

A Matriz de Energia Elétrica Brasileira e a Economia de Baixo Carbono

Cláudio R. Frischtak *

XXI Fórum Nacional - Na Crise Global, o Novo Papel Mundial
dos BRICs (BRIMCs?) e as Oportunidades do Brasil
(Crise como Oportunidade, Através do Plano de Ação)
18 a 21 de maio de 2009



* Presidente, Inter.B Consultoria Internacional de Negócios. O autor contou com a valiosa colaboração de Aleida Auld e Heloísa Jardim.

Versão Preliminar – Texto sujeito à revisões pelo(s) autor(es).

Copyright © 2009 - INAE - Instituto Nacional de Altos Estudos. Todos os direitos reservados. Permitida a cópia desde que citada a fonte. *All rights reserved. Copy permitted since source cited.*

INAE - Instituto Nacional de Altos Estudos - Rua Sete de Setembro, 71 - 8º andar - Rio de Janeiro - 20050-005 - Tel.: (21) 2507-7212 - Fax: (21) 2232-1667 - E-mail: forumnacional@inae.org.br - web: <http://forumnacional.org.br>

A Matriz de Energia Elétrica Brasileira e a Economia de Baixo Carbono

Cláudio R. Frischtak*

I. Introdução

Ao final de 2008, o Plano Decenal de Expansão Energia 2008/2017 foi apresentado à consulta pública¹. Pode-se afirmar que este documento é o instrumento de planejamento setorial de médio e longo prazo em infra-estrutura no país mais completo e sofisticado, e deve ser lido em conjunto com o Plano Nacional de Energia 2030 e o Balanço Energético Nacional, assim como os documentos operacionais do setor. O setor elétrico, por sua vez, conta com uma excepcional institucionalidade, tanto em termos de planejamento, regulação e operação do setor², assim como mecanismos que asseguram o equilíbrio dinâmico do balanço oferta-demanda.

O cerne do Plano Decenal diz respeito à expansão da oferta de energia elétrica no chamado Sistema Interligado Nacional (SIN), por meio da ampliação da capacidade instalada em geração e das interligações entre os subsistemas³, e as condições de atendimento do sistema ao mercado, e conseqüentemente a delimitação do risco anual de déficit e os custos marginais de operação no período⁴. O Plano conclui que o risco de déficit – na chamada “configuração de referência” da oferta de energia elétrica - só é significativo (>5%) se a carga se expandir a taxas bastante elevadas, e mesmo assim em 2014-2015 no subsistema Sul⁵.

* Presidente, Inter.B Consultoria Internacional de Negócios. O autor contou com a valiosa colaboração de Aleida Auld e Heloísa Jardim.

¹ Ver Empresa de Planejamento Energético (EPE), Plano Decenal de Expansão de Energia 2008-2017, em www.epe.gov.br

² Além da EPE, o setor conta com o Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), o Comitê de Monitoramento do Sistema Elétrico (CMSE), a Operadora Nacional do Sistema, o Mercado Atacadista de Energia (MAE), dentre outras instituições.

³ Existe um grau de substitubilidade – e não apenas complementaridade - entre geração e transmissão: quanto maior a capacidade de transporte entre subsistemas, menor a necessidade de expansão do sistema – o chamado “efeito fio”. Do ponto de vista do planejamento setorial, as trocas de energia entre os subsistemas se dão considerando a equalização dos custos marginais, de modo a otimizar os investimentos em geração regional e transmissão entre regiões.

⁴ Ver *ibid*,

⁵ As simulações também apontavam risco de 7,75% no Nordeste em 2009, o que deixou de ser o caso com a queda da demanda de energia no último trimestre de 2008 de corrente da forte desaceleração econômica e do regime de chuvas adequado.

As projeções do Plano Decenal se apóiam numa visão de expansão hidrotérmica que representa uma mudança sensível na composição das fontes de geração, com o crescimento acelerado do uso de óleo combustível (e diesel) e também de fontes alternativas, seguidas do carvão, e um crescimento relativamente modesto da hidroeletricidade. Em particular, a participação das fontes não renováveis cresce de 13,7% da capacidade total em 2008 para 18,9% em 2017, sendo o crescimento projetado do uso de óleo combustível (e diesel), de 20,3 % a.a., é o mais elevado dentre as diversas fontes. Inversamente, a participação hídrica cai de 84,6% para 75,9% no período fruto de um crescimento abaixo da média de todas as fontes (3,75% vs. 5,01%).

O recuo da hidroeletricidade, e a expansão acelerada principalmente do óleo combustível e do carvão, levaram à percepção que o país estaria abrindo mão da natureza “limpa” e ambientalmente adequada da matriz de geração de energia elétrica. Representaria, neste sentido, um retrocesso quando comparado ao esforço das economias desenvolvidas e emergentes de ampliar o uso de fontes renováveis, e minorar o impacto adverso no meio ambiente da geração e consumo de energia.

Ademais, o próprio Plano Decenal destaca o risco de uma utilização mais intensiva de fontes térmicas do ponto de vista da emissão de gás de efeito estufa (GEE)⁶, caso o prazo de obtenção das licenças ambientais sejam mais longos do que aqueles implicitamente assumidos na “configuração básica” da expansão de hidroeletricidade. Quão relevante é esta mudança do ponto de vista da emissão de GEE? De modo mais geral, qual deve ser o foco do país no objetivo de minimizar as emissões de GEE?

Este trabalho se inicia pela discussão do posicionamento do país na emissão de GEE, e a contribuição das principais fontes: mudanças no uso da terra (desmatamento, cultivo rotativo, crescimento da vegetação em áreas agrícolas abandonadas); agricultura; e produção e uso de energia. Os dados analisados pelo trabalho e sintetizados no Quadro 1 são inequívocos: a contribuição do setor energético – e mais particularmente do setor elétrico - é de segunda ordem, com o uso relativamente intenso de energia renováveis e de baixa emissão. Os esforços para minimizar a pegada de carbono no país devem ser centrados na fonte de maior contribuição à emissão dos gases de efeito estufa: o desmatamento da Floresta Amazônica (cerca de 60% do total do país) e melhoras nas práticas do complexo agro-pecuário (26%)⁷.

⁶ Fundamentalmente CO₂, e marginalmente (< 0,1% do total) de CH₄ (metano) e N₂O (óxido nitroso). Já na agropecuária, a emissão se concentra no óxido nitroso e no metano.

⁷ O desafio não apenas ou principalmente do Brasil é considerável. Em 2005 as emissões totais foram da ordem de 45 GtCO₂e, e vêm crescendo a uma taxa de anual de 1,78% a.a. Apenas para fins comparativos, as emissões em 1990 foram de cerca de 36 GtCO₂e (um crescimento implícito da ordem de 1,50% a.a.), e para limitar o aumento da temperatura média da terra em 2° C, haveria necessidade reduzir o nível de emissões de GEE para cerca de 23 GtCO₂e em 2030, representando *uma redução de mais de 50% em*

Quadro 1: Ranking e Valor das Emissões de Gases do Efeito Estufa Total e Principais Setores

	Total	Florestas	Agricultura	Energia	Energia Elétrica
Emissões (em MtCO₂e)	2.313,8	1.372,1	590,5	348,5	56,6 (13,4)*
Posicionamento Geral do Brasil	4°	2°	2°	17°	29° (65°)
Emissão per Capita					
Brasil	13,3	65,58	3,2	1,9	0,3 (0,07)
Mundo	5,4	-	0,9	4,4	1,9
PIB/ Emissões Totais					
Brasil	278,45	37,56 (**)	112,29 (***)	2.530,14	15.046,98
Mundo	782,72	n.a.	106,13	1.587,27	3.663,73

Fonte: Quadros 2-5 e 7. Nota: Total e Desmatamento (2000), Agricultura, Energia e Energia Elétrica (2005); n.a. (não aplicável); * dados em parênteses da EPE. (**) PIB da região amazônica por tCO₂e; (***) PIB agrícola por tCO₂eq

A seção III tem por foco a dinâmica da matriz de energia elétrica no contexto do Plano Decenal, e à luz do *rationale* da diversificação da matriz e dos obstáculos à expansão da oferta de energia limpa da fonte mais tradicional (e abundante): a hidroeletricidade. Do ponto de vista de contribuição para o efeito estufa, a matriz elétrica em 2008 teve impacto marginal; e em 2017 assim permanecerá. Ao mesmo tempo, é inequívoco que a emissão de GEE se eleva, com possíveis efeitos adversos num contexto de forte pressão internacional para a instituição de um imposto carbono. O fato da matriz elétrica já ser ambientalmente eficiente não deveria ser um motivo para se ignorar o custo de oportunidade ambiental de restringir novos projetos hidrelétricos.

