

# A transição da matriz energética mundial: ênfase nos recursos renováveis

Fábio da Silva Machado<sup>A</sup>  
Nícia Moreira da Silva Santos<sup>B</sup>  
Sheila Caetano Haak<sup>C</sup>  
Gilca Garcia de Oliveira<sup>D</sup>  
Vitor de Athayde Couto<sup>E</sup>

## Resumo

Neste artigo analisam-se as matrizes energéticas mundial e brasileira, do ponto de vista da inserção de fontes renováveis de energia. Diversos fatores justificam a importância dos atuais estudos sobre energia, dentre eles, o anunciado esgotamento das fontes energéticas à base de combustíveis fósseis, a expansão da demanda industrial nos países emergentes e a maior eficiência energética aliada a menores índices de poluição. Identificou-se que as fontes não-renováveis ainda compõem o maior percentual da oferta energética mundial, todavia, perdendo espaço sistematicamente para as fontes renováveis. Analisando-se a realidade brasileira, constatou-se o mesmo fenômeno, porém, com maior velocidade no aumento da participação das fontes renováveis, sinalizando um movimento de inversão da supremacia na matriz nacional. Dentre os fatores que justificam a referida evolução mundial destacam-se os altos custos da energia à base de petróleo; a maior demanda energética pelos países emergentes, nos últimos anos; o aprofundamento das discussões ambientais, voltadas principalmente para a redução dos níveis de poluição; e o maior incremento das fontes energéticas alternativas renováveis. O Brasil, que historicamente apresentou forte presença relativa das fontes renováveis na sua matriz, com destaque para as hidroelétricas e o carvão vegetal, desponta como importante fornecedor de biocombustíveis. Destaca-se o bioetanol, principal vocação brasileira desde a década de 1970, além do biodiesel. Essas são as alternativas que vêm experimentando maior crescimento na participação das fontes renováveis na matriz energética brasileira. Para que esse ritmo seja mantido – ou até incrementado –, faz-se necessário o convencimento da opinião internacional sobre os benefícios desse processo de substituição.

**Palavras-chave:** Matriz energética. Brasil. Biocombustíveis. Petróleo. Fontes de energia renováveis.

## Abstract

World and Brazilian energy matrices are analysed in this article, from the viewpoint of inserting renewable energy sources. Various factors justify the importance of current studies on energy, including the announced depleting energy sources based on fossil fuels, expanding industrial demands in emerging countries and greater energy efficiency associated to lower pollution levels. It has been identified that non-renewable sources still form the largest percentage of world energy supplies. However, they are systematically losing ground to renewable sources. The same phenomenon can be noted when analysing the Brazilian reality but has increased participation in renewable sources at a faster rate, signalling a movement to reverse this supremacy in the national matrix. Among the factors which justify the above-mentioned world evolution, high oil based energy costs; a higher energy demand from emerging countries in recent years; in depth environmental discussions, principally concerned with reducing pollution levels and a larger increase in alternative renewable energy sources are highlighted. Brazil, which historically had a strong presence with regards to renewable sources in its matrix, highlighting hydroelectric and charcoal, emerges as an important biofuel supplier. Bio-ethanol is accentuated, the principal Brazilian mission since the 1970s, as well as biodiesel. These are the alternatives which have been experiencing the greatest growth in renewable fuel participation in the Brazilian energy matrix. In order that this rhythm is maintained, or even increased, it is necessary to convince international opinion on the benefits of this substitution process.

**Keywords:** Energy matrix. Brazil. Biofuels. Oil. Renewable energy sources.

<sup>A</sup> Mestre em Economia e graduado em Ciências Econômicas pela Universidade Federal da Bahia (UFBA). cantofa@ig.com.br

<sup>B</sup> Mestre em Economia e graduada em Ciências Econômicas pela Universidade Federal da Bahia (UFBA). niciasantos@hotmail.com

<sup>C</sup> Mestre em Economia e graduada em Ciências Econômicas pela Universidade Federal da Bahia (UFBA). scheylahaack@ig.com.br

<sup>D</sup> Doutora em Economia Aplicada pela Universidade Federal de Viçosa (UFV); graduada em Engenharia Agrônoma pela Universidade Federal de Lavras (UFLA); professora do Curso de Mestrado em Economia da Universidade Federal da Bahia (CME-UFBA).

<sup>E</sup> Pós-doutor pelo Instituto de Altos Estudos Mediterrâneos (IAM), Montpellier, Universidade de Paris I e Universidade de Rouen; doutor em Estudos Rurais Integrados pela Universidade de Toulouse II (Le Mirail); professor titular da Universidade Federal da Bahia (UFBA), professor do Curso de Mestrado em Economia (CME-UFBA).

## INTRODUÇÃO

Apesar de representar componente significativo das matrizes energéticas, o emprego das fontes energéticas não-renováveis vem sendo substituído gradativamente pela utilização de fontes renováveis, tanto no plano mundial quanto brasileiro. Diversos são os fatores relacionados a esse comportamento: elevação dos preços mundiais do petróleo e derivados, como gás natural e óleos combustíveis; exigências ambientais, principalmente em relação à redução das emissões de dióxido de carbono na atmosfera; incerteza quanto às reservas petrolíferas existentes; e ampliação da demanda energética mundial, causada pelo acelerado crescimento econômico nos países emergentes e com grandes populações, a exemplo da China, Índia e Brasil.

Este trabalho, na forma de artigo, é subproduto de uma pesquisa mais ampla. O seu objetivo é analisar o comportamento do mercado brasileiro no ambiente de transição das matrizes energéticas mundiais, com base na elevação da produção e do consumo de fontes renováveis de energia. O artigo divide-se em três partes, além desta introdução.

Na primeira parte, apresenta-se um breve panorama das matrizes energéticas mundiais, com base nos dados do Relatório Anual da Agência de Informação Energética dos EUA, de 2008, principalmente no que diz respeito às informações sobre produção, consumo e preços de energia. Na segunda parte, discutem-se os principais fatores relacionados à transição energética observada atualmente, como a expansão da demanda mundial por energia; a elevação dos preços mundiais da principal fonte primária; e a questão ambiental. Na terceira parte, referente ao caso brasileiro, analisa-se o comportamento da matriz energética nacional, observando-se se esta vem seguindo a tendência mundial de elevação do emprego das fontes de energia renovável.

De fato, as análises e previsões levantadas neste artigo permitiram ilustrar uma série de possibilidades

e incertezas relativas ao debate energético, que estão intrinsecamente ligadas às questões políticas e ao desenvolvimento tecnológico, assim como aos níveis de preços e ao crescimento das economias mundiais.

Em nível mundial, combustíveis líquidos são a fonte de energia que cresce mais lentamente, enquanto as fontes renováveis e o carvão mineral são os que mais se elevam. Comparativamente, os custos do carvão são mais baixos que os custos dos combustíveis líquidos e o gás natural, o que permite que esta fonte ainda seja uma melhor escolha econômica. Dados fatores como a alta de preços dos combustíveis fósseis, elevação do consumo dos combustíveis, discussões quanto aos impactos ambientais e as incertezas em relação às reservas energéticas disponíveis, tem-se a perspectiva de aumentos e incentivos para o consumo e produção das fontes de energia renováveis.

A partir dessas considerações, compreende-se mais fielmente a trajetória da inserção das fontes energéticas renováveis na matriz energética brasileira. Apesar do potencial natural brasileiro e *know-how* das empresas nacionais, o aproveitamento hidrelétrico mantém sua participação praticamente inalterada em razão, principalmente, do elevado custo inicial dos projetos e das barreiras impostas pelas autoridades ambientais.

