6	0,9	0,9	0,9	125
121	Swaziland	0,5	1,1	0,9	0,9	126
125	Pakistan	0,6	0,7	0,8	0,9	127
..	Samoa	0,8	0,8	0,9	0,9	128
97	Philippines	0,7	1,0	0,9	0,8	129
115	Nicaragua	0,6	0,8	0,8	0,8	130
169	Zimbabwe	1,6	1,2	0,9	0,8	131

..	Occupied Palestinian Territories	„	0,3	0,7	0,8	132
96	Paraguay	0,5	0,7	0,6	0,7	133

ANEXO B

Energy and Resources — Energy Consumption: Total energy consumption
Units: Thousand tonnes of oil equivalent (ktoe)

		2005
--	--	------

World

World 11,433,918

	ISO	2005
--	-----	------

Country

Brazil BRA 209,534

Footnotes

No footnotes

Source

©OECD/IEA. International Energy Agency (IEA) Statistics Division. 2006. *Energy Balances of OECD Countries (2006 edition)* and *Energy Balances of Non-OECD Countries (2006 edition)*. Paris: IEA. Available at <http://data.iea.org/ieastore/default.asp>.

ANEXO C

Energy and Resources — Energy Consumption: Total energy consumption per capita

Units: Kilograms of oil equivalent (kgoe) per person

Download

View Technical Notes

View General Notes

2005

World

World 1,778.0

ISO 2005

Country

Brazil BRA 1,124.0

Download

View Technical Notes

View General Notes

Footnotes

No footnotes

Source

© OECD/IEA. International Energy Agency (IEA) Statistics Division. 2007. *Energy Balances of OECD Countries (2008 edition)* and *Energy Balances of Non-OECD Countries (2007 edition)*. Paris: IEA. Available at <http://data.iea.org/ieastore/default.asp>.

ANEXO D

Energy and Resources — Energy Consumption: Total energy consumption per capita

Units: Kilograms of oil equivalent (kgoe) per person

	Country		2005
1	Qatar	QAT	19.466,0
2	Iceland	ISL	12.209,4
3	Bahrain	BHR	11.180,0
4	Kuwait	KWT	11.102,0
5	United Arab Emirates	ARE	10.354,0
6	Luxembourg	LUX	10.137,8
7	Trinidad and Tobago	TTO	9.736,0
8	Netherlands Antilles	ANT	9.057,0
9	Canada	CAN	8.472,6
10	United States	USA	7.885,9
11	Norway	NOR	7.153,2
12	Brunei Darussalam	BRN	7.062,0
13	Singapore	SGP	6.932,0
14	Finland	FIN	6.555,0
15	Saudi Arabia	SAU	6.068,0
16	Australia	AUS	5.897,5
17	Belgium	BEL	5.891,7
18	Sweden	SWE	5.780,3
19	Oman	OMN	5.440,0
20	Gibraltar	GIB	5.432,0
21	Netherlands	NLD	5.048,8
22	Taiwan	TWN	4.621,0
23	Russian Federation	RUS	4.519,0
24	Czech Rep	CZE	4.418,6
25	Korea, Rep	KOR	4.415,4
26	France	FRA	4.396,8
27	New Zealand	NZL	4.218,0
28	Germany	DEU	4.187,0
29	Japan	JPN	4.135,3
30	Austria	AUT	4.134,7
31	United Kingdom	GBR	3.894,6
32	Estonia	EST	3.786,0
33	Ireland	IRL	3.656,0
34	Slovenia	SVN	3.655,0
35	Denmark	DNK	3.634,3
36	Switzerland	CHE	3.599,3
37	Slovakia	SVK	3.502,8
38	Kazakhstan	KAZ	3.462,0
39	Turkmenistan	TKM	3.381,0
40	Cyprus	CYP	3.367,0
41	Spain	ESP	3.339,6
42	Libyan Arab Jamahiriya	LBY	3.254,0
43	Italy	ITA	3.169,1
44	Ukraine	UKR	3.043,0