A seção IV conclui com o que aqui se denomina de uma agenda mínima pré-Copenhagen: foco no principal – cuidar do bioma amazônico, monitorá-lo estrategicamente e evitar o desmatamento, remunerar a floresta em pé; e instituir um processo de licenciamento ambiental que leve explicitamente em consideração os efeitos positivos da geração hidrelétrica sobre o meio ambiente, e os *trade-offs* envolvidos na postergação e restrição aos projetos.

relação aos níveis atuais (um decréscimo anual da ordem de 3,24% a.a., ou, visto de outra forma, uma inflexão de aproximadamente 5% a.a.). Ver o excelente estudo da McKinsey & Co., Caminhos para uma Economia de Baixa Emissão de Carbono no Brasil, S. Paulo, 2009.

II. A Emissão de Gases do Efeito Estufa e a Matriz de Energia no Brasil

Quais os países que mais emitem GEE? E como o Brasil se posiciona? O Quadro 2 apresenta o total de emissões de GEE em 2000 oriundos das atividades de geração e uso de energia, processos industriais, agricultura, disposição de lixo, bem como “mudanças no uso da terra”. Em alguns casos, estas mudanças absorvem GEE (funcionam como um “carbon sink”); em outros levam a maiores emissões (“source”), como no caso de desmatamento.

Quadro 2: Total de Emissões de GEE, per capita e por unidade de PIB
Principais Emissores, 2000
em MtCO₂e e US\$

País	2000 (*)	% do Mundo	Emissões per Capita	PIB/Emissões (**)
EUA	6.442,8	15,79	22,8	1.523,71
China	4.771,0	11,69	3,8	251,20
Indonésia	3.066,3	7,51	14,9	53,98
Brasil	2.313,8	5,67	13,3	278,45
Federação Russa	1.959,7	4,80	13,4	132,52
Índia	1.551,9	3,80	1,5	297,64
Japão	1.317,1	3,23	10,4	3.544,75
Alemanha	1.006,4	2,47	12,2	1.893,68
Malásia	852,1	2,09	36,6	110,07
Canadá	765,5	1,88	24,9	947,30
México	670,8	1,64	6,8	937,47
Reino Unido	632,2	1,55	10,7	2.341,86
França	535,4	1,31	9,1	2.490,10
Itália	531,0	1,30	9,3	2.072,62
Myanmar	519,6	1,27	11,3	17,14
Coréia do Sul	511,2	1,25	10,9	1.044,01
Austrália	508,4	1,25	26,5	767,03
Nigéria	440,0	1,08	3,5	104,86
Iran	431,2	1,06	6,7	223,65
Rep. Dem. do Congo	407,8	1,00	8,0	10,55
África do Sul	358,3	0,94	8,8	371,10
Mundo	40.809,0	100,0	5,4	782,72

Nota: (*) Emissões que incluem mudanças no uso da terra. (**) Em US\$ correntes por tonelada de CO₂e. Exclui Ucrânia por falta de informações.

Fontes: Climate Analysis Indicators Tool (CAIT) Versão 6.0 (Washington, DC: World Resources Institute, 2009), e Fundo Monetário Internacional (para as estatísticas de PIB nominal).

O Brasil era em 2000 o quarto maior emissor de GEE no mundo, após os EUA, a China e a Indonésia (Quadro 2), sendo o país responsável por 5,67% das emissões de 40,8 GtCO₂e. Distante (para pior) das médias mundiais, em termos de contribuição de GEE per capita o país ocupava um lugar significativo (7º maior emissor dentre os 21 maiores), e no que diz respeito à razão PIB/emissões, seu posicionamento era igualmente frágil: 13º, indicativo de que se produz de forma ineficiente do ponto de vista ambiental – produz-se relativamente pouco dado o que se emite de GEE. Em contraposição, o Quadro sugere o Japão e os países europeus como os mais eficientes.

Com base nos dados do Quadro 2, vale ainda enfatizar que em termos absolutos e per capita, os EUA eram os maiores emissores em 2000, seguidos da China, ainda que esta esteja abaixo da média mundial em bases per capita. Já a posição do Brasil, mesmo como quarto maior emissor, está um pouco “mascarada” – como se verá mais adiante – pelo efeito compensador da matriz energética.

O Quadro 3 apresenta o ranking em 2000 dos maiores emissores por conta de “mudanças no uso da terra”. De modo geral, mudanças no uso da terra são elementos quase neutros ou redutores das emissões agregadas para países, sendo as exceções mais significativas os países onde há forte atividade de desmatamento (tipicamente de florestas tropicais). Utilizando-se os dados de 2000 das emissões com e sem mudanças para isolar o efeito destas mudanças naquele ano, é possível estabelecer a dimensão das transformações no uso da terra que geraram GEE ou o sequestraram.

As estatísticas são inequívocas: o Brasil – após a Indonésia – é o maior emissor de GEE por conta do desmatamento e atividades afins (Quadro 3). Em 2000 as emissões devido às mudanças do uso da terra (coluna Δ) explicavam **59,3%** das emissões do país. No ranking dos maiores emissores, Indonésia, Brasil, Malásia, Mianmar e República Democrática do Congo (RDC), são os países que mais contribuíram por conta da destruição dos biomas de floresta tropical. Em particular, Indonésia e Brasil foram naquele ano responsáveis por respectivamente 31,1% e 16,7% das emissões globais por conta da destruição das florestas⁸. Já os países mais maduros ou cuja paisagem foi alterada anteriormente ao século XX – a exemplo dos EUA - são praticamente neutros ou absorvedores de GEE, por conta do processo de regeneração das áreas afetadas e/ou reflorestamento.

⁸ Cerca de 18% das emissões globais de GEE são referentes a mudanças no uso da terra e florestas, sendo o maior contribuinte após o setor elétrico. Os países industrializados são geralmente absorvedores de GEE nesta categoria. Vale enfatizar que o grau de incerteza quanto ao nível de emissões nesta categoria. Na década de 1990, o IPCC estimou que o volume total de emissões de desmatamento, regeneração e mudanças no uso da terra atingiu 1,6 gigatons (GtC) por ano, +- 0,8 GtC. Para o World Resource Institute (WRI), as melhores estimativas para aquela década são da ordem de 2,2 GtC. Ver WRI, [Navigating the Numbers: Greenhouse Gas Data and International Climate Policy](#), capítulo 17 (“Land Use Change and Forestry”), Washington, D.C.

Quadro 3: Estimativa de Total de Emissões de GEE por Mudanças no Uso da Terra e Florestas 2000 (em MtCO_{2e}, % e tCO_{2e})

País	(Δ)*	% do Mundo	Emissões per Capita (**)
Indonésia	2.563,0	31,1	11,3
Brasil	1.372,1	16,7	7,3
Malásia	698,9	8,5	27,2
Mianmar	425,4	5,2	8,9
Rep. Dem. Congo	317,3	3,9	5,4
Federação Russa	54,2	0,7	0,4
Japão	4,3	0,1	0,03
Alemanha	0	0	0
Reino Unido	-1,7	-	-
Índia	-40,3	-	-
China	-47,3	-	-
EUA	-402,9	-	-

Nota: (*) Emissões pelas chamadas “mudanças no uso da terra florestas”. A contribuição do desmatamento como fonte de GEE em 2000, calculada pela diferença do total de emissões incluindo e excluindo o uso da terra. Um número positivo indica que essas mudanças representaram uma fonte de GEE; se negativo, elas seqüestraram GEE. (**) Em US\$ correntes por tonelada de CO_{2e}.

Fontes: Climate Analysis Indicators Tool (CAIT) Versão 6.0 (Washington, DC: World Resources Institute, 2009) e FMI (dados de PIB nominais).

Ao se excluir as “mudanças no uso da terra”, a rank dos maiores emissores muda substancialmente. Em 2005, a China – pela, primeira vez – se torna o maior emissor, por conta do processo acelerado de industrialização, intensivo em energia e calcado no uso do carvão. Junto com os EUA, são responsáveis por 37,5% das emissões mundiais de toda a natureza (com exceção do desmatamento) – Quadro 4. A Federação Russa, a Índia o Japão seguem, estando o Brasil em 6º lugar. Em termos per capita, os maiores emissores são a Austrália, os EUA e o Canadá, seguidos da Federação Russa, Japão, Alemanha e Ucrânia, estando o Brasil em 17º lugar. Já no que diz respeito à eficiência ambiental – produto ou renda por tCO_{2e} -, são os países europeus e o Japão os que apresentam o grau mais elevado do ponto de vista das emissões de GEE, enquanto que o Brasil está abaixo da média mundial – mesmo desconsiderando o efeito do desmatamento.