A utilização da lenha/carvão vegetal, que teve sua maior representatividade até a década de 1970, vem, sistematicamente, cedendo espaço para outras alternativas, em especial os biocombustíveis. Apesar da resistência dos principais países desenvolvidos em admitir a importância dessa fonte energética, o biodiesel, e principalmente o bioetanol, mantém sua trajetória ascendente de inserção na matriz energética brasileira.

Conclui-se destacando que o Brasil continua revelando forte presença de fontes renováveis na sua matriz energética, quando comparada ao resto do mundo. Essa participação, cada vez mais efetiva, decorre principalmente da combinação entre disponibilidade de recursos naturais e capacidade técnica para transformação de materiais biológicos em energia.

**A utilização da lenha/  
carvão vegetal, que teve sua  
maior representatividade  
até a década de 1970,  
vem, sistematicamente,  
cedendo espaço para outras  
alternativas, em especial os  
biocombustíveis**

## BREVE PANORAMA DA MATRIZ ENERGÉTICA MUNDIAL

A identificação das principais matrizes energéticas mundiais baseia-se nos dados que se encontram no relatório da *Energy Information Administration (EIA)*. São apontadas projeções, de 2000 até 2030, dividindo-se a análise em demanda e oferta de energia.

Analisando-se o consumo mundial por tipo de energia explicitado na Tabela 1, a começar pelo petróleo, verifica-se que em muitas regiões do mundo o montante consumido vem declinando diante da alta de preços, com exceção do uso no setor de transportes, que mantém crescimento por causa da falta de fontes alternativas capazes de competir em larga escala. Espera-se que os produtores ligados à Organização dos Países Exportadores de Petróleo (OPEP) mantenham seu mercado de oferta de petróleo estável, investindo apenas na capacidade incremental da sua produção convencional, que representa aproximadamente 40% da produção mundial. A principal justificativa baseia-se na ameaça de redução nos preços decorrente de uma possível elevação na oferta, dado o interesse em se manter elevado o nível de preços.

O consumo mundial de gás natural, segundo EIA (2008), aumentará em média 52%, entre 2005 e 2030. Espera-se que essa fonte substitua o petróleo, quando possível, pois produz menos dióxido de carbono que o carvão e demais produtos derivados do petróleo. Espera-se também que o gás natural venha a ser uma significativa fonte de energia para o setor industrial, com participação de aproximadamente 43%, até 2030. No ano de 2006, o consumo dos países fora da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) superou os países membros da OCDE. Estimam-se crescimentos com taxa média de 2,3% anual para os países que não são da OCDE e de 1,0% para os da OCDE.

Ainda em relação ao gás natural, o consumo na América do Norte está projetado para crescer a uma taxa média de 0,6%, até 2030. Em 2010, a

participação desse consumo poderá atingir 21%. Historicamente, esse continente tem sido o maior produtor e consumidor de gás natural. No Canadá, o seu consumo está projetado para crescer à taxa de 1,5% ao ano. No México, espera-se crescimento em todos os setores, projetando-se aumento no seu consumo para geração de eletricidade. Na OCDE Europa, o consumo está projetado para crescer a uma taxa de 1,4% ao ano. No Japão e na Coreia do Sul, a demanda está projetada para crescer à taxa média de 0,7% e 2,2% ao ano, respectivamente.

Do total dos países que compõe a não OCDE Europa e Eurásia, a participação do gás natural representa 51% da sua energia. A Rússia é o segundo maior consumidor, perdendo somente para os EUA. Os demais países da não OCDE contam com 46% do total de energia combinada. Na China e Índia, o gás natural é menor no *mix* de todas as energias, representando apenas 3% e 8%, respectivamente, do consumo mundial. No Oriente Médio, o consumo cresce à taxa média anual de 1,9% e na África, 3,5%. Na América do Sul e Central a demanda cresce à taxa média de 2,8% ao ano. No Brasil, a produção de gás natural tem crescido com taxa média de 5,2% ao ano.

A alta de preços do gás natural tem incentivado o uso de tecnologia limpa de carvão. O carvão participou com 24% do total da energia utilizada em 2002 e 27%, em 2005. Essa fonte tem crescido nos últimos anos, dado o crescimento do consumo na China, que praticamente dobrou e ameaça aumentar fortemente no futuro. Como o carvão é a fonte básica da crescente economia chinesa, segundo EIA (2008), representará 71% do aumento do consumo do carvão mundial. Na ausência de políticas e acordos internacionais que limitem ou reduzam a emissão de gás no meio ambiente, o consumo de carvão mundial está projetado para aumentar de 123 quadrilhões de BTU, em 2005, para 202 quadrilhões de BTU<sup>1</sup>, em 2030, ou seja, uma taxa média anual de 2%, representando 29% do consumo de energia mundial. Os raros países onde decresce o

<sup>1</sup> British Thermal Units.

