



Ministério de Minas e Energia
Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético

Plano Nacional de Energia **2030**



2006 - 2007



Ministério de Minas e Energia
Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético

Plano Nacional de Energia 2030



2006 - 2007



Ministério das Minas e Energia – MME

Ministro

Silas Rondeau Cavalcante Silva
Nelson Jose Hubner Moreira (interino)

Secretário de Planejamento e Desenvolvimento Energético

Márcio Pereira Zimmermann

Diretor do Departamento de Planejamento Energético

Iran de Oliveira Pinto

Ministério das Minas e Energia – MME

Esplanada dos Ministérios Bloco U – 5º andar
70065-900 – Brasília – DF
Tel.: (55 61) 3319 5299 Fax : (55 61) 3319 5067
www.mme.gov.br



Empresa de Pesquisa Energética

Empresa de Pesquisa Energética – EPE

Presidente

Maurício Tiomno Tolmasquim

Diretor de Estudos Econômicos e Energéticos

Amílcar Gonçalves Guerreiro

Diretor de Estudos de Energia Elétrica

José Carlos de Miranda Farias

Diretor de Estudos de Petróleo, Gás e Bioenergia

Maurício Tiomno Tolmasquim (interino)

Diretor de Gestão Corporativa

Ibanês César Cássel

Empresa de Pesquisa Energética – EPE

Sede: SAN – Quadra 1 – Bloco “B” – 1º andar | 70051-903
Brasília – DF
Escritório Central: Av. Rio Branco, 01 – 11º Andar 20090-003
Rio de Janeiro – RJ
Tel.: (55 21) 3512 3100 | Fax : (55 21) 3512 3199
www.epe.gov.br

Catálogo na Fonte
Divisão de Gestão de Documentos e Informação Bibliográfica

Brasil. Ministério de Minas e Energia.

Plano Nacional de Energia 2030 / Ministério de Minas e Energia ; colaboração Empresa de Pesquisa Energética . _ Brasília : MME : EPE, 2007.

12 v. : il.

Conteúdo: v. 1. Análise retrospectiva – v. 2. Projeções – v. 3. Geração hidrelétrica – v. 4. Geração termelétrica a partir de Petróleo e derivados – v. 5. Geração termelétrica a partir do gás natural – v. 6. Geração termelétrica a partir do carvão mineral – v. 7. Geração termonuclear – v. 8. Geração termelétrica a partir da biomassa – v. 9. Geração de energia elétrica a partir de outras fontes – v. 10. Combustíveis líquidos – v. 11. Eficiência energética – v. 12. Transmissão.

1. Energia elétrica – Brasil. 2. Fonte alternativa de energia. 3. Plano Nacional de Energia Elétrica. I. Empresa de Pesquisa Energética. II. Título.

CDU 621.3(81)“2030” : 338.28

Plano Nacional de Energia

2030

Projeções

Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético – SPE/MME

Coordenação Geral

Márcio Pereira Zimmermann

Coordenação Executiva

Francisco Romário Wojcicki

Iran de Oliveira Pinto

Paulo Altaur Pereira Costa

Departamento de Planejamento Energético

Diretor

Iran de Oliveira Pinto

Consultores

Albert Cordeiro Geber de Melo – CEPEL

Altino Ventura Filho – MME

Antônio Carlos Tatit Holtz – MME

Maria Elvira Piñeiro Maceira – CEPEL

Equipe Técnica

Adriano Jerônimo da Silva

Andrea Figueiredo

Artur Costa Steiner

Christiany Salgado Faria

Eduardo de Freitas Madeira

Fernando Colli Munhoz

Fernando José Ramos Mello

Flávia Xavier Cirilo de Sá

Gilberto Hollauer

Jarbas Raimundo de Aldano Matos

João Antônio Moreira Patusco

John Denys Cadman

José Luiz Scavassa

Osmar Ferreira do Nascimento

Renato Augusto Faria de Araújo

Sophia Andonios Spyridakis Pereira

Vanessa Virgínio de Araújo

Equipe de Apoio

Gilda Maria Leite da Fonseca

Leonardo Rangel de Melo Filardi

Maria Soares Correia

Maurílio Amaro de Souza Filho

Coordenação Editorial

Gabriela Pires Gomes de Sousa Costa

Equipe Editorial

Alex Weiler Magalhães

Ana Klea Sobreira de Moraes

Carlos Teixeira da Silva

Daniele de Oliveira Bandeira

Eduardo Gregório

Paulo Alfredo Perissin

Rafael Santiago de Carvalho

Departamento de Desenvolvimento Energético

Diretora

Laura Porto

Coordenação Geral

Ceres Cavalcanti

Impresso na Gráfica da Eletrobrás



Apresentação

O Plano Nacional de Energia – PNE 2030 tem como objetivo o planejamento de longo prazo no setor energético do país, orientando tendências e balizando as alternativas de expansão desse segmento nas próximas décadas.

O PNE é composto de uma série de estudos que buscam fornecer insumos para a formulação de políticas energéticas segundo uma perspectiva integrada dos recursos disponíveis. Estes estudos estão divididos em volumes temáticos cujo conjunto subsidiará a elaboração do relatório final do PNE.

Este volume, cujo tema é Projeções, é resultado do conjunto de cinco notas técnicas, fruto de trabalhos contratados pelo Ministério de Minas Energia (MME) e elaborados pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), empresa pública vinculada ao MME.

Na concepção de referido plano, bem como para os aperfeiçoamentos necessários e, sobretudo, para garantir os melhores resultados possíveis, foram realizadas no MME apresentações dos estudos preliminares através de seminários públicos, assegurando a efetiva participação dos agentes setoriais e da sociedade no processo de planejamento.

Foram realizados nove seminários cujo cronograma se vinculava ao estágio de desenvolvimento dos estudos temáticos PNE 2030. O primeiro seminário ocorreu em abril de 2006 e o último em novembro do mesmo ano. As contribuições realizadas neste seminário foram, na medida de sua pertinência, incorporadas nos trabalhos desenvolvidos de que se trata este volume.

O presente volume encontra-se dividido em cinco notas técnicas enumeradas a seguir:

1. Cenários demográfico e de domicílios;
2. Cenários econômicos nacionais.
3. O mercado de energia elétrica – evolução a longo prazo
4. O consumo final de energia – evolução a longo prazo
5. A demanda de energia primária – evolução a longo prazo

A nota técnica “Cenário demográfico e de domicílios” tem como objetivo apresentar a descrição, análise e quantificação do cenário de desenvolvimento da população brasileira e dos domicílios nas áreas urbana e rural no período 2005/2030.

A nota técnica “Cenários econômicos nacionais” apresenta uma formulação da economia brasileira, com a respectiva quantificação macroeconômica, os quais serão adotados com premissa básica na elaboração das projeções de demanda por energia a serem utilizadas no Plano Nacional.

A nota técnica “O mercado de energia elétrica – evolução a longo prazo” é parte integrante do Plano Nacional de Energia de Longo Prazo-2030 e apresenta os cenários de evolução do consumo de energia, focando especificamente a energia elétrica, para o período compreendido entre 2007 e 2030.

Nele são apresentadas as trajetórias e as respectivas condicionantes associadas a cada cenário, detalhando de forma relativamente simples, mas não menos rigorosa, os resultados consistentes com cada cenário delineado.

Portanto, ao avaliar as potenciais janelas de oportunidade e os eventuais obstáculos, este estudo permite uma profunda reflexão sobre os rumos do setor elétrico e, por conseguinte, torna-se mais nítido o papel do planejamento integrado no seu pleno desenvolvimento.

A nota “O consumo final de energia – evolução a longo prazo” é parte integrante do Plano Nacional de Energia de Longo Prazo - 2030 e apresenta os cenários de evolução do consumo de energia, focando especificamente a energia elétrica, para o período compreendido entre 2007 e 2030.

Nesse relatório são apresentadas as trajetórias de consumo de energia e as respectivas condicionantes associadas a cada cenário, detalhando de forma relativamente simples, mas não menos rigorosa, os resultados consistentes com cada cenário delineado.