Quadro 4: Total de Emissões de GEE Excluindo Mudanças no Uso da Terra, per capita e por unidade de PIB Principais Emissores, 2000 e 2005 em MtCO₂e e US\$

País	2000	2005	% do Mundo	Emissões per capita	PIB/ Emissões (*)
China	4.818,30	7.219,20	19,12	5,5	309,69
EUA	6.845,70	6.963,80	18,44	23,5	1.783,78
Federação Russa	1.905,50	1.960,00	5,19	13,7	389,93
Índia	1.592,20	1.852,90	4,91	1,7	423,26
Japão	1.312,80	1.342,70	3,56	10,5	3.396,64
Brasil	941,7	1.014,10	2,69	5,4	869,49
Alemanha	1.006,40	977,4	2,59	11,9	2.859,09
Canadá	701	731,6	1,94	22,6	1549,25
Reino Unido	633,9	639,8	1,69	10,6	3.563,71
México	574	629,9	1,67	6,1	1347,88
Indonésia	503,3	594,4	1,57	2,7	480,92
Iran	423,1	566,3	1,5	8,2	332,06
Itália	534	565,7	1,5	9,7	3.147,92
França	541,5	550,3	1,46	9	3.902,41
Coréia do Sul	510	548,7	1,45	11,4	1.540,03
Austrália	504,1	548,6	1,45	26,9	1.300,15
Ucrânia	459,8	484,7	1,28	10,3	177,71
África do Sul	383,6	422,8	1,12	9	573,97
Nigéria	245,2	296,6	0,79	2,1	378,45
Malásia	153,2	146,9	0,39	5,7	939,56
Myanmar	94,2	104,6	0,28	2,2	114,6
Rep. Dem. do Congo	90,5	93,3	0,25	1,6	77,42
Mundo	33.190,4	37.766,8	100	5,8	1.193,91

Nota: (*)Em US\$ correntes por tonelada de CO₂e.

Fontes: Climate Analysis Indicators Tool (CAIT) Versão 6.0 (Washington, DC: World Resources Institute, 2009) e FMI (dados de PIB nominais).

Talvez a razão maior deste último resultado é que - enquanto emissor - a posição do Brasil é afetada, além do desmatamento, pela agricultura. Em ambos os casos, o país é o segundo maior (Quadro 5). Estima-se que dos 590 MtCO₂e oriundos do setor, cerca de metade origina-se da pecuária, fruto da fermentação entérica de cerca de 200 milhões de cabeças do rebanho do país e depósito de resíduos nos pastos; o restante fruto do uso intenso (e excessivo) de fertilizantes nitrogenados, e práticas agrícolas adversas - como a queima de palha de cana no campo, assim como para fins de plantio.

Quadro 5: Total de Emissões de GEE na Agricultura per capita e por unidade de PIB da Agrícola Principais Emissores, 2005, em MtCO₂e e US\$

País	2005	% do Mundo	Emissões per Capita	PIB/Emissões
China	1.112,5	18,31%	0,9	253,22
Brasil	590,5	9,72%	3,2	112,29
EUA	442,4	7,28%	1,5	348,17
Índia	402,7	6,63%	0,4	325,23
Argentina	138,9	2,29%	3,6	113,71
Indonésia	132,2	2,18%	0,6	289,75
Federação Russa	117,8	1,94%	0,8	309,47
Nigéria	114,8	1,89%	0,8	224,89
Austrália	110	1,81%	5,4	196,47
França	103,1	1,70%	1,7	410,34
Colômbia	88,9	1,46%	2,0	183,72
Tailândia	88,8	1,46%	1,4	196,61
Alemanha	83,6	1,38%	1,0	264,07
Bangladesh	80,2	1,32%	0,5	147,10
Paquistão	78,9	1,30%	0,5	280,59
Myanmar	78,2	1,29%	1,6	87,37
México	76,6	1,26%	0,7	381,29
Turquia	76,1	1,25%	1,1	630,47
Rep. Dem. Do Congo	74,7	1,23%	1,3	44,09
Canadá	72,9	1,20%	2,3	314,06
Vietname	64,7	1,06%	0,8	170,16
Etiópia	54,6	0,90%	0,7	98,05
Mundo	60.752	100%	0,9	106,13

Fontes: Climate Analysis Indicators Tool (CAIT) Versão 6.0 (Washington, DC: World Resources Institute, 2009); Fundo Monetário Internacional (PIB) e para o Valor Agregado agrícola, www.nationmaster.com/graph/agr_agr_val_add_cur_us_pergdp-added-current-us-per-gdp.

Talvez uma medida mais adequada de eficiência ambiental da agricultura seja a relação entre o PIB agrícola e o volume de CO₂e emitido pelo setor. Neste aspecto, o país revela uma “**produtividade ambiental**” bastante baixa. O paradoxo de uma agricultura altamente produtiva e competitiva, porém ineficiente neste aspecto, explica-se não apenas pelo não confinamento do gado (e uso extenso das pastagens), como principalmente pela natureza heterogênea da produção agrícola, com práticas antiquadas ainda predominando em muitas (senão a maioria) das propriedades.

O paradoxo do Brasil é ser o país simultaneamente um grande emissor por conta do desmatamento e de práticas agrícolas desatualizadas (cerca de 86% do total) e deter uma matriz energética calcada em energias renováveis, limpas e de baixa emissão. O Quadro 6 mostra a evolução das emissões de GEE na geração e uso de energia em 2000 e 2005. Talvez o fato mais flagrante é a baixa emissão de GEE no Brasil quando comparado às demais economias, em termos absolutos, e também (e principalmente) em termos relativos. O país se apresenta – dentre as economias de referência - como o terceiro menor emissor em bases per capita, e o quinto quando ajustado para o tamanho da economia.

Quadro 6: Total de Emissões de GEE na Geração e Uso de Energia, Principais Emissores, 2000 e 2005 (per capita e por unidade de PIB) em MtCO₂e e US\$

País	2000	2005	% Δ 2005/2000	% do Mundo	Emissões per Capita	PIB/Emissões (*)
EUA	6008,00	6084,10	1,27	21,42%	20,5	2041,69
China	3232,20	5278,60	63,31	18,58%	4,0	423,55
Federação Russa	1715,80	1750,10	2,00	6,16%	12,2	436,69
Índia	1045,90	1238,50	18,41	4,36%	1,1	633,23
Japão	1183,00	1221,20	3,23	4,30%	9,6	3734,58
Alemanha	862,30	842,40	-2,31	2,97%	10,2	3317,28
Canadá	590,50	609,90	3,29	2,15%	18,9	1858,38
Reino Unido	550,80	559,90	1,65	1,97%	9,3	4072,26
Irã	365,40	495,70	35,66	1,74%	7,2	379,35
México	436,00	478,80	9,82	1,69%	4,6	1773,25
Itália	442,70	472,50	6,73	1,66%	8,1	3768,85
Coréia do Sul	431,40	456,60	5,84	1,61%	9,5	1850,67
Austrália	372,90	416,00	11,56	1,46%	20,4	1714,57
Ucrânia	402,50	415,30	3,18	1,46%	8,8	207,41
Indonésia	331,30	407,70	23,06	1,44%	1,8	701,14
França	394,80	401,50	1,70	1,41%	6,6	5348,68
Brasil	321,40	348,50	8,43	1,23%	1,9	2530,14
Espanha	292,10	348,30	19,24	1,23%	8,0	3250,45
África do Sul	310,50	343,10	10,50	1,21%	7,3	707,30
Arábia Saudita	253,80	323,90	27,62	1,14%	14,0	974,87
Polônia	312,30	316,70	1,41	1,11%	8,3	959,82
Turquia	247,30	275,60	11,44	0,97%	3,8	1751,40
Mundo	24731,20	28407,40	14,86	100%	4,4	1587,27

Nota: (*) Em US\$ correntes por tonelada de CO₂e.

Fontes: ver Quadro 4

Para a maior parte dos países, a causa fundamental das elevadas emissões é o uso de combustíveis fósseis (petróleo, carvão, gás natural) para fins tanto de geração de energia elétrica, como energia industrial e no transporte. A rápida expansão das economias em anos recentes levou – na maior parte – para uma expansão concomitante dos níveis de emissão na geração e uso de energia, com exceção da Alemanha, e alguns poucos países que conseguiram praticamente estabilizar seus níveis (Japão, França, Reino Unido). Dentre os maiores emissores, China e Índia foram os países que adicionaram os volumes mais significativos de GEE entre 2000 e 2005, ainda que permaneçam abaixo da média mundial em termos per capita.

No caso do Brasil, a combinação de geração hidrelétrica e por biomassa, o uso intenso de etanol na frota de automóveis do país, bem como o consumo de gás natural pela indústria, seriam as causas mais relevantes para explicar o comportamento “fora da curva” do país. De fato, a matriz energética brasileira, quando comparada ao dos países da OECD e globalmente, indica que o país – que consome cerca de 2,0% da energia mundial – mostra uma elevada proporção de energia renovável, sete vezes a média da OECD e três vezes e meia a média mundial (Quadro 7). Como se verá na próxima seção, um elemento diferencial da matriz energética do país é a qualidade de sua geração elétrica, com o uso preponderante de fontes hídricas.