**Tabela 1**  
Consumo mundial de energia primária – 1981-2005

Tipo de energia/Grupo de países	(Padrão Americano de Unidade) 1981-2005								
	1981	1984	1987	1990	1993	1996	1999	2002	2005
<b>Petróleo (milhões de barris por dia)</b>									
Total mundial	60.944	59.817	63.097	66.632	67.509	71.544	75.599	78.016	83.607
OCDE	39.491	37.692	39.342	41.566	43.210	45.895	47.742	47.870	49.617
Não OCDE	21.453	22.125	23.754	25.066	24.300	25.649	27.857	30.146	33.991
<b>Outros grupos</b>									
OCDE Europa	13.802	12.819	13.327	13.720	14.255	14.935	15.283	15.284	15.515
OPEC	3.085	3.500	3.921	4.536	5.104	5.453	5.859	6.709	7.651
União Europeia	13.742	12.658	13.055	13.379	13.815	14.420	14.687	14.686	14.925
IEA	37.386	35.670	37.118	39.224	41.002	43.659	45.270	45.416	46.978
<b>Gás natural (trilhões cubic feet)</b>									
Total mundial	53.513	59.692	66.312	73.370	77.086	82.231	85.196	92.653	103.700
OCDE	32.887	32.978	33.662	36.823	40.223	45.410	47.113	49.775	51.966
Não OCDE	20.626	26.713	32.650	36.547	36.863	36.820	38.083	42.878	51.734
<b>Outros grupos</b>									
OCDE Europa	9.437	10.146	11.145	11.601	12.723	15.053	16.045	17.161	19.291
OPEC	2.478	3.596	4.771	5.500	6.448	7.990	9.029	10.231	12.510
União Europeia	10.796	11.628	12.627	12.831	13.609	15.871	16.274	17.306	19.110
IEA	31.285	31.236	31.851	34.946	38.632	43.604	45.162	47.473	49.414
<b>Carvão (milhões tons)</b>									
Total mundial	4.221	4.677	5.127	5.266	4.956	5.192	4.999	5.272	6.483
OCDE	2.281	2.423	2.570	2.556	2.332	2.386	2.360	2.459	2.568
Não OCDE	1.940	2.254	2.557	2.710	2.624	2.806	2.639	2.813	3.915
<b>Outros grupos</b>									
OCDE Europa	1.284	1.332	1.410	1.304	1.040	984	880	896	905
OPEC	3	5	7	10	14	19	25	36	48
União Europeia	1.346	1.398	1.470	1.336	1.084	1.015	877	912	909
IEA	1.942	2.046	2.163	2.225	2.112	2.170	2.172	2.283	2.388
<b>Energia hidroelétrica (bilhões kilowatt-hora)</b>									
Total mundial	1.746,8	1.933,9	2.005,9	2.148,9	2.322,1	2.494,4	2.596,1	2.596,8	2.900,0
OCDE	1.094,1	1.175,9	1.145,5	1.179,5	1.250,1	1.325,4	1.333,2	1.252,3	1.258,5
Não OCDE	652,7	758,0	860,4	969,4	1.072,0	1.169,0	1.262,9	1.344,5	1.641,5
<b>Outros grupos</b>									
OCDE Europa	419,9	437,9	447,5	439,2	484,8	471,5	509,5	490,7	480,9
OPEC	27,9	33,2	46,4	55,1	72,1	76,5	82,8	86,8	111,5
União Europeia	293,6	300,6	302,2	275,5	313,2	318,7	337,3	312,1	301,3
IEA	1.060,3	1.144,2	1.116,9	1.146,8	1.214,8	1.283,5	1.288,2	1.213,2	1.217,4
<b>Energia elétrica nuclear (bilhões kilowatt-hora)</b>									
Total mundial	778,6	1.196,9	1.654,0	1.908,8	2.081,6	2.291,5	2.393,1	2.545,3	2.625,6
OCDE	689,7	1.000,0	1.411,5	1.634,6	1.810,5	1.995,6	2.093,2	2.177,7	2.226,6
Não OCDE	88,9	196,8	242,5	274,2	271,1	295,9	299,9	367,6	399,0
<b>Outros grupos</b>									
OCDE Europa	293,6	485,0	657,7	743,3	813,5	867,9	887,0	923,1	929,0
OPEC	0	0	0	0	0	0	0	0	0
União Europeia	288,5	480,6	649,0	734,5	820,6	879,8	896,1	941,3	944,9
IEA	684,6	992,7	1.390,6	1.608,4	1.794,2	1.976,9	2.071,3	2.151,3	2.199,4
<b>Energia geotérmica, solar, eólica, madeira e lixo (bilhões kilowatt-hora)</b>									
Total mundial	33,2	52,8	66,9	127,1	156,3	178,8	221,4	284,5	369,7
OCDE	25,1	40,4	53,4	112,2	137,7	153,0	183,7	234,0	309,6
Não OCDE	8,1	12,4	13,5	15,0	18,6	25,8	37,7	50,4	60,1
<b>Outros grupos</b>									
OCDE Europa	13,6	13,9	17,5	19,7	31,2	41,2	62,6	99,7	160,0
OPEC	0	0,2	0,7	1,1	1,0	2,2	3,7	5,9	6,3
União Europeia	13,0	13,3	16,7	18,5	30,0	39,2	59,5	96,3	155,5
IEA	23,7	38,3	48,5	106,8	131,5	146,9	176,3	226,0	296,6

Fonte: Energy Information Administration - International Energy Annual, 2005.

consumo de carvão encontram-se na Europa, além do Japão, países cujas populações crescem lentamente ou até decrescem; contudo, a demanda por eletricidade é crescente, embora lenta. O gás natural, energia nuclear e as renováveis são mais empregadas para a geração de eletricidade do que o carvão.

No mundo inteiro, o consumo de eletricidade e de fontes renováveis de energia aumenta a uma taxa média de 2,1% ao ano. Isso significa, em termos

quantitativos, passar de 35 quadrilhões de BTU para 59 quadrilhões de BTU, entre 2005 e 2030 (EIA, 2008).

Nos países que não integram a OCDE, o crescimento no consumo de energias renováveis está projetado, em larga escala, com base na energia hidroelétrica em países da Ásia e da América do Sul e Central, possuidores de projetos de usinas hidroelétricas ou de plantas já em construção. Nas nações da OCDE, a hidroeletricidade encontra-se bem estabelecida, com exceção do Canadá e Turquia, que possuem ainda poucos projetos. Outro dado que se visualiza é o aumento no consumo de fontes de energias renováveis não hidroelétricas, especialmente de origem eólica e da biomassa. Muitos países da OCDE têm incentivado o uso dessas fontes renováveis, pois reduzem a emissão de gases e promovem a segurança energética. Nos países da OCDE, a geração de energia renovável tende a crescer 1,6% ao ano, de 2005 a 2030, mais rápido que todas as outras fontes de eletricidade de geração, exceto o gás natural.

Analisando-se o consumo de energia, por setor, identifica-se que o consumo de energia residencial participa com aproximadamente 15% do consumo da energia mundial. Países da OCDE usam mais energia que os países da não OCDE, devido ao maior nível de renda. Dados do EIA 2008 revelam ainda que, em alguns países da não OCDE, utilizam-se largamente madeira e lixo nas residências, para aquecer e cozinhar, principalmente na África subsaariana, China e Índia. Cerca de 55% da população chinesa rural usa biomassa para cozinhar. Na Índia essa população ainda é maior, alcançando 87% (EIA, 2008).

Atividades econômicas mais modernas, integradas e complexas asseguram maiores níveis de renda, e, com isso, amplia-se a demanda pelo uso de

serviços de hotéis, restaurantes etc., além de novos negócios. Em 2005, o consumo de energia comercial nos países da não OCDE foi de apenas 1,2 milhões de BTU comparado aos países da OCDE, que registraram 16,4 milhões de BTU. Para os países da não OCDE estimam-se crescimentos maiores que nos países da OCDE, aproximadamente 3,3% por ano.

No setor industrial, a demanda energética varia de acordo com o país, conforme níveis de atividade econômica, desenvolvimento tecnológico, populacional, entre outros fatores. Economias vinculadas à OCDE geralmente possuem mais operações energéticas industriais eficientes, além de um *mix* de indústria pesada, o que não ocorre nos países da não OCDE. Espera-se que China, Índia e outros países da não OCDE, fixados na Ásia, apresentem maior crescimento nesse setor. Cerca de 77% da energia chinesa é consumida pelo setor industrial.

Analisando-se a produção energética mundial, com base nos dados apresentados na Tabela 2, observa-se que, atualmente, o volume de combustíveis convencionais produzido pelos países membros da OPEP (óleo cru, gás natural, produtos de refinarias) é de aproximadamente 12,4 milhões de barris por dia, enquanto os países da não OPEP contribuem com 8,6 milhões de barris por dia.

Os preços mundiais têm encorajado produtores nos países não OPEP, que visam não só à produção de combustíveis convencionais, como também elevam seus investimentos em fontes não convencionais. A elevação dos preços dos combustíveis fósseis acaba atraindo investimentos em áreas antes consideradas economicamente inviáveis, como no Cazaquistão, América do Sul (Brasil) e Canadá.

Estima-se que a produção de petróleo da não OCDE Europa e Eurásia deverá aumentar de 11,9 milhões de barris por dia, em 2005, para 18,9 milhões de barris por dia, em 2030. Mais da metade da produção é atribuída à Rússia, que, sozinha, deverá produzir quatro milhões de barris por dia, em 2030. No Brasil, a projeção de crescimento é de 4,4% ao ano, de 2005 a 2030, resultado da produção de 3,8 milhões de barris por dia, com base no cenário apoiado em recentes descobertas

de óleo e gás nas Bacias de Campos e Santos. A produção norte-americana, ao contrário, está projetada para diminuir em média 0,5% ao ano, até 2030, em consequência da exaustão de atratividade no Canadá e da falta de capital para o desenvolvimento nos campos do México, especialmente nas águas profundas do Golfo do México. O futuro da produção norte-americana está na produção de fontes não convencionais (EIA, 2008).