A nota técnica apresentada é dividida nos seguintes tópicos: a retrospectiva histórica do consumo de energia no Brasil; a metodologia adotada para a projeção é detalhada, sendo descrita a ferramenta utilizada para tal; descrição das premissas básicas, divididas em premissas demográficas, econômicas e setoriais; e os resultados da projeção da demanda de energia.

A nota técnica “A demanda de energia primária – evolução a longo prazo” descreve as perspectivas para a evolução a longo prazo da demanda de energia primária, que inclui, além da demanda final de energia, a demanda nos centros de transformação.

Neste sentido, ressalta-se que o presente estudo é consistente com a nota técnica “O consumo final de energia - evolução a longo prazo”, que tratou da estimativa da demanda final de energia nos setores industrial, residencial, transportes, comercial/público e agropecuário. Estas estimativas servem, por sua vez, como informação utilizada para a estimativa da oferta interna de energia necessária ao atendimento desta demanda final, sendo estes resultados apresentados nesta nota técnica.

Assim, com a publicação deste volume, o Ministério de Minas e Energia busca apresentar à sociedade o resultado de estudos que constituem a gênese de um processo que culminará com a publicação do Plano Nacional de Energia-2030, este que é uma das principais formas de materialização do planejamento energético de longo prazo brasileiro que, paulatinamente, caminha rumo a uma mais intensa e efetiva participação da sociedade e sua elaboração.





SUMÁRIO GERAL

CENÁRIO DEMOGRÁFICO E DE DOMICÍLIOS (2005/2030)	11
CENÁRIOS ECONÔMICOS NACIONAIS 2005-2030	43
O MERCADO DE ENERGIA ELÉTRICA: EVOLUÇÃO A LONGO PRAZO	159
O CONSUMO FINAL DE ENERGIA: EVOLUÇÃO A LONGO PRAZO ESTUDOS DE FUNDAMENTAÇÃO SOBRE ECONOMIA E ENERGIA	229
A DEMANDA DE ENERGIA PRIMÁRIA – EVOLUÇÃO A LONGO PRAZO	343

Participantes da Empresa de Pesquisa Energética – EPE

Coordenação Geral

Maurício Tiomno Tolmasquim
Amílcar Gonçalves Guerreiro

Coordenação Executiva

James Bolívar Luna de Azevedo
Renato Pinto de Queiroz

Equipe Técnica

Amaro Olímpio Pereira Junior
Cláudio Gomes Velloso
Eduardo Velho
Gustavo Henrique Sena de Araújo (Estagiário)
Inah de Holanda
José Manuel David
Juliana Marreco
Luiz Claudio Orleans
Mauro Araújo Almeida
Patrícia de Magalhães Castro (Estagiária)
Ricardo Gorini de Oliveira
Vicente Correa Neto

SUMÁRIO

1.	População e domicílios – histórico (1970-2005)	13
2.	Projeção da população total residente (2005-2030).....	15
2.1	Repartição da população segundo as regiões geográficas	16
2.2	Estimativa do grau de urbanização	16
2.3	Considerações gerais	22
3.	Projeção do número de domicílios permanentes ocupados (2005-2030)	25
3.1	Critério adotado para a projeção do número de domicílios	25
3.2	Resultados das projeções do número de domicílios.....	29
	Apêndice A. O método das componentes demográficas.....	30
	Apêndice B. Método de tendência para estimar as populações das grandes regiões, unidades da federação e municípios	32
	Apêndice C. Conceitos	33
	Apêndice D. Indicadores	34
	Apêndice E. Classificação dos domicílios.....	36
4.	Referências bibliográficas.....	37
	 ANEXO I	 38
	ANEXO II	40

1. População e domicílios – histórico (1970-2005)

Apresenta-se, a seguir, uma breve análise da evolução histórica da população e dos domicílios, para o período 1970-2005¹. Até 1940, as altas taxas de natalidade e de mortalidade, principalmente infantil, resultaram em baixos crescimentos da população brasileira. No período pós Segunda Guerra Mundial, o Brasil entra na etapa de maior crescimento populacional, função da lenta redução da natalidade combinada com a queda acentuada da mortalidade.

Contudo, observou-se, também, a permanência de altas taxas de natalidade, ocasionando elevadas taxas de crescimento populacional: 2,39%, na década de 1940 e 2,99%, na década de 1950. As taxas de natalidade começam sua trajetória de declínio em meados da década de 1970, período em que se iniciam a introdução e a paulatina difusão dos métodos anticonceptivos no Brasil. Com isso, é possível observar, ainda na década de 60, uma discreta diminuição das taxas de crescimento populacional (2,89%), fenômeno que vai se confirmar nos dez anos seguintes, quando se constata uma taxa de crescimento de 2,44%.

Na década de 1970, tanto a mortalidade quanto a fecundidade encontravam-se em processo de declínio de seus níveis gerais. A partir da década de 1980, a diminuição da taxa de natalidade, devido à propagação da esterilização feminina no país, contribui para a continuidade das quedas nas taxas de crescimento da população. A partir deste momento, o Brasil deixa de ser caracterizado como um país de população extremamente jovem para se enquadrar num grupo de países que experimenta um rápido processo de envelhecimento populacional.

Entre os anos 2000 e 2005, a população brasileira manteve a tendência de queda relativa, registrando uma variação média de 1,46% ao ano. A evolução da população brasileira desde a década de 1970, em nível de Brasil e regiões geográficas, é mostrada na Tabela 1.

A taxa de urbanização do Brasil evoluiu, entre 1970 e 2005, de 56% para 81%, o que confirma o processo sistemático de urbanização pelo qual o país vem passando nos últimos anos. Nas Regiões Norte e Nordeste, cujos níveis ainda estão em torno de 70%, o incremento vem se dando gradualmente. Observou-se também que, embora possua o segundo mais baixo nível de urbanização do país, a Região Norte registrou o maior aumento relativo da taxa de urbanização, 18,3%.

¹ A análise detalhada da evolução da população e dos domicílios está apresentada no documento “Histórico Demográfico e de Domicílios (1970/2005)”, publicado pela EPE em dezembro de 2005.

Tabela 1 – Evolução da população total residente (mil hab.)*
Brasil e Regiões, 1970-2005

Região	1970	1980	1990	2000	2005
Norte	3.603,7	5.829,2	10.002,0	13.086,4	14.698,9
<i>Varição (% ao ano)</i>	-	4,93	5,55	2,72	2,35
Nordeste	28.111,6	34.690,8	42.433,2	48.075,6	51.019,1
<i>Varição (% ao ano)</i>	-	2,13	2,03	1,26	1,20
Sudeste	39.850,7	51.560,0	62.648,3	73.038,0	78.472,0
<i>Varição (% ao ano)</i>	-	2,61	1,97	1,55	1,45
Sul	16.496,3	18.982,1	22.103,4	25.300,3	26.973,5
<i>Varição (% ao ano)</i>	-	1,41	1,53	1,36	1,29
Centro-Oeste	5.072,5	7.271,4	9.405,7	11.779,6	13.020,8
<i>Varição (% ao ano)</i>	-	3,67	2,61	2,28	2,02
Brasil	93.134,8	118.333,5	146.592,6	171.279,9	184.184,3
<i>Varição (% ao ano)</i>	-	2,42	2,16	1,57	1,46

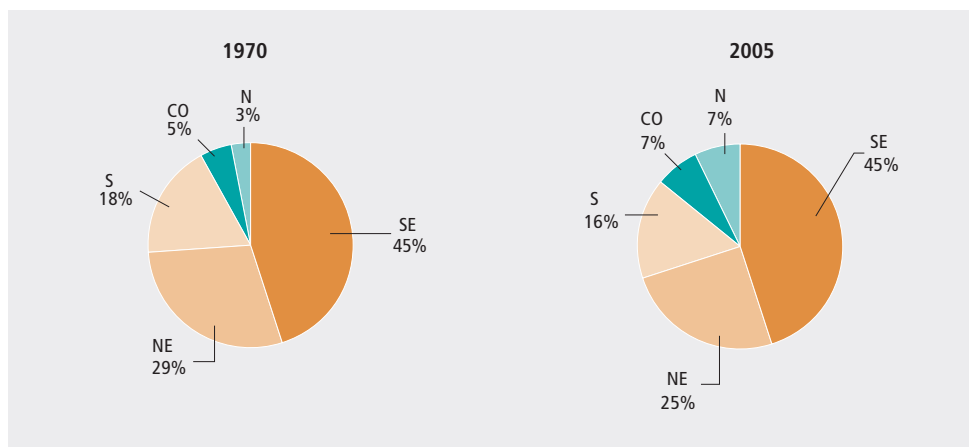
* referência: 01/07.