Quadro 7: Estrutura da Matriz Energética
 Brasil (2008), China, Índia, OECD e Mundo (2006)
 Em %

	Brasil	China	Índia	OECD	Mundo
Renováveis					
Biomassa	31,4	12,0	28,3	3,80	10,14
Hidráulica	13,8	2,0	1,7	2,00	2,22
Eólica, solar, geotérmica	0,1	0,2	0,1	0,92	0,6
Subtotal	45,3	14,2	30,1	6,5	12,96
Não Renováveis					
Urânio	1,5	0,8	0,9	11,09	6,20
Carvão Mineral	6,2	64,2	39,3	20,56	26,01
Gás Natural	10,3	2,5	5,6	21,86	20,51
Petróleo e Derivados	36,7	18,3	24,1	39,77	34,32
Subtotal	54,7	85,8	69,9	93,28	87,04
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Fontes: www.epe.gov.br (Balanço Energético Nacional) e International Energy Agency

III. O Plano Decenal e a Contribuição da Matriz de Energia Elétrica para a Emissão de GEE

É inquestionável que a matriz elétrica brasileira está na fronteira ambiental, por ser uma matriz de baixa emissões⁹. Sua característica central é a base na hidroeletricidade, que em 2008 perfazia 84,6% do total de capacidade, enquanto as não renováveis somavam 13,7% (ver Quadro 9 mais abaixo).

Como resultado, o país ocupa uma posição “fora da curva” no que diz respeito às emissões de GEE, com uma participação residual no mundo (0,48%), um dos mais baixos níveis de emissão per capita (0,3 tCO₂, menos de um-sexto da média mundial) e a segunda mais elevada eficiência ambiental (US\$ 15.047 por tCO₂ emitida, em contraposição a uma média de US\$ 3.664 para o mundo).

Em termos de participação nas emissões globais de GEE, e dentre os países da OECD, a França seria único país próximo ao Brasil, com níveis ainda mais elevados de eficiência ambiental (praticamente o dobro), porém mais modestos sob o critério de emissões per capita. A razão básica da França se posicionar na fronteira é pela preponderância de energia nuclear na sua matriz e o conseqüente baixo níveis de emissão.

Vale neste ponto fazer um breve parênteses. A fonte de dados neste trabalho foi basicamente o Climate Analysis Indicators Tool (CAIT, v. 6.0) do World Resources Institute, visto por muitos analistas como das mais confiáveis. Neste aspecto em particular – emissões de GEE pela matriz elétrica – há uma discrepância considerável entre os dados divulgados pela EPE e pelo WRI. Em particular, em 2005 a EPE indica emissões da ordem de 13,4 MtCO₂e (e não 56,4 MtCO₂e). Assim, a posição do país seria drasticamente alterada: no rank das emissões, cairia para 65º lugar; no volume emitido por habitante, iria para 0,07 tCO₂e (1/27 das emissões per capita do mundo); em termos de eficiência ambiental, o Brasil passaria a ser isoladamente o mais produtivo, com cerca de US\$ 64.500 por tCO₂e emitido, mais do que duas vezes o país que a França, país que sob este parâmetro se encontraria na fronteira.

⁹ Ver a apresentação sintética e elucidativa da natureza da matriz energética e elétrica no Brasil pela Confederação Nacional da Indústria, em Matriz Energética e Emissão de Gases de Efeito Estufa: Fatos sobre o Brasil, Edição Revisada, Brasília, 2008.

**Quadro 8: Total de Emissões de GEE na Eletricidade e Calefação,
Principais Emissores, 2005 (per capita e por unidade de PIB)
em MtCO₂e e US\$**

País	2005	% do Mundo	Emissões per Capita	PIB/Emissões
EUA	2743,6	22,29%	9,3	4527,58
China	2669,4	21,69%	2	837,55
Federação Russa	933,9	7,59%	6,5	818,35
Índia	694,8	5,65%	0,6	1128,74
Japão	512,9	4,17%	4	8891,93
Alemanha	363,7	2,96%	4,4	7683,47
Austrália	236,2	1,92%	11,6	3019,74
Reino Unido	232,8	1,89%	3,9	9794,08
África do Sul	210,5	1,71%	4,5	1152,86
Coréia do Sul	199,6	1,62%	4,1	4233,55
Canadá	191,2	1,55%	5,9	5927,97
Polônia	172,2	1,40%	4,5	1765,27
Arábia Saudita	172	1,40%	7,4	1835,81
México	166,5	1,35%	1,6	5099,28
Itália	160,9	1,31%	2,7	11067,63
Taiwan*	152	1,24%	6,6	2343,60
Indonésia	135,1	1,10%	0,6	2115,88
Espanha	129,3	1,05%	3	8755,84
Ucrânia	126,6	1,03%	2,7	680,39
Irão	108,1	0,88%	1,6	1739,56
Tailândia	91,6	0,74%	1,5	1925,24
Cazaquistão	85,2	0,69%	5,6	670,42
Turquia	81,1	0,66%	1,1	5951,73
França	71,9	0,58%	1,2	29867,80
Países Baixos	71,9	0,58%	4,4	8895,40
República Checa	65,4	0,53%	6,4	1904,42
Egito	61,6	0,50%	0,8	1457,69
Malásia	59,1	0,48%	2,3	2335,40
Brasil	58,6	0,48%	0,3	15046,98
Mundo	12307,2	100%	1,9	3663,73

Fonte: ver Quadro 4

Neste contexto, o novo Plano Decenal 2008-2017, e documento básico de planejamento indicativo do setor, aponta para um rápido crescimento de fontes não renováveis, com ênfase no óleo combustível. Em contraposição, a fonte hidro é a que menos cresce no período (Quadro 9).

**Quadro 9: Evolução da Capacidade Instalada por Fonte de Geração
2008, 2017
(final do período, em MW e %)**

Fonte	2008		2017		Δ 2008-17	g
Hidro	84.374	84,6	117.506	75,9	33.132	3,75
Alternativa	1.256	1,2	6.233	4,0	4.977	19,48
Nuclear	2.007	2,0	3.357	2,2	1.350	5,88
Gás Natural	8.237	8,3	12.204	7,9	3.967	4,47
Óleo	1.984	2,0	10.463	6,8	8.479	20,29
Carvão	1.415	1,4	3.175	2,0	1.760	9,40
Outras	469	0,5	1.859	1,2	1.390	16,54
Total	99.742	100	154.797	100	55.055	5,01

Fonte: EPE, op.cit., Tabela 32. Notas: g – taxa média de crescimento no período; fonte hidro inclui PCHs; alternativa inclui biomassa e eólica; óleo inclui óleo combustível e diesel; Outras incluem gás de processo e vapor, e térmicas ainda em estágio indicativo.

Até que ponto o país estaria diante de um retrocesso? E de modo mais geral, porque a mudança na matriz? Há fundamentalmente duas razões distintas para as mudanças em execução e planejadas. A necessidade de reequilíbrio da matriz seria fruto *primeiro*, da preponderância e excessiva dependência do regime de chuvas, levando a um risco crescente, inclusive pelo fato de que as mudanças climáticas estão reduzindo a previsibilidade dos índices pluviométricos nas bacias.

Neste sentido, tornou-se imperativo a redução do risco de desabastecimento, principalmente tendo em vista a crise de 2001 e o conseqüente racionamento. A redução do risco, por sua vez, levou a um maior componente térmico (inicialmente por meio de um programa de térmicas emergenciais e pelo PPT, este último com base em gás natural e liderado pela Petrobrás), e operando na ponta. Eventualmente as térmicas emergenciais foram descontinuadas, e novas unidades foram contratadas por meio dos leilões de energia, uma vez o novo modelo do setor se consolidou e ganhou credibilidade.

A redução do risco também foi obtida por meio da expansão das linhas de transmissão, como parte de um programa extremamente bem sucedido de leilões sucessivos e com deságios crescentes. Em certa medida, geração e transmissão são substitutos, e a capacidade de transportar energia entre as principais regiões do país não apenas aumenta a confiabilidade do sistema interligado nacional (SIN) e o otimiza, como reduz o risco e a necessidade de prover capacidade adicional em cada região¹⁰.

A *segunda* razão para a evolução da matriz: transição para uma geração mais “suja” diz respeito à complexidade do processo de licenciamento ambiental e a postergação dos projetos com base hídrica, que igualmente acelerou o processo de re-balanceamento da matriz¹¹.

Assim, o adiamento – e o aumento da incerteza quanto ao tempo de entrada em operação dos novos projetos hidrelétricos – combinado com a necessidade de atendimento do mercado sob os critérios de custo e risco¹², tem implicado num aumento da geração com base em combustíveis fósseis: diesel, óleo combustível, carvão e gás natural e levou o novo Plano Decenal a programar uma expansão bastante agressiva de fontes não renováveis (com destaque para o óleo combustível).

Quais as implicações para a emissão de GEE? O Plano tem por base a configuração de referência, e examina duas hipóteses com a retirada de 14 GWs de capacidade instalada: Alternativa 1, com a substituição por 13.200 MW de oferta adicional por termelétricas com base em gás natural e carvão, e fontes alternativas (correspondendo a um incremento de 5.241 MWmed); e Alternativa 2, com base em uso menos intenso de gás natural, maior de carvão e principalmente de fontes alternativas, totalizando 12.456 MWs (Quadro 10).

¹⁰ O Plano Decenal de Energia 2008/2017 indica na Configuração de Referência do Sistema de Transmissão um conjunto de 129 projetos com 29.824 km, dos quais 11.726 km são interligações de alta tensão (500 Kv ou acima), um acréscimo de 34% em extensão frente a 2007. Ver EPE, op.cit., Cap III-3, p. 27.