Produtores da não OPEP Ásia projetam aumentar sua produção de 7,2 milhões de barris por dia, em 2005, para 8,6 milhões de barris por dia, em 2030. A China, maior produtor não OPEP, projeta atingir um consumo de quatro milhões de barris por dia, em 2030. Por sua vez, a Índia projeta produzir aproximadamente 1,2 milhões de barris por dia. Nesses dois países, esperam-se também aumentos na produção de biocombustíveis e carvão mineral. Estima-se que a produção de combustíveis

(Continua)

Tabela 2  
Produção mundial de energia primária – 1980-2005

Tipo de energia/Grupo de países	(Quadrilhões (10 <sup>15</sup> ) Btu), 1980-2005								
	1981	1984	1987	1990	1993	1996	1999	2002	2005
<b>Petróleo (milhões de barris por dia)</b>									
Total mundial	125,479	122,604	127,424	136,216	136,184	145,322	150,216	153,821	169,277
OCDE	35,811	40,359	39,817	38,067	39,426	43,122	42,125	42,895	39,623
Não OCDE	89,668	82,245	87,607	98,149	96,759	102,200	108,090	110,926	129,655
<b>Outros grupos</b>									
OCDE Europa	5,814	8,090	8,800	8,864	10,523	13,883	13,871	13,547	11,358
OPEC	49,901	39,297	42,021	52,721	57,256	61,285	63,887	62,233	74,071
União Europeia	5,220	7,008	7,053	5,590	5,818	7,458	7,645	6,994	5,553
IEA	30,398	33,889	33,766	31,891	32,942	36,267	35,150	35,348	31,674
<b>Gas natural (trilhões cubic feet)</b>									
Total mundial	55,563	61,782	68,484	75,901	78,426	84,009	87,875	96,671	105,331
OCDE	31,160	29,636	29,449	31,462	34,201	38,076	38,752	41,434	39,881
Não OCDE	24,403	32,146	39,035	44,439	44,224	45,933	49,122	55,238	65,450
<b>Outros grupos</b>									
OCDE Europa	7,228	7,071	7,425	7,195	8,370	10,258	10,129	10,923	11,019
OPEC	3,864	5,682	7,196	8,544	9,919	11,891	14,091	15,806	19,199
União Europeia	7,542	7,464	7,697	7,194	8,048	9,278	8,698	8,797	8,098
IEA	29,938	28,368	28,315	30,329	32,994	36,719	37,246	38,642	38,075
<b>Carvão (milhões tons)</b>									
Total mundial	71,722	78,485	86,128	91,023	84,421	89,136	91,094	97,805	122,246
OCDE	38,794	40,117	42,963	43,411	38,360	40,435	41,099	40,784	41,554
Não OCDE	32,927	38,368	43,164	47,612	46,060	48,701	49,995	57,021	80,692
<b>Outros grupos</b>									
OCDE Europa	16,287	15,357	16,662	14,481	11,346	10,221	9,176	8,311	7,786
OPEC	0,044	0,081	0,128	0,375	0,919	1,478	2,133	2,905	4,153
União Europeia	16,622	15,722	16,944	14,592	11,500	10,468	9,127	8,346	7,791
IEA	33,345	33,773	36,431	38,195	34,669	36,550	37,543	37,675	38,599
<b>Energia hidroelétrica (bilhões kilowattthora)</b>									
Total mundial	18,269	20,190	20,899	22,353	23,939	25,792	26,548	26,417	28,997
OCDE	11,436	12,276	11,935	12,269	12,888	13,705	13,633	12,740	12,584
Não OCDE	6,823	7,914	8,964	10,084	11,051	12,087	12,915	13,677	16,413
<b>Outros grupos</b>									
OCDE Europa	4,389	4,571	4,662	4,569	4,997	4,875	5,210	4,992	4,809
OPEC	0,291	0,347	0,484	0,573	0,743	0,791	0,846	0,883	1,115
União Europeia	3,069	3,138	3,148	2,865	3,229	3,295	3,449	3,175	3,013
IEA	11,083	11,945	11,637	11,929	12,524	13,271	13,173	12,342	12,172
<b>Energia elétrica nuclear (bilhões kilowattthora)</b>									
Total mundial	8,527	12,995	17,644	20,357	22,008	24,110	25,088	26,681	27,473

(Conclusão)

Tabela 2  
Produção mundial de energia primária – 1980-2005

Tipo de energia/Grupo de países	(Quadrilhões (10 <sup>15</sup> ) Btu), 1980-2005								
	1981	1984	1987	1990	1993	1996	1999	2002	2005
OCDE	7,522	10,781	14,904	17,268	19,072	20,919	21,845	22,705	23,242
Não OCDE	1,006	2,214	2,740	3,088	2,936	3,192	3,243	3,976	4,231
<b>Outros grupos</b>									
OCDE Europa	3,158	5,182	6,914	7,860	8,609	9,119	9,310	9,675	9,778
OPEC	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
União Europeia	3,109	5,140	6,825	7,770	8,690	9,259	9,426	9,889	9,965
IEA	7,459	10,691	14,647	16,953	18,882	20,710	21,601	22,408	22,938
<b>Energia geotérmica, solar, eólica, madeira e lixo (bilhões kilowattthora)</b>									
Total mundial	0,510	0,771	0,989	1,696	2,011	2,267	2,773	3,434	4,285
OCDE	0,388	0,580	0,780	1,461	1,739	1,894	2,219	2,723	3,473
Não OCDE	0,122	0,191	0,208	0,235	0,271	0,374	0,554	0,711	0,813
<b>Outros grupos</b>									
OCDE Europa	0,172	0,176	0,217	0,242	0,362	0,469	0,698	1,079	1,674
OPEC	0,000	0,004	0,015	0,023	0,022	0,047	0,078	0,125	0,132
União Europeia	0,164	0,168	0,205	0,226	0,346	0,443	0,654	1,029	1,612
IEA	0,361	0,540	0,680	1,349	1,614	1,769	2,073	2,571	3,249
<b>Produção de biomassa, geotérmico e energia solar não utilizada para geração de eletricidade</b>									
Total mundial	2,593	2,962	2,859	2,288	2,371	2,604	2,402	2,110	2,529
OCDE	2,593	2,962	2,859	2,288	2,371	2,604	2,402	2,110	2,529
Não OCDE	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Outros grupos</b>									
OCDE Europa	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OPEC	0	0	0	0	0	0	0	0	0
União Europeia	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IEA	2,593	2,962	2,859	2,288	2,371	2,604	2,402	2,110	2,529
<b>Total de energia primária</b>									
Total mundial	282,653	299,787	324,427	349,833	349,360	373,240	385,994	406,941	460,139
OCDE	127,704	136,710	142,708	146,226	148,057	160,755	162,075	165,391	162,886
Não OCDE	154,949	163,078	181,719	203,607	201,303	212,486	223,919	241,550	297,254
<b>Outros grupos</b>									
OCDE Europa	37,048	40,449	44,680	43,211	44,207	48,826	48,395	48,527	46,424
OPEC	54,100	45,411	49,844	62,237	68,859	75,491	81,035	81,952	98,671
União Europeia	35,726	38,642	41,873	38,237	37,631	40,202	38,999	38,230	36,031
IEA	115,176	122,168	128,335	132,933	135,996	147,890	149,187	151,096	149,237

Fonte: Energy Information Administration - International Energy Annual, 2005.

não convencionais atingirá 0,2 milhões de barris por dia, sendo 44% atribuí-dos ao carvão mineral e 56% aos biocombustíveis.