Fonte: IBGE. Compilado pela EPE.

Entre 1950 e 1960, o crescimento do número de domicílios manteve praticamente a mesma taxa do crescimento populacional. De 1970 a 1980 a taxa de crescimento domiciliar atingiu 3,6% ao ano, até então o nível mais alto dentre os períodos intercensitários. Em 1980, o número total de domicílios já era pouco maior do que 25,7 milhões, dos quais 11,9 milhões se encontravam na Região Sudeste e 6 milhões na Região Nordeste. No período que vai de 1980 a 2000, praticamente não houve mudança nessa dinâmica. Em 2005, estima-se um total de 51,9 milhões de domicílios, dos quais 45% estariam localizados na Região Sudeste.

Observa-se que, apesar de serem as áreas de menor concentração domiciliar, as Regiões Norte e Centro-Oeste apresentaram, ao longo do período, as maiores taxas de crescimento domiciliar tendo, ambas, mais do que dobrado o seu número de domicílios existentes em 1980. Essas regiões registraram crescimentos médios anuais, entre 1970 e 2005, de 5,22% e 4,17%, respectivamente. A situação da distribuição espacial do número de domicílios em 1970 e 2005 está apresentada na Figura 1.

Figura 1 – Distribuição percentual do domicílios totais permanentes
Brasil e Regiões, 1970-2005



Fonte: IBGE. Compilado pela EPE.

A taxa de fecundidade vem apresentando trajetória descendente, conforme pode ser observado nos dados do IBGE para os anos 1970, 1980, 1991 e 2000, apresentados na Tabela 2. A trajetória decrescente do indicador habitantes por domicílio aponta para uma fase de transição demográfica que é precedida por 30 anos de um nível constante com valor pouco superior a 5 habitantes por domicílio e segue em favor de uma saturação num patamar inferior a 4 habitantes por domicílio.

Essa tendência decrescente é determinada pela diferença entre as taxas de crescimento demográfico e do número de domicílios. Conforme as observações dos Censos, as taxas de crescimento da população são decrescentes a partir dos anos 70, enquanto as taxas médias anuais de crescimento do número de domicílios, nos períodos 1980/1991 e 1991/2000, são idênticas e diferem significativamente dos valores observados nos anos 70, quando a média anual da taxa de crescimento foi de 3,6%.

Tabela 2 – Taxa de fecundidade das mulheres entre 15 e 49 anos
Brasil e Regiões, 1970-2000

Região	1970	1980	1991	2000
Norte	8,2	6,4	4,1	3,1
Nordeste	7,5	6,1	3,7	2,6
Sudeste	4,6	3,4	2,3	2,1
Sul	5,5	3,6	2,5	2,2
Centro-Oeste	6,4	4,5	2,6	2,2
Brasil	5,8	4,3	2,8	2,3

Fonte: IBGE, Censos Demográficos.

2. Projeção da população total residente (2005-2030)

Neste item são apresentadas as projeções da população total residente, por situação, para o período 2005 - 2030, em nível de Brasil e regiões geográficas. Os dados básicos utilizados no desenvolvimento do trabalho correspondem às seguintes projeções do IBGE, revisadas em 2004:

- População total residente em nível de Brasil, para o horizonte 2001-2050, e
- População total residente em nível de regiões geográficas e suas respectivas unidades da federação, cobrindo o período 1980-2020.

Essas projeções estão referenciadas à data de 01 de julho e, em nenhum dos dois casos, se encontram desagregadas por situação (urbana e rural). Tendo em vista que os estudos do setor elétrico requerem que as projeções da população sejam desagregadas por situação e segundo as grandes regiões, e ainda referenciadas à data base de 31 de dezembro, fizeram-se necessários os seguintes procedimentos:

1. Desagregar a projeção da população total residente segundo as regiões geográficas para o período 2021/2030, através da aplicação do método de tendência de crescimento demográfico “aibi”².
2. Referenciar as projeções do período 2005-2030 à data base de 31 de dezembro.
3. Estimar a taxa de urbanização, por região geográfica, para o período 2005-2030, através de uma função logística.

2 O método de tendência de crescimento demográfico está descrito no Apêndice B.

2.1. Repartição da população segundo as regiões geográficas

Para a repartição da população projetada pelo IBGE por regiões geográficas no período 2020-2030, adotou-se o “Método de Tendência para Estimar as Populações das Grandes Regiões”, “aibi”, descrito no Apêndice B, cujas fórmulas gerais são as seguintes:

$$P_{(t)} = \sum_{i=1}^n P_i(t)$$

$$P_i(t) = a_i P_{(t)} + b_i, \text{ onde:}$$

P (t) = população da área a ser repartida (Brasil).

a_i = coeficiente de proporcionalidade do incremento da população da área menor i em relação ao incremento da população da área maior.

b_i = coeficiente linear de correção.

A determinação destes coeficientes foi obtida a partir da utilização dos valores para o Brasil e respectivas regiões geográficas relativos aos Censos de 1991 e 2000 (t_0 e t_1 , respectivamente).

Dessa forma obtiveram-se as seguintes equações:

Região	Equação
Norte	$P_N(t) = 0,1249 * (P_{BR}(t) - 8.311.661)$
Nordeste	$P_{NE}(t) = 0,2286 * (P_{BR}(t) + 8.906.510)$
Sudeste	$P_{SE}(t) = 0,4209 * (P_{BR}(t) + 965.866)$
Sul	$P_S(t) = 0,1295 * (P_{BR}(t) + 3.129.252)$
Centro-Oeste	$P_{CO}(t) = 0,0962 * (P_{BR}(t) - 4.689.967)$

2.2. Estimativa do grau de urbanização

Para projetar o grau de urbanização (relação entre a população urbana e a população total), atendendo ao comportamento esperado deste indicador, ajustou-se uma curva logística aos dados históricos correspondentes aos anos censitários: 1970, 1980, 1991 e 2000. Admite-se, ainda, que o grau de urbanização deverá atingir limites de saturação em níveis e períodos diferentes para cada região do país.

Foi utilizado o seguinte tipo de curva logística:

$$U(t) = \frac{K}{1 + C \bullet e^{r(t-t_0)}}, \text{ onde}$$

U(t) = Grau de urbanização no instante t

$$t_0 = 1970$$

K, C, r são constantes ($r < 0$)

O ajustamento da logística envolve a estimativa de três parâmetros (**K, C, r**) e a utilização de métodos de estimação não lineares. No entanto, é freqüente proceder-se a uma simplificação que consiste em

definir, de forma exógena, a constante K , que representa o limite de saturação de $U(t)$ quando $t \rightarrow \infty$, restando, então, dois parâmetros a estimar (C, r). Nesta hipótese, a curva logística é linearizável, através de uma mudança de variáveis.

De fato, a equação da logística pode reescrever-se na seguinte forma:

$$\frac{K}{U(t)} - 1 = C \bullet e^{r(t-t_0)}$$

ou

$$\ln \left(\frac{K}{U(t)} - 1 \right) = \ln(C) + r(t - t_0)$$

Através da mudança de variáveis:

$$T = t - t_0$$

$$U^* = \ln \left(\frac{K}{U(t)} - 1 \right)$$

$$B_0 = \ln(C)$$

$$B_1 = r$$

a equação da logística é transformada na seguinte equação de uma reta:

$$U^* = B_0 + B_1 \bullet T$$

Após esta transformação, o problema do ajustamento da curva logística reduz-se ao ajustamento da reta aos pontos históricos considerados.