¹¹ Ver o excelente trabalho do Banco Mundial, Licenciamento Ambiental de Empreendimentos Hidrelétricos no Brasil: uma Contribuição para o Debate, Relatório Principal, Brasília, Março de 2008.

¹² De acordo com as normas do CNPE, a planejamento deve garantir em simultâneo a igualdade dos custos marginais de expansão e operação (CME = CMO), e risco de insuficiência de oferta menor do que 5%. Ademais, uma alternativa com elevado Custo Variável Unitário (CVU) implica numa baixa frequência de despacho, não reduzindo o custo marginal de operação o suficiente para assegurar a igualdade com o custo marginal de expansão.

Quadro 10: Emissões de Gases do Efeito Estufa pela Geração de Energia Elétrica
2008, 2017 (configuração básica, Alternativas 1 e 2)
em Mt.CO₂eq

Fonte	Configuração Básica	Alternativa 1	Alternativa 2
Carvão	22,05	49,0	51,0
Gás Natural	11,38	22,0	16,0
Óleo	5,67	4,0	7,0
Total	39,0	75,0	74,0

Fonte: EPE

Na configuração de referência, o incremento de GEE no decênio é estimado em 25 MtCO₂e – e de cerca de 60 MtCO₂e caso haja a retirada de 14 GWs de capacidade por cancelamento ou atraso, e sua substituição por térmicas a gás e/ou carvão (alternativas 1 e 2I do quadro acima)¹³. Ainda que o incremento de 25-60 MtCO₂e seja de 1-3% do total de emissões do país, ou colocado de outra forma, de 2-5% das emissões por desmatamento, não há razão que esse fato leve a uma acomodação. Pelo contrário.

O país deve avançar no objetivo de se consolidar como uma economia de baixo carbono, e que deve ser algo perseguido independente de compromissos obrigatórios no contexto de convenções ou compactos do clima, mas porque é interesse nacional. A seção que segue discute uma agenda de trabalho, centrada em iniciativas para reduzir (e eventualmente eliminar) o desmatamento predatório do bioma mais importante – a Amazônia; melhorar as práticas na agropecuária, cujo resultado é simultaneamente maior produtividade econômica e ambiental; e promover a expansão de fontes renováveis, tanto hídricas quanto eólicas (dentre outras), levando em consideração o custo de oportunidade do atraso dos projetos tanto em termos econômicos quanto ambientais por ocasião do processo de licenciamento.

¹³ As emissões de GEE no país em 2008 por conta da geração de energia elétrica foi de 14,43 MtCO₂e, dos quais cerca 13 MtCO₂e por plantas de carvão e gás natural (com leve preponderância de carvão) e 1,43 MtCO₂e por geração na base de óleo. Entre 2003 e 2007, o nível de emissões foi em média de 12,7 MtCO₂e, sendo 6,84 MtCO₂e das usinas de carvão, 5,52 MtCO₂e de gás natural e o restante (0,34 MtCO₂e) de óleo. Deve-se tomar em consideração que usinas que apenas operam na ponta (gás natural e óleo) tendem a poluir menos pois funcionam um número menor de dias em relação àquelas que operam na base do sistema.

IV. Conclusão: elementos de uma agenda transformadora

Estamos caminhando inexoravelmente para um mundo multipolar, em que países desenvolvidos irão compartilhar poder e responsabilidades com as economias emergentes. A liderança do crescimento econômico é a expressão sintética de um novo padrão: desde 2007, as economias emergentes e em desenvolvimento sustentam o crescimento mundial (ou impedem um descenso ainda mais acentuado, como neste ano de 2009).

A natureza da competição entre nações mudou: não se resume à dimensão militar ou econômica. Países projetam poder pela forma inovadora e responsável com que lidam com os grandes temas globais. Neste início de século XXI, dois temas têm importância transcendental: a erradicação das formas mais degradantes de pobreza e a preservação do meio ambiente.

No que diz respeito ao meio ambiente, e emissão de GEE e seu impacto no futuro do planeta se tornou a questão de maior transcendência. Para o Brasil é simultaneamente uma oportunidade – pela sua vocação de economia de baixo carbono – e uma ameaça. A forma como governo e sociedade irá tratar esta temática em 2009 e nos próximos anos irá potencialmente localizar o país nos pólos opostos de responsabilidade global e eficiência ambiental.

Há, de fato, uma enorme oportunidade para o país: capturar os incentivos econômicos e a liderança política da transição para uma economia de baixo carbono que irá ser requerida dos maiores emissores. O país fez o mais difícil: construiu uma matriz energética sustentável e uma matriz elétrica de alta qualidade ambiental. Errou porém no mais essencial: evitar as práticas predatórias e ineficientes no trato dos recursos naturais.

Qual é o desafio? Como se viu neste trabalho, o país – em termos absolutos – é o 4º maior emissor. Em termos per capita – 13,3 tCO₂e – emite 2,5 vezes mais do que a média mundial. Em PIB por tCO₂e, gera-se apenas US\$ 278 (vs. US\$ 783 para o mundo). Emite-se muito GEE; gera-se relativamente pouca renda. Em síntese, o país é ambientalmente ineficiente.

O desmatamento é o calcanhar de Aquiles do país. O Bioma Amazônico ocupa cerca de 8 milhões de km², sendo 5 milhões de km² no Brasil. A devastação da floresta – responsável por 60% das emissões – já consumiu 17% da floresta brasileira, e a degradação atinge um percentual próximo.

Travar este processo supõe uma estratégia que contemple alguns pontos essenciais:

Primeiro, estabelecer mecanismos que incentivem a manutenção da floresta em pé, assim como o reflorestamento e o manejo florestal. Essas três dimensões são complementares e se aplicam a diferentes áreas ou zonas. Em alguns casos, a floresta deverá permanecer intocada¹⁴; em outros, pode ser sujeita a concessão a terceiros – inclusive e principalmente às comunidades – para fins de manejo adequado¹⁵. E, em muitos casos, em áreas degradadas, o mais essencial é um processo de reflorestamento que combine áreas plantadas com espécies nativas e áreas plantadas com árvores voltadas, por exemplo, à produção de celulose. O caos fundiário que caracteriza a Amazônia, e mais particularmente o Estado do Pará, é um óbice chave tanto para o manejo adequado como principalmente para ações em larga escala de reflorestamento.

Segundo, e nesta perspectiva, deve-se promover o cadastramento, regularização e licenciamento ambiental das propriedades, sem necessariamente aguardar a regularização fundiária. Se esforços decisivos forem empenhados, deverá levar no mínimo uma a duas décadas (pois cerca de 53% da região tem propriedade indefinida); não há tempo de se aguardar este prazo para somente então haver – uma vez definido o legítimo dono da terra – de se empreender as ações de restauração e preservação da floresta¹⁶.

¹⁴ Manter a floresta em pé, com apoio de mecanismos como o REDD – Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação (ainda em fase de definição) - é essencial: de acordo com estimativas do Instituto de Pesquisa da Amazônia (IPAM), Universidade de Minas Gerais e Woods Hole Research Center, há cerca de 47 bilhões de toneladas de carbono estocadas na floresta, sendo 15 bilhões nos 100 milhões de hectares de terras indígenas e reservas extrativistas. Tomando por base as emissões mundiais de 45GtCO₂e, a liberação de um décimo do estocado na floresta equivaleria a mais do que 100 vezes o GEE emitidos anualmente, o que obviamente teria implicações muito mais drásticas sobre o clima. O REDD – para ter impacto mensurável – deverá ser levado à cabo em escala (e governança) global. Ver Valor, 12/05/2009, p. A2 (“Terras Indígenas e reservas possuem 30% do carbono estocado na Amazônia”).

¹⁵ Vale notar que em cada 4 árvores derrubadas, apenas uma tem aproveitamento econômico adequado. De acordo com Adalberto Veríssimo, “por ano, se extraem da Amazônia cerca de 24 milhões de metros cúbicos de tora. Isso dá 6 milhões de árvores. A conta final é que na extração de 6 milhões de árvores danificam-se outras 4 milhões. Quando se derruba uma árvore na floresta, derrubam-se outras e machucam-se muitas. O cálculo mais conservador é de que cada 4 árvores destruídas, apenas uma vira de fato móvel, piso ou forro. Outras viram carvão, pó de serra ou galhos que ficam por lá...Precisamos transformar o manejo, que é exceção, na regra. A produção de madeira manejada na Amazônia representa 10% ou 15% no máximo, do volume. O problema é que a oferta de área legalizada é muito tímida, a demanda de madeira continua, o setor que opera na clandestinidade cresce nesta crise...” Ver a entrevista extremamente lúcida em Valor, 15/05/09, p. A16 (“Sobra pouco tempo para salvar a Amazônia”).

¹⁶ Essas ações não devem ficar circunscritas ou esperar a iniciativa dos ocupantes da terra. Empresas com interesse no desenvolvimento da região também devem se envolver, a exemplo do Vale Florestar, projeto da Companhia Vale de recomposição ambiental e reflorestamento em terras degradadas.