Dentre os países que compõem a OPEP, o maior crescimento da produção de combustíveis como o óleo cru, gás líquido e natural está projetado, no Qatar, com taxas anuais médias de 4,3%. No Iraque, essa taxa deverá crescer substancialmente, em torno de 3,1% por ano. Segundo EIA (2008), os conflitos no Iraque serão resolvidos bem antes de 2030, viabilizando a demanda doméstica. De 2015 a 2030,

a taxa de crescimento média anual deverá elevar-se para 4,3%. No Irã, a produção total será restringida por fatores geopolíticos, até 2015. Esses fatores não estão apenas atrelados às questões de relações internacionais, mas também a uma variedade de outros fatores ligados à efetividade operacional das companhias, para viabilizar investidores estrangeiros e do governo em acordar termos contratuais.

Para a Venezuela, a produção de petróleo é contraída pelos investidores sobre ações do governo que nacionalizou o setor de hidrocarbono, como também

pelas possibilidades de alterações contratuais. A produção chegará a 3,5 milhões de barris por dia, em 2030. Isso representa projeções extremamente pessimistas que contrariariam as promessas assumidas de uma produção de 5,5 milhões de barris por dia, em 2020.

Considerando-se o cenário de alta de preços para o petróleo, prospecta-se o desenvolvimento de fontes não convencionais. Essas fontes, que incluem pré-sal, óleo ex-

trapesado, biocombustíveis, carvão e gás natural, serão produzidas em países membros da OPEP e não OPEP. A produção dessas fontes aumentará de 2,5 milhões de barris por dia, em 2005, para 9,7 milhões, em 2030, passando a representar 9% da oferta mundial. Biocombustíveis, incluindo o etanol e o biodiesel, tornar-se-ão importante fonte de oferta de combustíveis não convencionais. A crescente produção de biocombustíveis nos EUA alcançará, em 2030, 1,2 milhões de barris por dia, ou seja, metade da produção de biocombustíveis mundial no período previsto.

Fora da OPEP, a produção dos líquidos não convencionais vem de vários grupos de países e tipos de fontes. Ao todo, a produção de líquidos não convencionais está projetada para aumentar mais que 6,4 milhões de barris por dia, até 2030, sendo 72,4% oriundos de países da OCDE. Para 2030, espera-se que betume e biocombustíveis venham a ter, em volume, maior participação dos países não OPEP, com produção de 3,1 e 2,2 milhões de barris por dia, respectivamente. Os maiores aumentos na produção de combustíveis não convencionais estão projetados para os EUA (um milhão de barris por dia) e Brasil (0,5 milhão de barris por dia). Aumentos de 60 mil barris por dia são previstos para África do Sul, China, Índia e Argentina.

Na África, quase 70% da produção não convencional originam-se de apenas quatro países: Egito (28%), Guiné Equatorial (16%), Sudão (15%) e Congo (10%).

Gás natural e carvão estão crescendo como fontes para a geração de eletricidade. O gás natural participou, em 2005, com 20%, e se espera que atinja 25%, em 2030. Em 2005, o carvão representava 41%, projetando-se, para 2030, uma participação de 46%. Esses valores representam taxas de crescimento anual de 3,1% e 3,7%, respectivamente. No setor de energia elétrica, o gás natural é uma escolha atrativa

para novas plantas de geração, por causa da sua eficiência. Segundo projeções do EIA 2008, a geração de eletricidade contará com 35% do total de consumo do gás natural, em 2030. O crescimento da demanda pelo gás natural está projetado para ocorrer nos países fora do âmbito da OCDE.

### No setor de energia elétrica, o gás natural é uma escolha atrativa para novas plantas de geração, por causa da sua eficiência

Nos EUA e países que compõe a não OCDE Ásia, fatores como a oferta ampla das fontes de carvão, e preços mais altos do óleo e do gás natural, estimulam o emprego do carvão, notadamente por ser uma fonte mais econômica de energia para a geração de eletricidade.

Projeta-se que nos próximos 20 anos a geração de eletricidade mundial chegará a 33,3 trilhões KW/h, quase o dobro em relação ao ano de 2005 (17,3 trilhões KW/h). A mais forte projeção refere-se aos países da não OCDE, onde a eletricidade cresce aproximadamente 4% ao ano, dado o aumento do padrão de vida, aumento da demanda por equipamentos domésticos e a expansão dos serviços comerciais, incluindo hospitais, escritórios imobiliários e shoppings. Na OCDE espera-se um crescimento tímido, de 1,35%, entre 2005 a 2030. Estima-se que quase 32% da população nos países não OCDE (excluídos os da Europa e Eurásia) ainda não têm acesso a eletricidade (quase 1,6 bilhão de pessoas).

Quanto à geração de eletricidade à base de energia nuclear, projeta-se um aumento da ordem de 2,6 trilhões KW/h, em 2005, a 3,8 trilhões KW/h, em 2030. As altas dos preços sobre os combustíveis fósseis, segurança energética e emissões de gás sustentam o desenvolvimento da geração da energia nuclear. O alto capital inicial e os custos elevados de manutenção são fatores que ainda mantêm alguns países longe da expansão dos programas de energia nuclear.

De acordo com EIA (2008), a geração de eletricidade nuclear instalada crescerá de 374 GW, em 2005, para 408 GW em 2030. O declínio da capacidade de geração da energia nuclear é projetado somente para OCDE Europa, pois países como Alemanha e Bélgica têm eliminado a energia nuclear. Os maiores projetos, nesse segmento energético, estão na não OCDE Ásia. Além disso, vários países da OCDE estão aderindo aos programas nucleares, como é o caso da Coreia do Sul, Japão, Canadá. Nos

EUA, o governo estabeleceu regras, em 2006, sobre crédito em impostos para novas plantas nucleares incluídas na política energética de 2005.

O uso de energia hidroelétrica e de outras fontes renováveis continua se expandindo, prevendo-se aumentos médios do consumo de 2,1% ao ano, até 2030. O crescimento dos níveis de preços do gás natural para a geração de energia tem propiciado políticas governamentais e programas de apoio em energias renováveis, o que permite competir economicamente. Espera-se crescimento no setor hidroenergético para Canadá e Turquia, países ligados à OCDE. Contudo, para os demais países dessa organização, espera-se crescimento através de outras fontes como: eólica, solar, geotérmica, resíduos sólidos municipais e biomassa.

Obrigado a reduzir a emissão de gases, a partir do Protocolo de Kyoto, a OCDE Europa mantém como chave o mercado da energia eólica, contando com capacidade de 8.554 MW. Atualmente, estão na Europa sete das dez maiores plantas eólicas do mundo, que contabilizam 60% da capacidade global instalada. Nos EUA a capacidade de energia eólica é de 38%, apoiada por incentivos fiscais. O mercado de energia eólica tem também crescido na não OCDE Ásia, como na China, que gera mais que 3.400 MW, e Índia. A União Europeia possui metas de crescimento de energia renovável em torno de 20%, até 2020, notadamente a partir do regulamento compulsório para os biocombustíveis. Muitos países membros da OCDE oferecem incentivos de produ-

ção, incluindo subsídios e recursos para investimentos em capital, e prêmio em preços para a geração de fontes renováveis.