45	Israel	ISR	2.816,0
46	Greece	GRC	2.794,0
47	Hungary	HUN	2.757,4
48	South Africa	ZAF	2.722,0
49	Belarus	BLR	2.720,0
50	Hong Kong	HKG	2.603,0
51	Bulgaria	BGR	2.592,0
52	Portugal	PRT	2.574,1
53	Lithuania	LTU	2.515,0
54	Poland	POL	2.429,0
55	Malaysia	MYS	2.418,0
56	Iran, Islamic Rep	IRN	2.381,0
57	Malta	MLT	2.349,0
58	Venezuela	VEN	2.293,0
59	Serbia and Montenegro	YUG	2.066,0
60	Latvia	LVA	2.050,0
61	Croatia	HRV	2.000,0
62	Chile	CHL	1.815,0
63	Uzbekistan	UZB	1.798,0
64	Romania	ROU	1.772,0
65	Mexico	MEX	1.701,2
66	Azerbaijan	AZE	1.649,0
67	Argentina	ARG	1.644,0
68	Lebanon	LBN	1.559,0
69	Thailand	THA	1.557,0
70	Jamaica	JAM	1.445,0
71	Macedonia, FYR	MKD	1.346,0
72	China	CHN	1.316,0
73	Jordan	JOR	1.296,0
74	Bosnia and Herzegovina	BIH	1.270,0
75	Gabon	GAB	1.243,0
76	Turkey	TUR	1.185,9
77	Brazil	BRA	1.124,0
78	Botswana	BWA	1.073,0
79	Iraq	IRQ	1.067,0
80	Algeria	DZA	1.058,0
81	Korea, Dem People's Rep	PRK	943,0
82	Syrian Arab Rep	SYR	940,0
83	Mongolia	MNG	916,0
84	Cuba	CUB	905,0
85	Costa Rica	CRI	883,0
86	Armenia	ARM	848,0
87	Moldova, Rep	MDA	845,0
88	Tunisia	TUN	843,0
89	Uruguay	URY	836,0
90	Egypt	EGY	828,0
91	Dominican Rep	DOM	827,0
92	Indonesia	IDN	814,0
93	Panama	PAN	804,0
94	Ecuador	ECU	789,0
95	Nigeria	NGA	789,0
96	Albania	ALB	767,0
97	Zimbabwe	ZWE	747,0

98	Georgia	GEO	718,0
99	Namibia	NAM	679,0
100	El Salvador	SLV	673,0
101	Paraguay	PRY	673,0
102	Nicaragua	NIC	648,0
103	Guatemala	GTM	634,0
104	Colombia	COL	627,0
105	Angola	AGO	621,0
106	Viet Nam	VNM	617,0
107	Zambia	ZMB	611,0
108	Bolivia	BOL	578,0
109	Kyrgyzstan	KGZ	544,0
110	Philippines	PHL	538,0
111	Honduras	HND	537,0
112	Tanzania	TZA	532,0
113	Tajikistan	TJK	531,0
114	Mozambique	MOZ	516,0
115	Sudan	SDN	508,0
116	Kenya	KEN	503,0
117	Peru	PER	494,0
118	India	IND	491,0
119	Pakistan	PAK	490,0
120	Sri Lanka	LKA	478,0
121	Morocco	MAR	458,0
122	Côte d'Ivoire	CIV	432,0
123	Cameroon	CMR	428,0
124	Ghana	GHA	404,0
125	Cambodia	KHM	354,0
126	Nepal	NPL	338,0
127	Togo	TGO	325,0
128	Yemen	YEM	321,0
129	Benin	BEN	306,0
130	Ethiopia	ETH	304,0
131	Congo	COG	300,0
132	Congo, Dem Rep	COD	295,0
133	Haiti	HTI	293,0
134	Myanmar	MMR	291,0
135	Senegal	SEN	261,0
136	Eritrea	ERI	175,0
137	Bangladesh	BGD	171,0

Fonte:

[International Energy Agency \(IEA\) Statistics Division. 2007. Energy Balances of OECD Countries \(2008 edition\) and Energy Balances of Non-OECD Countries \(2007 edition\). Paris: IEA. Available at http://data.iea.org/ieastore/default.asp.](http://data.iea.org/ieastore/default.asp)

ANEXO E

Data PIB - paridade do poder de compra (PPC) - per capita - US\$ - Banco Mundial, World Development Indicators (WDI) - WDI_PIBPPCCAP

1980	3.443,11
1981	3.644,02
1982	3.891,03
1983	3.795,60
1984	4.041,78
1985	4.392,29
1986	4.750,85
1987	4.968,97
1988	5.039,76
1989	5.305,78
1990	5.183,68
1991	5.359,40
1992	5.375,31
1993	5.662,03
1994	5.997,33
1995	6.296,27
1996	6.456,22
1997	6.690,83
1998	6.668,56
1999	6.683,95
2000	7.020,56
2001	7.171,50
2002	7.378,81
2003	7.523,09
2004	8.074,79
2005	8.505,42
2006	9.028,31
2007	9.804,29
2008	10.434,38
2009	10.366,88

Fonte: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA (2010)
<http://www.ipeadata.gov.br>