Terceiro, é necessário fiscalizar de forma efetiva e monitorar a agressão à floresta e a degradação florestal, e comunicar ao governo e órgãos de Estado, assim como à sociedade, de modo que se possam tomar ações repressivas e educativas em tempo hábil. Neste sentido, o monitoramento necessita ter caráter estratégico, antecipativo, focalizando não no passado, mas nas tendências de avanço da atividade predatória e exploração ilegal de madeira. É necessário fornecer os meios materiais e humanos para que governo e sociedade monitorem algo que é de todos.

Quarto, é fundamental prover as bases de sustentação econômica da população da região no médio e longo prazo. É necessário mais do que um conjunto articulado de idéias, mas um plano de ação com medidas palpáveis, com financiamento determinado, inscritas num marco que dê racionalidade a essas ações. Estas devem ter por referência um amplo Zoneamento Econômico-Ecológico (ZEE) da região, que defina as vocações das diferentes áreas e regiões. Seria com base no ZEE que se estabeleceriam os incentivos, seja à produção, seja à preservação, e a infra-estrutura física e institucional de suporte.

Quinto, o governo deve aprender com os erros do passado para evitar cometer (pelo menos) os mesmo erros. Historicamente, as estradas abertas sob a premissa de ocupação (a qualquer custo) foram os vetores maiores de devastação da floresta, além, em muitos casos, de enorme desperdício de recursos públicos. A rodovia Porto Velho – Manaus (BR-319) deverá abrir uma nova frente de desmatamento, inclusive porque a capacidade do Estado de evitar desmatamento numa área relativamente intocada da floresta e grilagem de terras públicas é obviamente limitada. A menos do imperativo político do Ministério dos Transportes, não há rationale para este tipo de obra no miolo do bioma.

Além do desmatamento, o complexo agropecuário – altamente heterogêneo – é a outra fonte significativa de GEE (com cerca de 26% do total do país), centrados no metano e no óxido nitroso. Como visto, o país tem uma agropecuária de alto carbono, com um baixo nível renda setorial por tonelada de CO₂e emitido, por uma combinação de uso excessivo de fertilizantes nitrogenados, gestão antiquada de solos agrícolas e pastos, assim como dos rebanhos, e a queima de resíduos orgânicos.

Em estudo recente, a McKinsey discute o potencial de abatimento das emissões do Brasil, dentre outros países¹⁷. O país tem o potencial de reduzir em 70% suas emissões numa perspectiva temporal de médio e longo prazo (2030) e de forma competitiva, com um custo médio de US\$ 13,5 por tCO₂e (vs US\$ 27 em média globalmente), ou aproximadamente 1% do PIB.

A eliminação do desmatamento e as melhorias das práticas agrícolas representam 86% do potencial de redução de emissões no país (72% e 14%, respectivamente). No caso do desmatamento, estima-se um custo de US\$ 12 por tCO₂e para abatimento das emissões por desmatamento e desenvolvimento da região, o que equivale a cerca de US\$ 8,6 bilhões ao longo de vinte anos ou 0,6% do PIB (decrecendo esta proporção ao longo dos anos).

Já o custo médio de abatimento no setor agropecuário é mais reduzido e estimado em US\$ 3 por tCO₂e, que inclui a melhoria de gestão dos pastos (de modo a aumentar a produtividade de criação por hectare), da fermentação ruminal (com medicamentos que selecionam as bactérias desejáveis em câmaras de fermentação animal), assim como a restauração de solos agrícolas, inclusive por meio de plantio direto. Como resultado dessas medidas, haveria uma potencial redução de 32% das emissões estimadas para 2030 (dos quais 60% do abatimento potencial na pecuária e o restante na agricultura).

A agenda de transição para uma economia de baixo carbono no caso da matriz energética necessita levar em consideração que na realidade, a matriz é um fator de diferenciação competitiva, por ser apoiada fortemente em fontes renováveis; pela elevada proporção da hidroeletricidade; pelo uso intensivo do etanol na frota de veículos e da biomassa de cana-de-açúcar na co-geração. De modo geral, a matriz se caracteriza pelo crescimento moderado das emissões no período 2000/2005, baixa participação no total mundial e uma eficiência ambiental relativamente elevada.

Em anos recentes houve um avanço marginal de fontes não renováveis na matriz direcionada basicamente por mudanças na matriz elétrica. Dado o potencial energético do país em fontes renováveis e limpas, não haveria necessidade a médio prazo de incorrer num retrocesso, quando o mundo

¹⁷ Ver McKinsey & Co. Caminhos para uma Economia de Baixo Carbono no Brasil, [op.cit.](#)

caminha – de forma irreversível – para um uso mais intenso de fontes renováveis.

Há um amplo leque de iniciativas no sentido de avançar no sentido de uma economia de baixo carbono e maior economia energética, desde mudanças nos processos siderúrgico, químicos e de produção de cimento, ao padrão de edificações, e no uso de veículos híbridos e elétricos. O foco, contudo, deve ser a matriz de geração de energia elétrica no Brasil, tanto pelo uso maior de combustíveis fósseis para geração, quanto ao enorme potencial de energias renováveis, principalmente hídrica, eólica e solar.

Nesta perspectiva, é importante tanto não retroceder quanto firmar a posição do país na fronteira de geração limpa, e redefinir a própria fronteira. A agenda neste caso tem por ponto de partida o aproveitamento ótimo dos recursos hídricos do país para geração hidrelétrica, que atualmente residem de forma preponderante na Amazônia¹⁸.

Para tanto é essencial que o licenciamento dos projetos hidrelétricos leve explicitamente em consideração seus benefícios ambientais e os *trade-offs* envolvidos na sua postergação¹⁹. O cálculo efetuado pela EPE no contexto do Plano Decenal 2008-2017 é um avanço nesse sentido, pois identifica (nas chamadas Alternativas à Configuração Básica) as implicações em termos de maiores emissões de GEE da postergação e/ou cancelamento de projetos.

O cerne do problema quanto ao processo de licenciamento está na falta de clareza quanto à divisão de responsabilidades entre as diversas esferas – fundamentalmente federal e estadual; a ausência de mecanismos de resolução de conflitos entre as diversas esferas para o processo de licenciamento (principalmente para o caso dos grandes projetos); e possivelmente, a ausência de adoção de um processo de concessão e licenciamento, bem como atribuição de responsabilidades, por bacia hidrográfica. Quanto a este último aspecto, seria importante analisar em profundidade os custos e benefícios de mudanças no processo de concessão contemplando a bacia no seu conjunto, e não projetos individuais.

¹⁸ De um total potencial hidrelétrico total viável de exploração econômica estimado em 260GWs, cerca de 30% estão utilizados (ou em construção). O restante se encontra preponderantemente na região Norte.

¹⁹ Ver Banco Mundial, Licenciamento Ambiental de Empreendimentos Hidrelétricos no Brasil: Uma Contribuição para o Debate, op.cit. Ao impor custos significativos aos projetos hidrelétricos – estimados em US\$ 143 a US\$ 183 por kW instalado ou 15-20% dos custos totais – o processo de licenciamento ambiental no setor cria incentivos indiretos para uso da energia térmica. .

Ao mesmo tempo, é também essencial que os projetos hidrelétricos – na Amazônia em particular pela especificidade do bioma e os desafios ambientais discutidos neste trabalho – integrem uma estratégia mais ampla de desenvolvimento sustentável, calcada no zoneamento econômico-ecológico da região (e das bacias), e que definam suas vocações e restrições. Na realidade, a inscrição destes projetos num marco pré-estabelecido com envolvimento da sociedade civil e governo local, num processo participativo e com resultados aceitos pela população, desinflaria parte das demandas judiciais que freqüentemente afetam o cronograma (e a viabilidade mesmo) dos projetos.

Além dos projetos hidrelétricos, uma agenda de baixo carbono estabeleceria metas ambiciosas (porém críveis) de ampliação de capacidade em energias alternativas e geração distribuída. Neste aspecto o país é relativamente pródigo, ilustrado pelo potencial a ser realizado em energia eólica, dentre outras fontes alternativas.

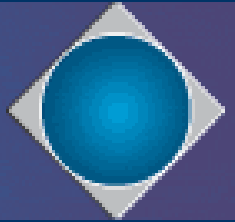
Enquanto que a capacidade instalada do parque gerador de *energia eólica* é de apenas 247,1 MWs, o potencial do país seria da ordem de 143,4 GWs (dos quais 75 no Nordeste, 29,7 no Sudeste, 22,8 no Sul, 12,8 no Norte e 3,1 no Centro-Oeste). O primeiro leilão de eólica está previsto para Novembro de 2009. A questão central permanece nos custos de investimento relativamente elevados por falta de escala da indústria no Brasil. Ao governo cabe dar maior visibilidade no que diz respeito ao uso dessa energia: um programa de energia eólica contemplando um horizonte de previsibilidade e esforços consistentes de atração de investimentos para produção de equipamentos no país viabilizariam a energia eólica a um custo mais competitivo.