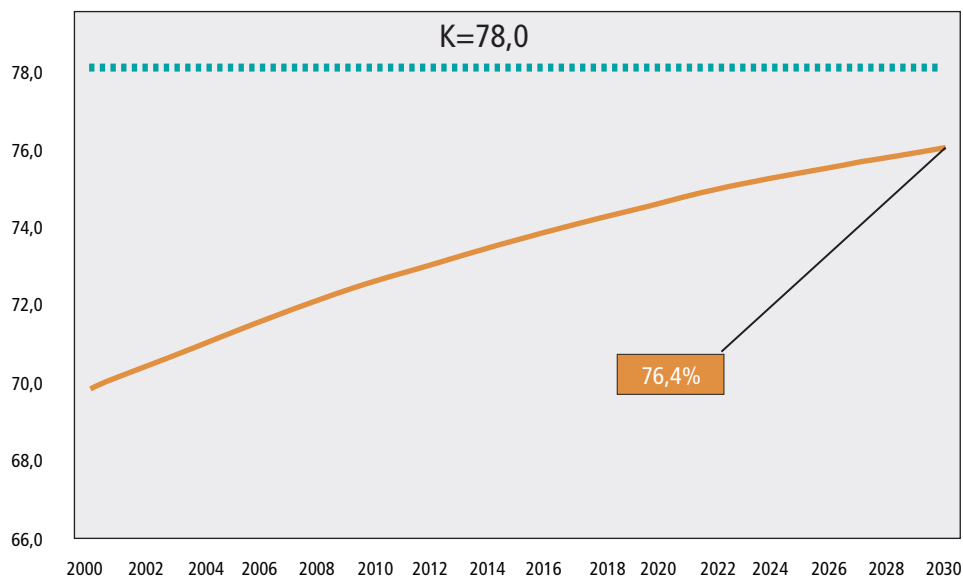
Este tratamento simplificado do problema obriga, conforme se mencionou, à definição prévia dos limites de saturação do grau de urbanização para as diferentes regiões do país (isto é, o parâmetro K). Nesse sentido, foram simulados diferentes valores e feita uma análise de sensibilidade para a seleção dos níveis de saturação.

Os valores de K utilizados para as diferentes regiões do Brasil estão indicados a seguir.

Região	K
Norte	78,0
Nordeste	81,0
Sudeste	96,0
Sul	91,0
Centro-Oeste	94,0

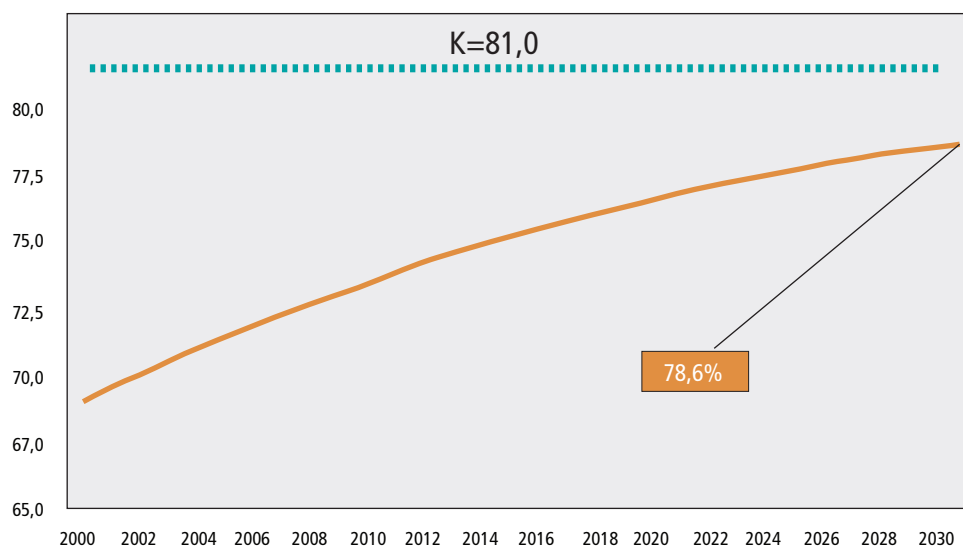
As Figuras 2 a 7 apresentam, para o Brasil e regiões, as curvas resultantes das projeções do grau de urbanização.

Figura 2 – Grau de urbanização (%)
Região Norte, 2000-2030



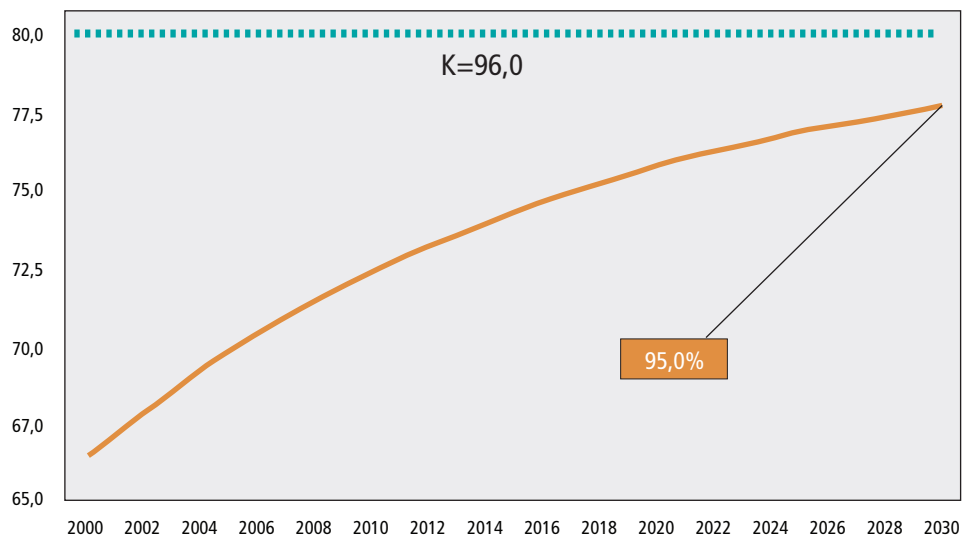
Fonte: IBGE. Compilado pela EPE.

Figura 3 – Grau de urbanização(%)
Região Nordeste, 2000-2030



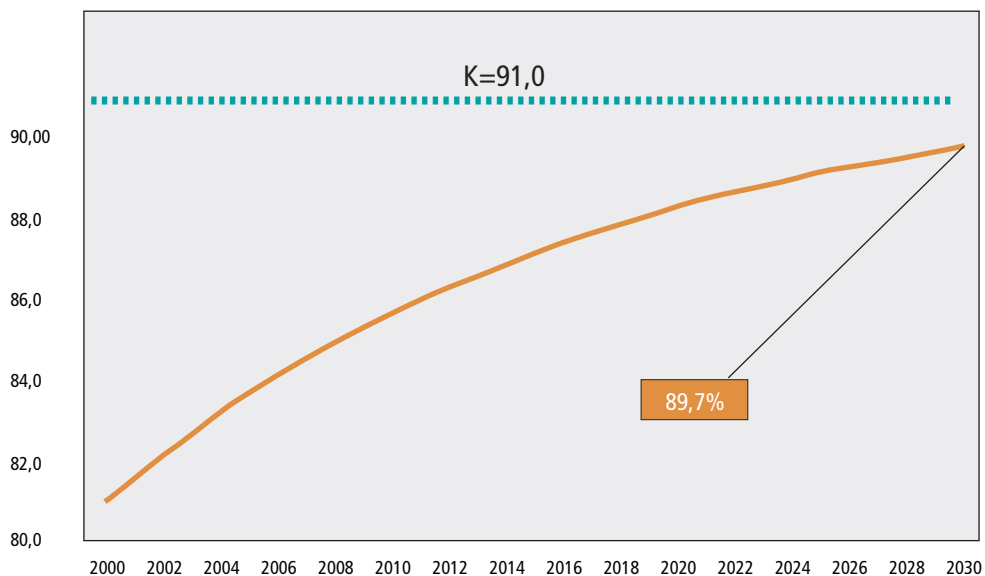
Fonte: IBGE. Compilado pela EPE.