### PRINCIPAIS FATORES RELACIONADOS À TRANSIÇÃO ENERGÉTICA

Os principais fatores relacionados à transição energética observada atualmente são: a expansão da demanda mundial por energia; a elevação dos preços mundiais da principal fonte primária; e a questão ambiental.

Analisando-se a expansão da demanda mundial por energia, com base na análise dos dados do Relatório anual da Agência de Informação Energética dos EUA de 2008, verifica-se previsão de expansão em 50% do consumo de energia mundial entre 2005 e 2030 (Tabela 3). Prevê-se tal aumento, notadamente, através do crescimento econômico sólido das nações e da expansão das populações dos países em desenvolvimento. Para os países da OCDE, grandes consumidores de energia, têm-se a expectativa de crescimento de consumo à taxa média anual de 0,7%.

No caso das economias emergentes (não OCDE), projeta-se uma elevação de 2,5% na demanda energética, motivada principalmente pelas perspectivas de rápido crescimento da China e Índia. Isso ocorre uma vez que, ao longo das últimas décadas, essas economias influenciaram fortemente o emprego

Tabela 3  
Previsão do consumo energético em kW – 2000-2030

Região	2000	2005	2010	2020	2025	2030	Média anual
							Varição percentual
OECD	240.9	249.7	260.5	269.0	277.6	285.9	0.7
América do Norte	121.3	126.4	132.3	137.8	143.4	148.9	0.8
Europa	81.4	83.9	86.8	88.5	9.4	92.0	0.5
Ásia	38.2	39.3	41.4	42.7	43.7	44.9	0.7
Não-OECD	221.3	262.8	302.5	339.4	374.2	408.8	2.5
Europa e Eurásia	50.7	55.1	59.5	63.3	66.	69.1	1.2
Ásia	109.9	137.1	164.2	189.4	215.3	240.8	3.2
Oriente Médio	22.9	26.4	29.5	32.6	34.7	36.8	1.9
África	14.4	16.5	18.9	20.9	22.5	23.9	2.0
América Central e do Sul	23.4	27.7	30.5	33.2	35.7	38.3	2.0
<b>Total Mundo</b>	<b>462.2</b>	<b>512.5</b>	<b>563.0</b>	<b>608.4</b>	<b>651.8</b>	<b>694.7</b>	<b>1.6</b>

Fonte: Energy Information Administration - International Energy Annual, 2005.

energético. Em 1980, China e Índia representavam menos de 8% do consumo de energia mundial, contudo, em 2005, sua participação aumentou para 18%. Estima-se ainda que tais nações concentrem cerca de ¼ desse consumo em 2030, enquanto países da União Europeia reduzirão sua quota de 22% para 17% no mesmo período.

Para as demais regiões não pertencentes à OCDE, espera-se uma variação relevante, entre 2005 e 2030, com aumentos de até 60% para o Oriente Médio, África, América Central e do Sul. Verifica-se também acréscimo de 36% para Europa e Eurásia (incluindo Rússia e outras antigas repúblicas soviéticas), decorrente de ganhos em eficiência energética.

Muitos são os fatores que influenciam o aumento da demanda energética. Dentre esses, ressaltam: crescimento da população mundial, elevação do produto global, desenvolvimento das economias emergentes e a consequente melhoria das suas condições socioeconômicas.

No que tange à relação entre o crescimento populacional e o consumo de energia nos últimos 150 anos, apresentada pela Figura 1, podem-se tecer algumas considerações, segundo Alves (2005):

- crescimento da população mundial, de 5,35 vezes;
- ampliação do consumo per capita de energia primária, de 2,81 vezes;
- redução no consumo per capita após as duas crises do petróleo, de 1973 e 1979.

Estima-se que quanto maior o crescimento da população mundial, maior será a demanda por energia, e maiores terão de ser os esforços para ampliar a oferta das diversas fontes energéticas.

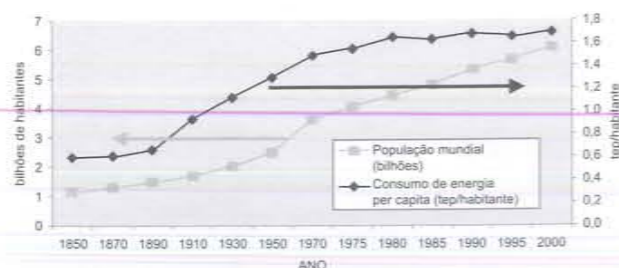


Figura 1  
Evolução da população mundial e de seu consumo de energia – 1850/2000

Fonte: Alves (2005).

Pode-se analisar ainda a relevância do crescimento econômico das nações emergentes com respeito às perspectivas de consumo de energia. Isso ocorre uma vez que se verificam acréscimos no PIB de 5,2% anuais para os países que não compõem a OCDE, em contraste com os filiados à instituição, cujos acréscimos situam-se em torno de apenas 2,3%. As reformas geradas nos países não OCDE, tais como políticas macroeconômicas, liberalização comercial, flexibilização nos regimes de taxas cambiais, déficits fiscais mais baixos, diminuição das taxas de juros, redução das incertezas, ampliação dos investimentos, consecução de reformas macroeconômicas via privatizações, além da criação de um sistema de regulações, tudo isso tem propiciado níveis de crescimento recordes em algumas economias, notadamente na China e Índia.

Dessa maneira, com o significativo crescimento da renda per capita em tais países ocorrerão, consequentemente, ampliações na demanda por energia, sobretudo para o setor de transportes. Estima-se que nos próximos anos a demanda mundial por combustíveis líquidos e outros derivados do petróleo aumentem mais rapidamente no setor de transportes do que em qualquer outro setor de uso final. O transporte compartilha o crescimento de consumo em aproximadamente 52%, em 2005. Cabe ressaltar que nas nações não OCDE o uso da energia em transporte cresce a taxas médias de 2,9% ao ano (IEA, 2008).

Nesse ínterim, destaca-se a influência positiva das condições socioeconômicas sobre o consumo energético. Conforme informações *World Development Indicators (WDI)*, em 2004, nações com Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) médio, ou seja, entre 0.5 e 0.8, consomem entre 0.14 e 5 tep<sup>2</sup> per capita. Outras nações, cujos IDH são baixos, demandam de 0.2 a 0.8 tep per capita. Nações com IDHs superiores, por sua vez, consomem acima de 1 tep per capita. Com isso, as melhorias nas condições de vida das populações mundiais irão resultar numa elevação do consumo de energia. A elevação da demanda energética da China, por exemplo, pode ser explicada em parte pelos avanços na qualidade de vida de sua população nos últimos anos.

<sup>2</sup> Significa tonelada equivalente de petróleo.

A conduta social também influencia o consumo energético, através da utilização de eletrodomésticos, de meios de transporte individuais e do crescimento da indústria. Considerando-se a expectativa de crescimento econômico dos países emergentes, como Brasil, Índia, China, Rússia e México, e a consequente ampliação do bem-estar das suas populações, pode-se prever uma expressiva elevação na demanda energética. Todavia, resta uma indagação: diante de tais perspectivas, as reservas petrolíferas existentes conseguirão satisfazer esse crescimento mundial de consumo de energia?

As atuais reservas petrolíferas encontram-se concentradas geograficamente, sendo que a maior parte encontra-se no Oriente Médio. Segundo dados da ANP, as reservas mundiais de petróleo atualmente somam 1.147,80 bilhões de barris, enquanto seu consumo anual é estimado em 84 milhões de barris/dia. Caso novas reservas não sejam descobertas, é possível que esse combustível fóssil se esgote em meados do século XXI.