Ao mesmo tempo, a opção por termelétricas a óleo deve ser limitada, em princípio cancelando novas outorgas, e convertendo projetos já contratados para gás natural na medida em que a oferta de gás no país se expande, inclusive com o desenvolvimento de novos projetos na bacia de Campos e Santos. Dado a relevância e o interesse do país em se tornar – e ser percebido enquanto tal – uma economia de baixo carbono, é necessário que os custos econômicos e ambientais desta opção de combustível sejam internalizados.

Finalmente, deve-se avançar na energia nuclear. Esta opção – que por muitos anos foi vista como indesejável pelos riscos aparentes em desastres como Three Mile Island e Chernobyl e pela escalção no custos – deve ser seriamente considerada à luz do desenvolvimento de plantas mais seguras e compactas, e pelo fato crítico de emissão apenas residual de GEE. Ademais, e do ponto de vista econômico, estas usinas operam na base da curva de carga do sistema elétrico, e portanto representam uma utilização mais eficiente de capital.

Os planos de construção de quatro usinas de 1 GW cada no Nordeste a partir de 2012 devem ser levados adiante, desde que possam ser viabilizados com forte envolvimento privado, de modo a assegurar custos e tempos de construção mais competitivos. Deve-se organizar um processo licitatório sob a forma de um leilão, da mesma forma que se faz para outras fontes de energia. Em paralelo, deve-se eliminar o monopólio de exploração de urânio no país, inclusive para ampliar suas reservas e aumentar a produção de combustível para as novas usinas.

FÓRUM NACIONAL



A Matriz de Energia Elétrica Brasileira e a Economia de Baixo Carbono

Claudio R. Frischtak

20 de maio de 2009

Um Mundo Multipolar

- ❑ Estamos caminhando inexoravelmente para um mundo multipolar, em que os países desenvolvidos irão compartilhar poder e responsabilidade com as economias emergentes
- ❑ A liderança do crescimento econômico é a expressão sintética: desde 2007, as economias emergentes e em desenvolvimento sustentam o crescimento mundial (ou impedem um descenso ainda mais acentuado, como neste ano)

Uma Competição Multidimensional

- ❑ A natureza da competição entre nações mudou: não se resume à dimensão militar ou econômica. Países projetam poder pela forma inovadora e responsável com que lidam com os grandes temas globais.
- ❑ Dois temas têm importância transcendental: a erradicação das formas mais degradantes de pobreza e a preservação do meio ambiente.

Gases do Efeito Estufa: o nó a ser cortado

- ❑ E emissão de GEE e seu impacto no futuro do planeta se tornou a questão de maior transcendência. Para o Brasil é simultaneamente uma oportunidade - pela vocação de economia de baixo carbono - e uma ameaça.
- ❑ A forma como vamos tratar esta temática em 2009 e nos próximos anos irá nos posicionar em pólos opostos:
 - Responsabilidade Global
 - Eficiência Ambiental

O Desafio do GEE: reverter o caminho trilhado

- Em 2005, as emissões de GEE foram da ordem de 45 GtCO₂e: para limitar o aumento médio de temperatura em 2o C, deve-se chegar a 23 GtCO₂e em 2030.
 - O desafio: uma inflexão de 5% aa - sair de uma rota de crescimento de 1,8% aa para um decréscimo de 3,2% aa.
- Há uma enorme oportunidade para o país: capturar os incentivos econômicos e a liderança política da transição que os países necessariamente terão que fazer

O Paradoxo Brasileiro: o Brasil é simultaneamente...

- ❑ Um grande emissor por conta do desmatamento da Floresta Amazônica (60%) e de práticas agrícolas desatualizadas (26%): 86% do total das emissões do país
- ❑ E um país que detém uma matriz energética calcada em forte medida em energias renováveis, limpas, de baixa emissão
- ❑ O país fez o mais difícil: construiu uma matriz sustentável; errou no mais essencial: evitar as práticas predatórias e ineficientes no trato dos recursos naturais.

O país, na média, está mal posicionado

- ❑ Em termos absolutos, é o 4o maior emissor
 - Per capita: 13,3 TCO₂e (5,4 TCO₂e mundo)
 - [o desmatamento corresponde a 8 TCO₂e]
 - PIB por TCO₂e emitida: US\$ 278 (US\$ 783 mundo)

- ❑ Emiti-se muito GEE; gera-se relativamente pouca renda pelo que se emite. O país é ambientalmente ineficiente

O último inventário mostra a fragilidade

- Ao se posicionar em 4º lugar dentre os países, atrás apenas dos EUA, China e Indonésia, o país perde legitimidade como interlocutor.

Emissões de GEE, per capita e por unidade de PIB
Principais Emissores, 2000 (em MtCO₂e e US\$)

País	2000	% do Mundo	Emissões per Capita	PIB/Emissões
EUA	6.442,8	15,79	22,8	1.523,71
China	4.771,0	11,69	3,8	251,20
Indonésia	3.066,3	7,51	14,9	53,98
Brasil	2.313,8	5,67	13,3	278,45
Federação Russa	1.959,7	4,80	13,4	132,52
Índia	1.551,9	3,80	1,5	297,64
Japão	1.317,1	3,23	10,4	3.544,75
Alemanha	1.006,4	2,47	12,2	1.893,68
Mundo	40.809,0	100,0	5,4	782,72

Pois há diferenças marcantes setorialmente...

- ❑ Desmatamento e Agricultura: 2º lugar
- ❑ Matriz Energética: 17º lugar
- ❑ Matriz Elétrica: 29º lugar

O contraste setorial

- ❑ A exploração florestal é de enorme ineficiência ambiental. Gera-se na região amazônica menos que US\$ 37,5 para cada tonelada de CO2e emitido, 13,5% da média da economia
- ❑ Já o setor energético e – particularmente o setor elétrico – estão dentre os mais eficientes.

Emissões de Gases do Efeito Estufa Total e Setorial Brasil e Mundo

	Total	Florestas	Agricultura	Energia	Energia Elétrica
Emissões (em MtCO2e)	2.313,8	1.372,1	590,5	348,5	56,6 (13,4)
Posicionamento Geral do Brasil	4°	2°	2°	17°	29° (65°)
Emissão per Capita					
Brasil	13,3	65,58	3,2	1,9	0,3 (0,07)
Mundo	5,4	-	0,9	4,4	1,9
PIB/ Emissões Totais					
Brasil	278,45	37,56	253,22	2.530,14	15.046,98
Mundo	782,72	-	106,13	1.587,27	3.663,73

Desmatamento: o calcanhar de Aquiles...

- ❑ O Bioma Amazônico ocupa 8 milhões de Km² (5 milhões de Km² no Brasil). **O desmatamento – responsável por 60% das emissões - já consumiu 17% da floresta brasileira**, e a degradação atinge um percentual próximo.
- ❑ Travar este processo supõe uma estratégia que contemple:
 - incentivar a manutenção da floresta em pé, o reflorestamento, e o manejo florestal (de cada 4 árvores derrubadas uma tem aproveitamento econômico)
 - Fiscalizar e monitorar a degradação
 - Promover o cadastramento e licenciamento ambiental, e a regularização fundiária (cerca de 53% da região tem propriedade indefinida)
 - Prover as bases de sustentação econômica da população
 - Evitar obras que ameacem o bioma, a exemplo da pavimentação da BR-319 (Porto Velho - Manaus)

...que fragiliza o país

- Dentre os maiores emissores por desmatamento, o Brasil só “perde” para a Indonésia

Estimativa de total de emissões de GEE por mudanças no uso da terra
2000 (em MtCO_{2e}, % e tCO_{2e})

País	(Δ)	% do Mundo	Emissões per capita
Indonésia	2.563,00	31,1	11,3
Brasil	1.372,10	16,7	7,3
Malásia	698,9	8,5	27,2
Myanmar	425,4	5,2	8,9
Rep. Dem. do Congo	317,3	3,9	5,4
Federação Russa	54,2	0,7	0,4
Japão	4,3	0,1	0,03
Alemanha	0	0	0
Reino Unido	-1,7	-	-
Índia	-40,3	-	-
China	-47,3	-	-
EUA	-402,9	-	-

Agricultura: más prácticas => ineficiência ambiental

- ❑ O complexo agropecuário – altamente heterogêneo - emite cerca de 26% dos GEE, centrados no metano e óxido nitroso.
- ❑ Uma combinação de uso excessivo de fertilizantes nitrogenados, gestão antiquada de solos agrícolas e pastos, assim como dos rebanhos, e a queima de resíduos orgânicos vem levando tanto a elevadas emissões como um baixo nível de renda setorial por tCO₂e emitida.

Resultado: uma agropecuária de alto carbono

- No caso da agropecuária, a China é o maior emissor, mas o Brasil é bem menos eficiente ambientalmente.