Figura 4 – Grau de urbanização (%)
Região Sudeste, 2000-2030



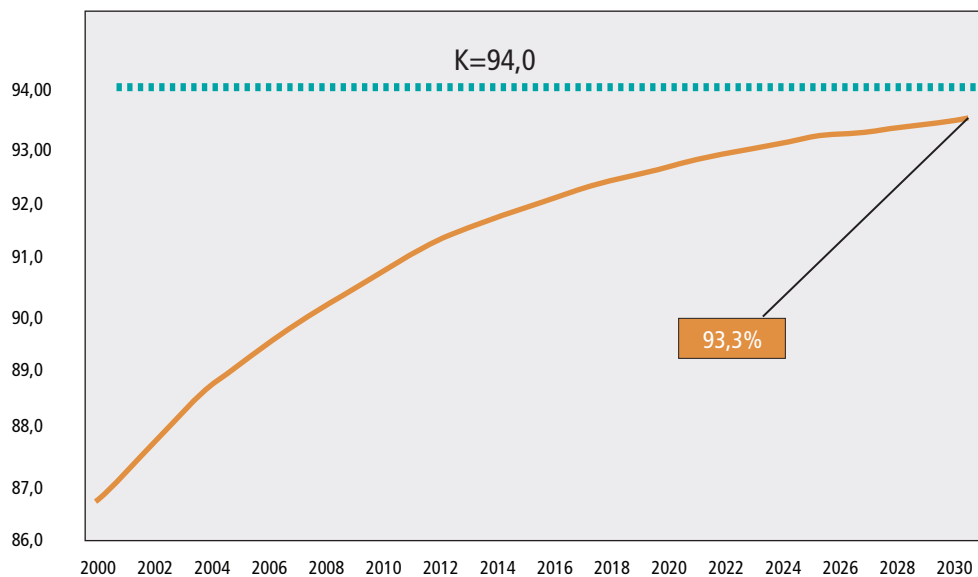
Fonte: IBGE. Compilado pela EPE.

Figura 5 – Grau de urbanização (%)
Região Sul, 2000-2030



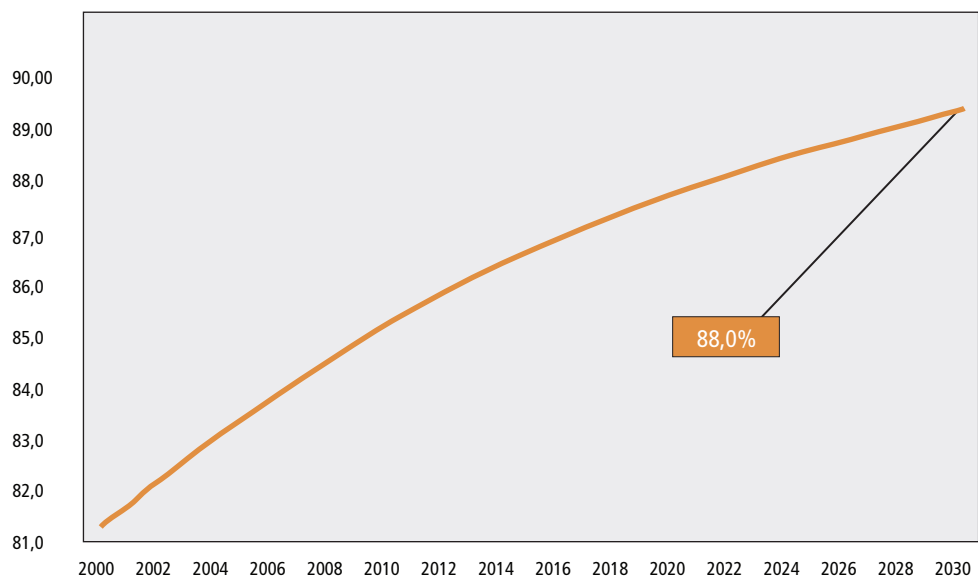
Fonte: IBGE. Compilado pela EPE.

Figura 6 – Grau de urbanização (%)
Região Centro-Oeste, 2000-2030



Fonte: IBGE. Compilado pela EPE.

Figura 7 – Grau de urbanização (%)
Brasil, 2000-2030



Fonte: IBGE. Compilado pela EPE.

Os resultados da projeção da população total residente desagregada por região geográfica e por situação são apresentados nas Tabelas 3 e 4. Verifica-se que, as Regiões Norte e Centro-Oeste mantêm a tendência histórica de crescimento em patamar acima do estimado para as demais regiões, aumentando assim, gradativamente as suas participações sobre a população total. A Figura 8 ilustra a distribuição espacial da população total residente em 2005 e 2030, enquanto na Tabela 5 são apresentadas as taxas de urbanização projetadas para o Brasil e as respectivas regiões.

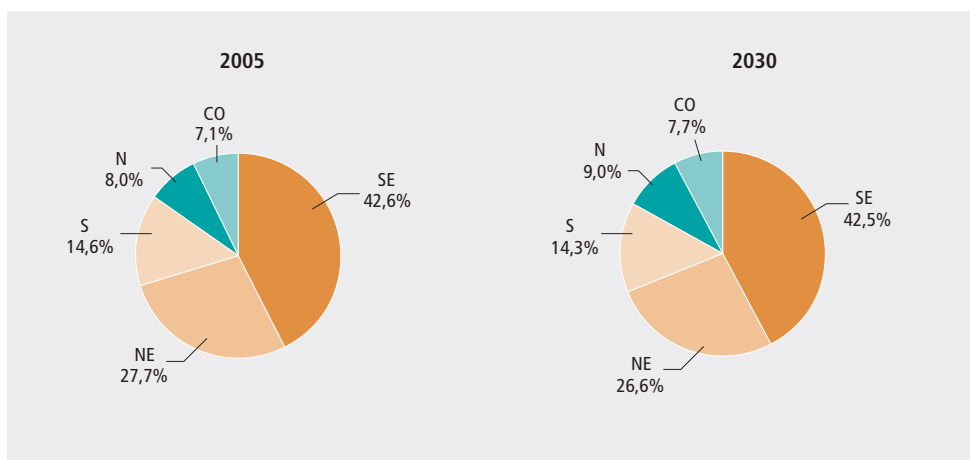
Tabela 3 – Projeção da população total residente (mil hab.)*
Brasil e Regiões, 2005-2030

Região	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Norte	14.859,6	16.430,1	17.870,0	19.185,0	20.398,9	21.492,7
<i>Varição (% ao ano)</i>	-	2,03	1,69	1,43	1,23	1,05
Nordeste	51.313,2	54.179,9	56.808,1	59.208,5	61.427,7	63.427,7
<i>Varição (% ao ano)</i>	-	1,09	0,95	0,83	0,74	0,64
Sudeste	79.014,7	84.306,9	89.158,9	93.589,9	97.678,9	101.363,6
<i>Varição (% ao ano)</i>	-	1,31	1,13	0,97	0,86	0,74
Sul	27.140,7	28.770,2	30.264,3	31.628,6	32.887,0	34.020,9
<i>Varição (% ao ano)</i>	-	1,17	1,02	0,89	0,78	0,68
Centro-Oeste	13.144,6	14.353,3	15.461,6	16.473,7	17.408,0	18.249,9
<i>Varição (% ao ano)</i>	-	1,78	1,50	1,28	1,11	0,95
Brasil	185.472,7	198.040,4	209.563,0	220.085,8	229.800,5	238.554,7
<i>Varição (% ao ano)</i>	-	1,32	1,14	0,98	0,87	0,75

* referência: 31/12.

Fonte: IBGE. Compilado pela EPE.

Figura 8 – Projeção da população total residente
Regiões Geográficas, 2005-2030



Fonte: IBGE. Compilado pela EPE.

Tabela 4 – Projeção da população urbana (mil hab.)*
Brasil e Regiões, 2005-2030

Região	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Norte	10.658,5	12.029,8	13.290,3	14.438,3	15.489,6	16.430,4
<i>Variação (% ao ano)</i>	-	2,45	2,01	1,67	1,42	1,19
Nordeste	36.749,9	39.929,3	42.806,2	45.385,7	47.710,3	49.762,1
<i>Variação (% ao ano)</i>	-	1,67	1,40	1,18	1,00	0,85
Sudeste	72.520,1	78.205,8	83.384,3	88.076,0	92.362,7	96.195,3
<i>Variação (% ao ano)</i>	-	1,52	1,29	1,10	0,95	0,82
Sul	22.712,1	24.664,4	26.399,2	27.932,9	29.300,8	30.500,6
<i>Variação (% ao ano)</i>	-	1,66	1,37	1,14	0,96	0,81
Centro-Oeste	11.702,7	13.008,7	14.183,0	15.234,3	16.185,9	17.030,5
<i>Variação (% ao ano)</i>	-	2,14	1,74	1,44	1,22	1,02
Brasil	154.343,3	167.838,1	180.063,0	191.067,2	201.049,4	209.918,7
<i>Variação (% ao ano)</i>	-	1,69	1,42	1,19	1,02	0,87

* referência: 31/12.