Acrescente-se ainda que, com a tendência de diminuição de 4% a 6% ao ano da produção petrolífera global (84 milhões de barris ao dia) e com a crescente ascensão da procura pelo bem (cerca de 2% a 3% anualmente), o cenário das reservas de produção poderá agravar-se. Tem-se ainda que o excesso de capacidade dos países da OPEP vem diminuindo.

Outro fator pertinente à transição energética refere-se à abrupta elevação dos preços de petróleo e seus derivados nos últimos anos. Prova disso é que os preços, em 2007, praticamente duplicaram se comparados aos valores em 2003 (em termos reais). Em meados de julho de 2008, o preço do barril do petróleo atingiu US\$147, bem acima do nível de preço histórico ajustado pela inflação aplicada em 1980. Dentre os principais determinantes da elevação desses preços, desde 2003, enumeram-se: o forte crescimento da demanda nos países não OCDE da Ásia e Oriente Médio; o não crescimento da produção de membros da OPEP, entre 2005 e 2007; o aumento dos custos para exploração dos óleos, a elevação nos preços das *commodities* e o enfraquecimento do dólar.

A alta nos preços, tanto do petróleo quanto de seus principais derivados, como gás natural e óleos combustíveis, faz com que a maioria das nações mantenha seus níveis de consumo atuais ou até reduza esses níveis. Nessa conjuntura, o desenvolvimento de tecnologias e

**Segundo dados da ANP, as reservas mundiais de petróleo atualmente somam 1.147,80 bilhões de barris, enquanto seu consumo anual é estimado em 84 milhões de barris/dia. Caso novas reservas não sejam descobertas, é possível que esse combustível fóssil se esgote em meados do século XXI**

a produção de fontes não convencionais, como as renováveis, mostra-se atrativa. Alguns países vêm implementando políticas governamentais com incentivos ao uso de fontes renováveis, mesmo quando elas ainda não são competitivas economicamente em comparação com os combustíveis fósseis.

As fontes energéticas não renováveis, notadamente pe-

tróleo (e derivados) e carvão mineral, são caracterizadas pelas altas emissões de dióxido de carbono na atmosfera. Neste cenário, os países de alta renda respondem pela maior parte dessas emissões. Em 2000, tais países, que representam apenas 16% da população mundial, foram responsáveis por cerca de 50% da emissão total de CO<sub>2</sub>.

Assim, a questão ambiental constitui-se num elemento essencial para a ampliação do emprego de fontes renováveis. Desde as primeiras discussões referentes aos impactos do desenvolvimento sobre o meio ambiente, realizadas pela ONU, até a consecução do Protocolo de Kyoto, a conscientização em relação às consequências devastadoras da poluição atmosférica – como o efeito estufa e aquecimento global<sup>3</sup> – se intensificou.

Como resposta a tal conscientização, o Protocolo de Kyoto foi assinado, em 1997, por líderes de 84 nações. A partir desse acordo, foi instituído o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, oferecendo grandes oportunidades para a implantação de tecnologias limpas de produção de energia, com recursos oriundos de países desenvolvidos, e para a utilização de combustíveis renováveis. A principal norma do Protocolo é a redução da emissão total de gases formadores do efeito estufa em pelo menos 5%, em relação aos níveis de 1990, no período entre 2008 e 2012. Entretanto, tal meta é distribuída de

<sup>3</sup> No Painel Intergovernamental em Mudança Climática (IPCC), da ONU, foi indicado um aumento da temperatura entre 0,3° C e 0,6° C no século XX, dado como responsável pelo desaparecimento de um percentual de cerca de 8% da capa de gelo ártico nos últimos 30 anos.

forma desigual entre as nações, cabendo 8% para a União Europeia, 7% para os EUA e 6% para o Japão. Para países em desenvolvimento não foram atribuídas metas (ALVES, 2005).

### O CASO BRASILEIRO

Analisando-se a evolução da matriz energética brasileira, apesar da supremacia das fontes não-renováveis (com destaque para o petróleo), destaca-se maior participação das fontes renováveis em comparação com os dados representativos da matriz mundial. Isso pode ser verificado na Tabela 4. Inicialmente observa-se um movimento de maior inserção das fontes renováveis na matriz nacional, saindo de uma participação de 41%, em 2000, para 45,85, em 2009. No sentido oposto, a participação das fontes não-renováveis cai de 59%, em 2000, para 54,2%, em 2007.

É possível admitir nesse momento que o Brasil segue a tendência mundial de maior inserção das fontes energéticas renováveis na sua matriz. As mesmas razões explicitadas para justificar a realidade mundial podem estar associadas à realidade brasileira, acrescentando-se que o mercado interno nacional cresce mais rapidamente do que a maioria dos demais países, exigindo, portanto, de forma mais urgente, soluções energéticas alternativas. Só a título de comparação e voltando a analisar a Tabela 1, mais de 45% de toda a energia consumida no Brasil provém de fontes renováveis, enquanto nos países desenvolvidos essa média é de 10%. Aliado a isso, cabe salientar que o país possui

elevada capacidade produtiva de biocombustíveis e energia hidroelétrica.

Falando inicialmente da realidade hidroelétrica, cumpre destacar que, segundo dados do Ministério das Minas e Energia, a exploração da capacidade hídrica brasileira atinge apenas 27% do seu potencial. Dentre as razões da preferência por hidrelétricas, e até manutenção do percentual de geração energética na matriz nacional, podem-se citar:

- Menor custo por kW produzido (R\$ 1,5 mil por kW instalado);
- Menor risco cambial – diferente do gás natural, por exemplo, que é cotado em dólar;
- Cumpre a desejabilidade de energia limpa;
- Elevado potencial empresarial brasileiro na sua construção.

Entre os fatores explicativos para o reduzido aproveitamento dessa fonte energética em face do potencial existente, os mais importantes são:

- Elevado índice de conflitos com órgãos governamentais;
- Maior volume de investimento inicial, exigindo maior prazo de maturação do projeto;
- Maior distância dos centros consumidores de energia, exigindo altos investimentos na expansão do transporte.

O que se pode concluir sobre a participação das hidroelétricas na matriz energética nacional é que esta fonte não evoluiu na mesma proporção que outras fontes renováveis como o biodiesel, bioetanol, biomassa etc. Os biocombustíveis, fonte de

energia renovável derivada de materiais agrícolas, como plantas oleaginosas, biomassa florestal, cana-de-açúcar etc., acaba ganhando espaço na realidade mundial, e o Brasil vem tentando obter vantagens nesse contexto.

Diversas são as ações governamentais que reforçam a intenção brasileira de aproveitar o seu potencial bioenergético. Adições obrigatórias e voluntárias do biodiesel ao óleo diesel, zoneamentos agrícolas, participações em fóruns e convenções internacionais são alguns exemplos. Independentemente de essa

participação do governo ter ou não ter contribuído para a expansão dos biocombustíveis na matriz energética, o fato é que, quando se discute o caso brasileiro e sua trajetória de inserção dos biocombustíveis na matriz energética nacional, percebe-se a magnitude das pressões externas contra essa lógica. Particularmente os setores de petróleo e de alimentos são os principais opositores. O primeiro considera a evolução dessa fonte energética como a principal ameaça à sua lucrativa existência, e o segundo teme – e já começa a sentir – a elevação dos seus custos de produção decorrente dos aumentos dos preços dos grãos.