Total de Emissões de GEE na Agricultura: per capita e em US\$ de VA agropecuária/tCO₂e 2005 (em MtCO₂e e US\$)

País	Rank 2005	2005	% do Mundo	Emissões per Capita	PIB/Emissões
China	1	1.112,5	18,31%	0,9	253,22
Brasil	2	590,5	9,72%	3,2	112,29
EUA	3	442,4	7,28%	1,5	348,17
Índia	4	402,7	6,63%	0,4	325,23
Argentina	5	138,9	2,29%	3,6	113,71
Federação Russa	7	117,8	1,94%	0,8	309,47
Austrália	9	110,0	1,81%	5,4	196,47
Canadá	20	72,9	1,20%	2,3	314,06
Mundo	-	6.075,2	100%	0,9	106,13

Desmatamento e Agricultura: potencial de abatimento

- ❑ O Brasil tem o potencial de reduzir em 70% suas emissões numa perspectiva temporal de médio e longo prazo (2030) competitivamente (média de €9 t/CO₂e vs. €18 t/CO₂e globalmente)
- ❑ A eliminação do desmatamento e as melhorias nas práticas agrícolas representam 86% do potencial de redução das emissões no país (72% e 14% respectivamente).
- ❑ No caso do desmatamento, estima-se em € [3,5 a 8]/tCO₂e o custo de abatimento (financiável em parte por CC); na agricultura, €[2 a 3] t/CO₂e

Matriz de Energia: fator de compensação

- ❑ O país tem na matriz energética um fator de diferenciação competitiva
 - Por ser apoiada fortemente em fontes renováveis (sete vezes mais do que a média da OECD)
 - Pela elevada proporção da hidroeletricidade
 - Pelo uso intensivo do etanol na frota de veículos e da biomassa de cana-de-açúcar na co-geração

Uma matriz de energia sustentável...

- O país tende a manter a proporção de fontes renováveis, apesar do avanço marginal de alguns não renováveis

Estrutura da Matriz Energética - Brasil, China, Índia, OECD e Mundo
Em %

	Brasil	China	Índia	OECD	Mundo
Renováveis					
Biomassa	31,4	12,0	28,3	3,80	10,14
Hidráulica	13,8	2,0	1,7	2,00	2,22
Eólica, solar, geotérmica	0,1	0,2	0,1	0,92	0,6
Subtotal	45,3	14,2	30,1	6,5	12,96
Não Renováveis					
Urânio	1,5	0,8	0,9	11,09	6,20
Carvão Mineral	6,2	64,2	39,3	20,56	26,01
Gás Natural	10,3	2,5	5,6	21,86	20,51
Petróleo e Derivados	36,7	18,3	24,1	39,77	34,32
Subtotal	54,7	85,8	69,9	93,28	87,04
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

...E com baixo níveis de emissão de GEE

- ❑ A matriz se caracteriza pelo crescimento moderado das emissões
- ❑ Baixa participação no total mundial; e
- ❑ Eficiência ambiental elevada

Emissões de GEE na Geração e Uso de Energia - Principais Emissores - per capita e PIB por MtCO₂e

País	Rank 2005	2005	% Δ 2005/2000	% do Mundo	Emissões per Capita	PIB/Emissões (*)
EUA	1	6.084,10	1,27	21,42%	20,5	2.041,69
China	2	5.278,60	63,31	18,58%	4,0	423,55
Federação Russa	3	1.750,10	2,00	6,16%	12,2	436,69
Índia	4	1.238,50	18,41	4,36%	1,1	633,23
Japão	5	1.221,20	3,23	4,30%	9,6	3.734,58
Alemanha	6	842,40	-2,31	2,97%	10,2	3.317,28
Canadá	7	609,90	3,29	2,15%	18,9	1.858,38
Reino Unido	8	559,90	1,65	1,97%	9,3	4.072,26
França	16	401,50	1,70	1,41%	6,6	5.348,68
Brasil	17	348,50	8,43	1,23%	1,9	2.530,14
Mundo	-	2.8407,40	14,86	100%	4,4	1.587,27

Matriz Elétrica: na fronteira ambiental

- ❑ A característica central da matriz de energia elétrica é sua base na hidroeletricidade, que em 2008 perfazia 84,6% do total de capacidade, enquanto as não renováveis somavam 13,7%
- ❑ Como resultado, o país ocupa uma posição “fora da curva” no que diz respeito às emissões de GEE: tem uma participação residual no mundo (0,48%), um dos mais baixos níveis de emissão per capita e a segunda mais elevada eficiência ambiental

Em termos de GEE, a França como único paralelo

- As rápidas taxas de crescimento na oferta de energia elétrica (6,1% entre 1973 e 2007) e as baixas emissões são evidência maior de que o país pode ser simultaneamente uma economia grande e de baixo carbono.

Total de Emissões de GEE na Eletricidade e Calefação - Principais Emissores, 2005

País	Rank 2005	2005	% do Mundo	Emissões per Capita	PIB/Emissões
EUA	1	2.743,6	22,29%	9,3	4.527,58
China	2	2.669,4	21,69%	2	837,55
Federação Russa	3	933,9	7,59%	6,5	818,35
Índia	4	694,8	5,65%	0,6	1.128,74
Japão	5	512,9	4,17%	4	8.891,93
Alemanha	6	363,7	2,96%	4,4	7.683,47
Austrália	7	236,2	1,92%	11,6	3.019,74
França	24	71,9	0,58%	1,2	29.867,80
Brasil	29	58,6	0,48%	0,3	15.046,98
Mundo	-	12.307,2	100%	1,9	3.663,73

Plano Decenal: um retrocesso?

- ❑ O Plano Decenal – documento básico de planejamento indicativo do setor – aponta para um crescimento rápido de fontes não renováveis, com ênfase no óleo combustível. Em contraposição, a fonte hidro é a que menos cresce no período

Evolução da Capacidade Instalada por Fonte de Geração 2008, 2017 (final do período, em MW e %)

Fonte	2008		2017		Δ 2008-17	g
Hidro	84.374	84,6	117.506	75,9	33.132	3,75
Alternativa	1.256	1,2	6.233	4,0	4.977	19,48
Nuclear	2.007	2,0	3.357	2,2	1.350	5,88
Gás Natural	8.237	8,3	12.204	7,9	3.967	4,47
Óleo	1.984	2,0	10.463	6,8	8.479	20,29
Carvão	1.415	1,4	3.175	2,0	1.760	9,40
Outras	469	0,5	1.859	1,2	1.390	16,54
Total	99.742	100	154.797	100	55.055	5,01

Porque a mudança na matriz?

- ❑ A preponderância da base hídrica leva a uma sobre dependência no regime de chuvas
- ❑ Após o racionamento de 2001, tornou-se imperativo a redução do risco:
 - Maior componente térmico (operando na ponta)
 - Reforço da rede de transmissão (bem sucedido)
- ❑ A complexidade do processo de licenciamento ambiental e a postergação dos projetos com base hídrica acelerou o processo de re-balanceamento da matriz

Quais as implicações para a emissão de GEE?

- ❑ O incremento de GEE no decênio é estimado pela EPE em 25 MtCO₂ eq - na configuração básica do Plano – e de cerca de 60 MtCO₂e caso haja a retirada de 14 GWs de capacidade por cancelamento ou atraso, e substituição por térmicas

**Emissões de Gases do Efeito Estufa pela Geração de Energia Elétrica
2008, 2017 (configuração básica, Alternativa 1 e 2)
*em Mt.CO₂eq***

Fonte	Configuração Básica	Alternativa I	Alternativa II
Carvão	22,05	49,0	51,0
Gás Natural	11,38	22,0	16,0
Óleo	5,67	4,0	7,0
Total	39,0	75,0	74,0

Não se deve retroceder

- ❑ Ainda que o incremento de 25-60 MtCO₂e seja de 1-3% do total de emissões do país, e 2-5% das emissões por desmatamento, o país deve avançar no objetivo de se consolidar como uma economia de baixo carbono.
- ❑ É essencial que o licenciamento dos projetos hidrelétricos levem explicitamente em consideração seus benefícios ambientais e os *trade-offs* envolvidos na sua postergação.
- ❑ Mas é igualmente essencial que se integrem – na Amazônia, em particular – a uma estratégia mais ampla de desenvolvimento sustentável, calcado num zoneamento econômico-ecológico da região (e das bacias) que defina suas vocações (e restrições).

Fundamental firmar a posição do país na fronteira

- ❑ Em paralelo, deve-se estabelecer metas ambiciosas (porém críveis) de ampliação da capacidade em energias alternativas e geração distribuída.
 - O potencial de 140 GW de energia eólica ainda é basicamente inexplorada [primeiro leilão em 11/09]
- ❑ A opção por termelétricas a óleo (combustível) deve ser limitada, cobrando-se um imposto carbono, convertendo-as para gás natural, e cancelando novas outorgas.
- ❑ Finalmente, deve-se avançar na energia nuclear (que opera na base da curva de carga do sistema elétrico) – levando o setor privado à construção e operação das 4 usinas de 1 GW cada no Nordeste - e eliminar o monopólio na exploração do urânio.



Claudio R. Frischtak

claudio.frischtak@interb.com.br

Heloisa Jardim

heloisa.jardim@interb.com.br

Aleida Auld

aauld08@gmail.com

Inter.B Consultoria Internacional de Negócios

Rua Barão do Flamengo, 22 sala 1001

Rio de Janeiro, RJ, 22220-080

Tel: +55 21 2556-6945