Fonte: IBGE. Compilado pela EPE.

Tabela 5 – Evolução percentual da taxa de urbanização
Brasil e Regiões, 2005-2030

Região	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Norte	71,7	73,2	74,4	75,3	75,9	76,4
Nordeste	71,6	73,7	75,4	76,7	77,7	78,5
Sudeste	91,8	92,8	93,5	94,1	94,6	94,9
Sul	83,7	85,7	87,2	88,3	89,1	89,7
Centro-Oeste	89,0	90,6	91,7	92,5	93,0	93,3
Brasil	83,2	84,7	85,9	86,8	87,5	88,0

Fonte: IBGE. Compilado pela EPE.

2.3. Considerações gerais

Levando-se em conta a tendência mundial de crescimento populacional e o comportamento evolutivo da população brasileira, acredita-se que o Brasil atinja o chamado “crescimento zero” por volta de 2062. A partir deste momento, as taxas de crescimento populacional seriam negativas como as apresentadas por países desenvolvidos que há muito já experimentaram a transição demográfica. Dessa forma, até 2062, o Brasil ainda apresentaria um potencial de crescimento populacional, fruto do balanço entre os nascimentos e os óbitos ocorridos no País.

A taxa de fecundidade assim como as taxas de natalidade e mortalidade são indicadores demográficos que ditam o ritmo de crescimento da população nacional. Ao longo dos anos, este indicador vem atingindo patamares cada vez mais baixos, em consequência das transformações ocorridas na sociedade brasileira, de modo geral, e na própria família, de maneira mais particular. Sendo assim, esta taxa que em 1991 se posicionava em 2,89 filhos por mulher, em 2000 passa para 2,39. Para 2030, a taxa projetada corresponde a 1,92 filhos por mulher.

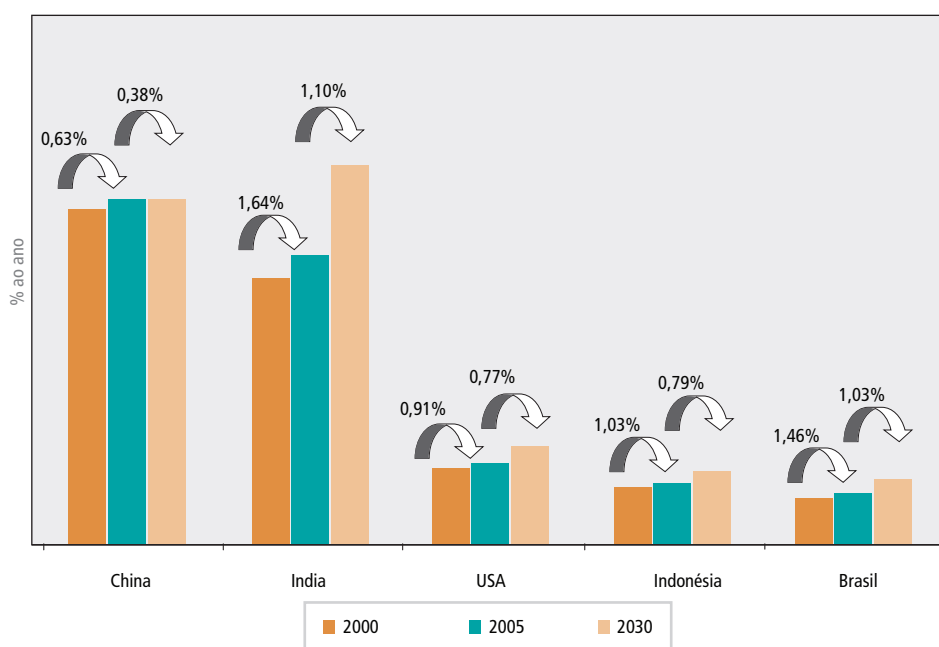
O efeito combinado da redução dos níveis da fecundidade e da mortalidade no Brasil resultou na transformação da pirâmide etária da população, sobretudo a partir de meados dos anos 1980. O formato tipicamente triangular, com uma base alargada, está cedendo lugar a uma pirâmide populacional característica de uma população em franco processo de envelhecimento. O envelhecimento populacional caracteriza-se pela redução da participação relativa de crianças e jovens, acompanhada do aumento do peso proporcional dos adul-

tos e, particularmente, dos idosos. Em 2000, enquanto as crianças de 0 a 14 anos correspondiam a 30% da população total, o contingente com 65 anos ou mais representava 5%. Em 2030, a proporção de crianças de 0 a 14 anos cairá para 21% e o de idosos com 65 anos ou mais subirá para 12%.

Em 2000, a população do Brasil foi estimada em 171 milhões de habitantes (referência: 01/07), o que coloca o País na 5ª posição do ranking dos 192 países ou áreas investigados pela Organização das Nações Unidas (ONU), ficando atrás somente da China (1.275 milhões), Índia (1.017 milhões), EUA (285 milhões) e Indonésia (212 milhões).

A Figura 9 ilustra a evolução da população desses mesmos países, entre 2000 e 2005, as projeções para 2030 (em mil habitantes), e os respectivos crescimentos médios anuais, expressos em percentuais.

Figura 9 – População total residente – Valores reais e projetados
Países selecionados – Taxas de crescimento entre 2000, 2005 e 2030



Fontes: IBGE e ONU.

Supondo que a taxa de crescimento da população brasileira se mantivesse nos mesmos níveis das apresentadas nos anos 1950 (aproximadamente 3% ao ano), em 2005 o país teria uma população de 275 milhões de habitantes. No entanto, foi a partir da década de 1960 que a taxa de crescimento populacional, associada à taxa de fecundidade, experimentou sucessivas quedas que levaram à estimativa de 184 milhões de habitantes em 2005. Ao longo dos 45 anos que se passaram, a diminuição do balanço entre nascimentos e mortes foi tal que a diferença observada de 90 milhões de pessoas que não entraram no cálculo da população, em 2005, deve-se exclusivamente à queda dos níveis gerais da fecundidade no país.

A população brasileira, em 2000, ocupava a 94ª posição no ranking crescente dos 192 países ou áreas com 100.000 habitantes ou mais. A média de crescimento da população mundial de 2000/2005 era de 1,2%,

segundo a ONU. Para o período 2005-2030, o mesmo órgão estima um crescimento médio de 0,73%. No período 2000-2005, a taxa de crescimento da população brasileira foi da ordem de 1,46% ao ano, superando, portanto, a média mundial para o mesmo período. De 2005 a 2030, espera-se que a taxa média de crescimento anual da população brasileira atinja o patamar de 1,03%, se mantendo, ainda, acima da média mundial.

Além de apresentar sucessivas quedas nas taxas de crescimento, acredita-se que a população brasileira seguirá a tendência mundial de envelhecimento populacional. Em 1940, a expectativa de vida do brasileiro era de 45,5 anos. Com o avanço da medicina e as melhorias nas condições gerais de moradia, a expectativa de vida ao nascer se elevou para 70,4 anos em 2000. Em escala mundial, a esperança de vida ao nascer foi estimada, para o mesmo ano, em 65 anos e, para 2045-2050, a ONU projeta uma vida média de 74,3 anos.

Ainda de acordo com as projeções da ONU, em 2030 o Brasil alcançará o patamar de 78,8 anos e, em 2050, 81,3 anos, quando atingirá o nível do Japão, hoje com 81,6 anos e primeiro colocado no ranking mundial dos 192 países ou áreas estudados pelo órgão. O Brasil ocupa o 89º lugar neste ranking com 72 anos de vida média.