O discurso internacional contra o biocombustível brasileiro é pautado nas seguintes considerações:

- Potencializa o desmatamento;
- Promove a redução da oferta de alimentos;
- Elevado índice de queimadas no cultivo da cana;
- Condições precárias de trabalho.

Contra esse discurso, as respostas das autoridades brasileiras ocorrem da seguinte forma:

- A expansão (especialmente da cana) se dá sobre áreas de pastagens e agrícolas pouco exploradas. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e o Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (Cepea), 77% da expansão da cana entre 2002 e 2006 ocorreram sobre pastagens, 12% sobre a área de lavouras e os 11% restantes representaram a inclusão de novas áreas.

• Ainda segundo o Cepea, a maior tecnificação e intensificação da exploração agropecuária promoveu aumento em 18,38 milhões de cabeças de gado nesse período. Há subaproveitamento nas áreas de pastagens. Portanto, é possível e comprovado que se pode aumentar a produção agropecuária simultaneamente à produção de biocombustíveis.

• O governo vem dialogando com os produtores visando inibir a prática das queimadas.

• O governo está intensificando a fiscalização e estimulando os produtores a regularizar a mão de obra na lavoura.

Ainda com relação aos itens 1 e 2, e observando-se a Tabela 5, é possível verificar o potencial de produção adicional em alimentos e energia. O Brasil é hoje considerado o país com maior potencial de terras disponíveis para a produção agrícola. De acordo com dados da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), o país conta com 330,8 milhões de hectares, seguido pela Rússia e Estados Unidos com 164,7 e 158,5 milhões de hectares, respectivamente.

Adicionalmente, não se deve deixar de levar em consideração dois outros importantes argumentos a favor dos biocombustíveis que são sua capacidade de evitar emissões de CO<sub>2</sub>, e, portanto, combater o aquecimento global, e estimular o crescimento de regiões mais pobres, contribuindo para minimizar as desigualdades. Dos biocombustíveis em análise,

**Adicionalmente, não se deve deixar de levar em consideração dois outros importantes argumentos a favor dos biocombustíveis que são sua capacidade de evitar emissões de CO<sub>2</sub>, e, portanto, combater o aquecimento global, e estimular o crescimento de regiões mais pobres, contribuindo para minimizar as desigualdades**

Tabela 4  
Evolução da matriz energética brasileira – 1970-2007

Fonte	1970	1980	1990	2000	2005	2006	2007
Não-renovável	41,6	54,4	50,9	59,0	55,5	55,0	54,2
Petróleo	37,7	48,3	40,7	45,5	38,7	37,8	37,4
Gás natural	0,3	1,0	3,1	5,4	9,4	9,6	9,3
Carvão mineral	3,6	5,1	6,8	7,1	6,3	6,0	6,0
Urânio	0	0	0,4	0,9	1,2	1,6	1,4
Renovável	58,4	45,6	49,1	41	44,5	45,0	45,8
Hidroeletricidade	5,1	9,6	14,1	15,7	14,8	14,8	14,9
Lenha/Carvão vegetal	47,6	27,1	20,1	12,1	13,0	12,7	12,0
Cana-de-açúcar	5,4	8,0	13,4	10,9	13,8	14,5	15,7
Outras	0,3	0,9	1,5	2,3	2,9	3,0	3,2

Fonte: MME, 2008.

Tabela 5  
Distribuição das terras brasileiras – 2008

Usos	Milhões/hectares	%
Pastagens e campos naturais	172	20,21
Lavouras temporárias	55	6,46
Lavouras permanentes	17	2,00
Florestas cultivadas	5	0,59
Unidades de conservação	176	20,68
Áreas indígenas	107	12,57
Áreas de assentamentos	77	9,05
Áreas devolutas	171	20,09
Áreas inexploradas e disponíveis	71	8,34

Fonte: IBGE, 2008.

destaca-se o etanol da cana, que encontra, no Brasil, o maior produtor e exportador do planeta. Segundo dados do Ministério das Minas e Energia, o uso do bioetanol significou, no período de 1970 a 2005, a não emissão de 644 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>. Essa foi, sem dúvida, a fonte renovável que apresentou maior crescimento no Brasil, passando de uma participação de 10,9% na matriz nacional, em 2000, para 15,7%, em 2007.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As análises e previsões levantadas neste artigo permitiram ilustrar uma série de possibilidades e incertezas relativas ao debate energético que estão intrinsecamente ligadas às questões políticas e ao desenvolvimento tecnológico, assim como aos níveis de preços e ao crescimento das economias mundiais.

No plano mundial, os combustíveis líquidos são a fonte de energia que cresce mais lentamente, enquanto as fontes renováveis e o carvão mineral são as que mais se elevam. Comparativamente, os custos do carvão são mais baixos que os custos dos combustíveis líquidos e o gás natural, o que permite que essa fonte ainda seja uma melhor escolha econômica. Dados os fatores como alta de preços dos combustíveis fósseis, elevação do consumo dos combustíveis, discussões quanto aos impactos ambientais e incertezas em relação às reservas energéticas disponíveis, tem-se a perspectiva de aumentos e incentivos para o consumo e produção das fontes de energia renováveis.

A partir dessas considerações, compreende-se mais fielmente a trajetória da inserção das fontes energéticas renováveis na matriz energética brasileira. Apesar do potencial natural brasileiro e do know-how das empresas nacionais, o aproveitamento hidrelétrico mantém sua participação praticamente inalterada, em razão, principalmente, do elevado custo inicial dos projetos e das barreiras impostas pelas autoridades ambientais.

A utilização da lenha/carvão vegetal, que teve sua maior representatividade até a década de 1970, vem, sistematicamente, cedendo espaço para outras alternativas, em especial os biocombustíveis. Apesar da resistência dos principais países desenvolvidos em admitir a importância dessa

fonte energética, o biodiesel, e principalmente o bioetanol, mantém sua trajetória ascendente de inserção na matriz energética brasileira.

Para concluir, cabe destacar que o Brasil mantém forte e histórica presença de fontes renováveis na sua matriz energética, em relação ao resto do mundo. O seu grau de evolução revela uma participação cada vez mais efetiva com o passar dos anos, principalmente em decorrência da disponibilidade natural e capacidade técnica para transformação de materiais biológicos em energia.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, Rex Nazaré. A evolução da matriz energética brasileira - alternativas para 2022. *Comunicação & política*, v. 23, n. 3, set./dez. 2005
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia. *Dados estatísticos*. Brasília, 2008. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br>>. Acesso em: 30 nov. 2008.
- CASTRO, Gleide. Sem nenhum problema de espaço, avanços na agroenergia. *Revista Valor Especial/Biocombustíveis*. 2008.
- IBGE. *Dados estatísticos*. Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 30 nov. 2008.
- EIA - Energy Information Administration, International Energy Annual. 2008. Disponível em: <<http://www.eia.doe.gov>>. Acesso em: 30 nov. 2008.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (Brasil). *Dados estatísticos*. São José dos Campos, 2008. Disponível em: <<http://www.inpe.br>>. Acesso em: 30 nov. 2008.
- VEIGA, Lauro Filho. A estratégia brasileira em defesa do etanol de cana. *Revista Valor Especial/Biocombustíveis*. 2008.
- VIEIRA, Maria Cândida. Sintonia entre ambiente e segurança alimentar. *Revista Valor Especial/Biocombustíveis*. 2008.