Ao considerar que no Japão a vida média já é superior a 81 anos, a esperança de vida no Brasil de 72 anos, em 2005, ainda é relativamente baixa. Segundo o IBGE, em 2030, a população atingirá 236 milhões de habitantes (população na data base de 01 de julho), sendo constituída por 50 milhões de jovens de 0 a 14 anos e 28 milhões de idosos com 65 anos ou mais. Portanto, em razão do amplo diferencial de crescimento entre as duas populações, a participação dos jovens que era de 27,9% e dos idosos de 6,1% em 2005 passa respectivamente para 21,2% e 12,1%, em 2030, confirmando a tendência de envelhecimento da população nacional.

Para países que em 2005 tinham populações estimadas em torno de 298 milhões (USA), 222 milhões (Indonésia) e 107 milhões (México), e portanto próximas à população estimada para o Brasil (184 milhões), no mesmo ano, as projeções das Nações Unidas, para 2030, revistas em 2004, apontam indicadores de dependência da ordem de 18,1% (USA), 20,2% (Indonésia) e 20,5% (México) de jovens entre 0 e 14 anos e 19,2% (USA), 10% (Indonésia) e 11,7% (México) de idosos com mais de 65 anos. Isto leva a crer que o Brasil segue a mesma tendência dos países com dinâmica populacional semelhante à sua.

Em se tratando da distribuição populacional rural e urbana, nota-se uma concentração progressiva e acentuada da população nas áreas urbanas. Esta é uma tendência há muito observada e ocorre em razão principal dos movimentos migratórios. Em 1940, 31% da população brasileira residiam nas áreas urbanas do país. Em 2005, essa proporção ficou pouco acima de 80% da população, enquanto que, para 2030, a ONU estima um grau de urbanização para o Brasil da ordem de 91%.

3. Projeção do número de domicílios permanentes ocupados (2005-2030)

A tendência decrescente da relação habitante por domicílios é determinada pela diferença entre as taxas de crescimento populacional e do número de domicílios. Conforme explicitado anteriormente, sabe-se que a taxa de crescimento demográfico inicia sua queda em meados dos anos 70, quando as taxas de natalidade, mortalidade e fecundidade entram em declínio.

Portanto, a redução da relação habitante por domicílio, neste período, se deve à queda da taxa de fecundidade e ao número de famílias que cresce a taxas maiores do que as da população (ALVES, 2004).

Assim, acredita-se que a evolução da relação habitante por domicílio tenderá a uma trajetória semelhante à trajetória da taxa de fecundidade com uma defasagem de 10 anos em relação a esta (OLIVEIRA E FERNANDES, 1996).

Levando em consideração as estimativas da TFT disponibilizadas pelo IBGE e conhecendo a evolução temporal da relação habitante por domicílio, pode-se estimar o número total de domicílios permanentes e ocupados.

■ 3.1. Critério adotado para a projeção do número de domicílios

Dado que o número de habitantes por domicílio é uma variável que deverá, também, atingir algum nível de saturação, seguiu-se, para projetar este indicador, uma abordagem semelhante à utilizada para o grau de urbanização. Porém, enquanto o grau de urbanização apresenta uma tendência crescente no tempo, saturando em um determinado limite superior, o número de habitantes por domicílio é uma função decrescente no tempo, tendendo para determinado limite inferior de saturação.

Nessas condições, o inverso do número de habitantes por domicílio, isto é, a relação entre número de domicílios e população, deverá apresentar um comportamento semelhante ao do grau de urbanização e saturar em determinado limite superior.

Dessa forma, fixaram-se níveis de saturação para a relação “número de habitantes/domicílio”, por região, e utilizou-se a mesma modelagem usada para o grau de urbanização, através do ajuste de uma curva logística, para projetar a relação “número de domicílios/população” com base no histórico destas variáveis correspondente aos quatro anos censitários: 1970, 1980, 1991 e 2000.

Nas Figuras 10 a 15 são apresentadas, para o Brasil e regiões, as curvas resultantes das projeções para a relação habitantes/domicílios, utilizadas para a projeção do número de domicílios permanentes ocupados.

Figura 10 – Relação habitante por domicílio
Região Norte, 2000-2030

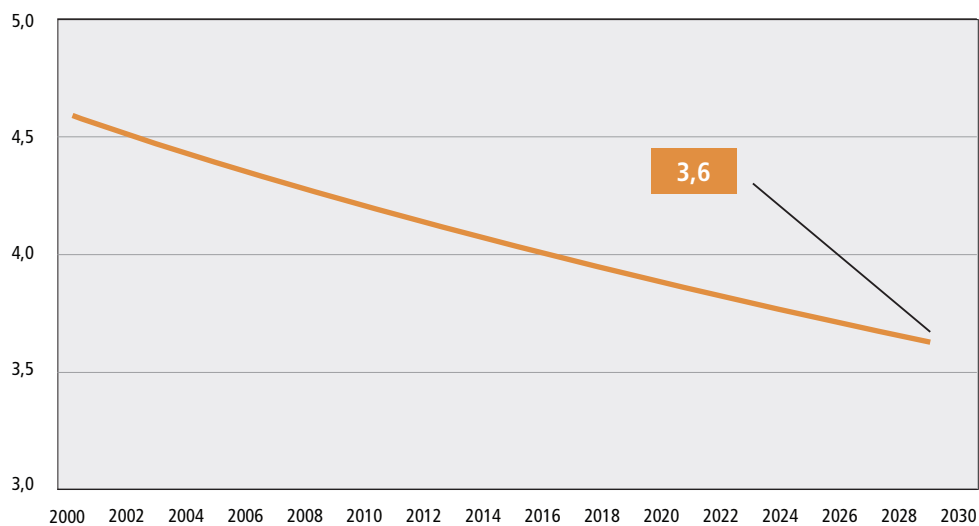


Figura 11 – Relação habitante por domicílio
Região Nordeste, 2000-2030

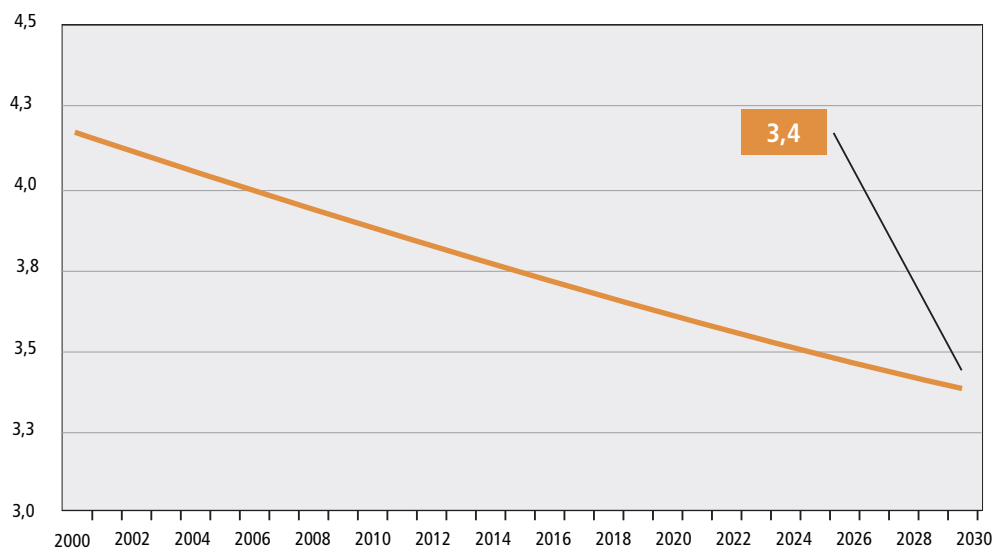


Figura 12 – Relação habitante por domicílio
Região Sudeste, 2030

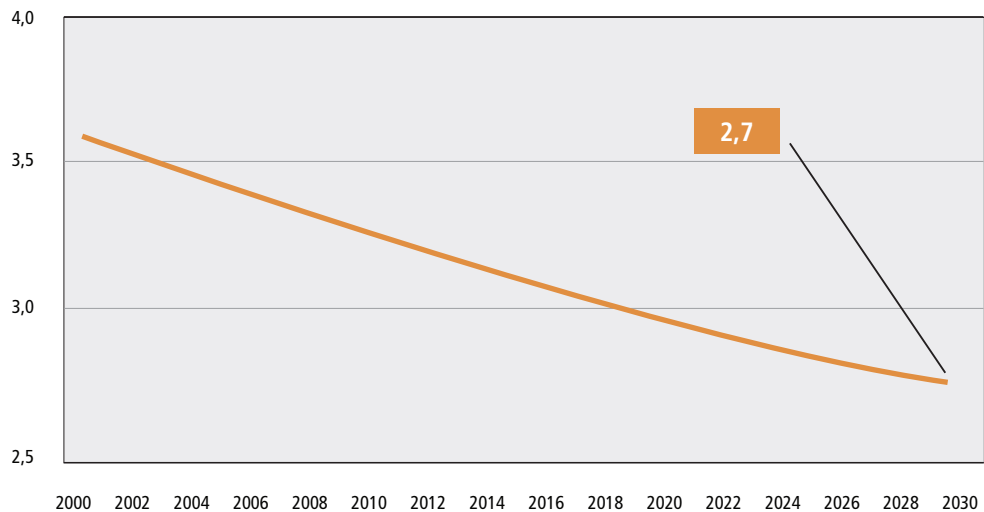


Figura 13 – Relação habitante por domicílio
Região Sul, 2030

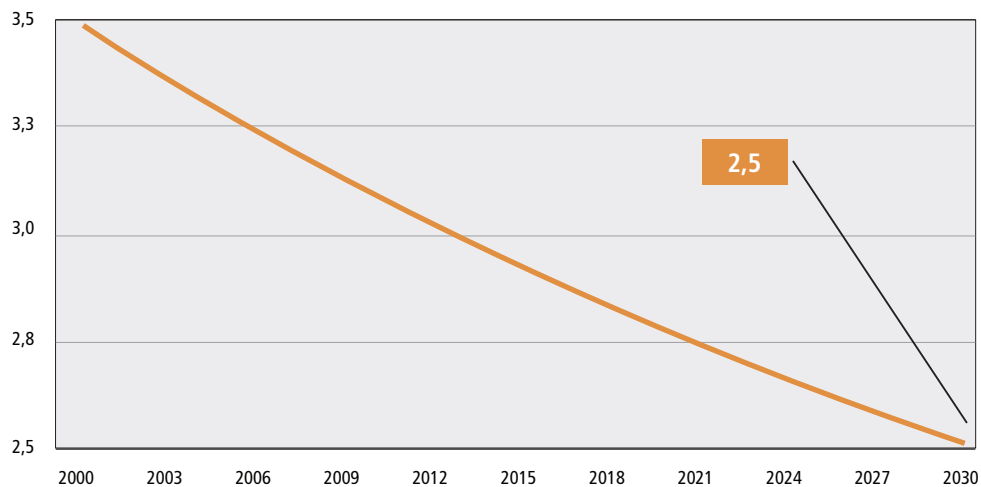


Figura 14 – Relação habitante por domicílio
Região Centro-Oeste, 2000-2030

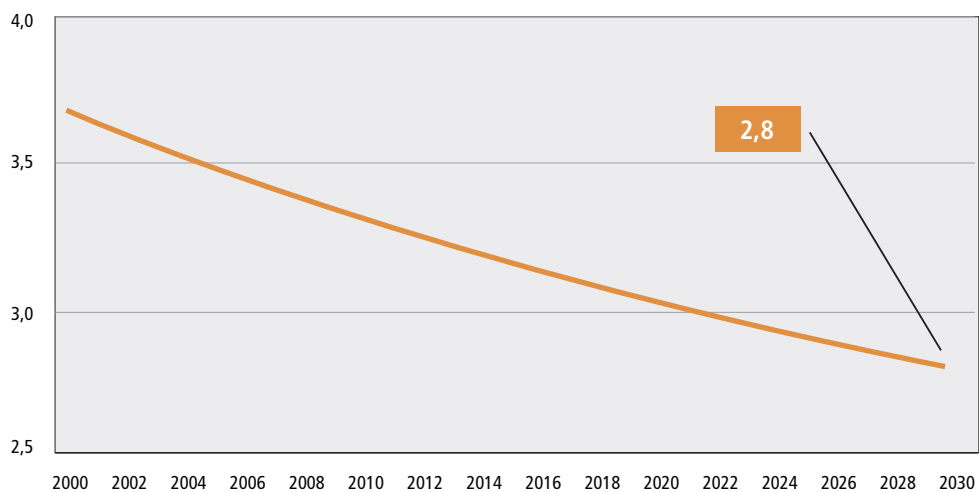
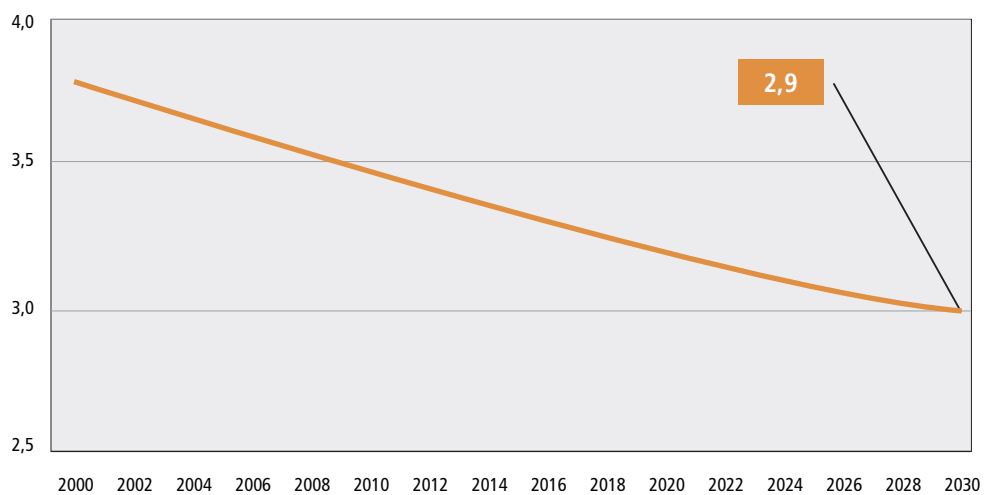


Figura 15 – Relação habitante por domicílio
Brasil, 2000-2030



■ 3.2. Resultados das projeções do número de domicílios

Ao projetar o número de domicílios, para utilização na projeção do mercado de energia elétrica, devem-se tratar os domicílios permanentes e ocupados (que vão influenciar na contagem de domicílios com acesso à rede elétrica) diferentemente daqueles ocasionalmente ocupados e fechados, levando em conta o fato de que existem diferenças entre os conceitos de domicílio adotados pelo IBGE e pelo Setor Elétrico (conforme já descrito no relatório “Histórico Demográfico e de Domicílios (1970-2005)”, publicado pela EPE, em dezembro de 2005). Os Censos adotam os conceitos de população residente e de direito, o que significa que a população é contada no local de sua residência habitual. Sendo assim, estima-se o número de domicílios através do indicador habitante por domicílio (FRIAS, 1987), correlacionando-o com variáveis demográficas como a taxa de fecundidade e limitando-o por períodos específicos de tempo, nos quais se espera que esse indicador apresente comportamento semelhante àquele outro (OLIVEIRA E FERNANDES, 1996).

Nas Tabelas 6 e 7 são apresentados os resultados das projeções do número de domicílios permanentes ocupados em nível de Brasil e regiões, por situação, para o horizonte 2005-2030.

Tabela 6 – Projeção do número total de domicílios permanentes ocupados (mil)*
Brasil e Regiões, 2005-2030

Região	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Norte	3.379,7	3.895,7	4.410,6	4.921,5	5.430,6	5.929,1
<i>Varição (% ao ano)</i>	-	2,88	2,51	2,22	1,99	1,77
Nordeste	12.748,6	13.973,5	15.187,6	16.385,4	17.571,8	18.728,4
<i>Varição (% ao ano)</i>	-	1,85	1,68	1,53	1,41	1,28
Sudeste	23.227,0	26.004,6	28.801,9	31.602,4	34.410,3	37.182,1
<i>Varição (% ao ano)</i>	-	2,28	2,06	1,87	1,72	1,56
Sul	8.282,9	9.307,9	10.348,0	11.394,8	12.446,1	13.484,7
<i>Varição (% ao ano)</i>	-	2,36	2,14	1,95	1,78	1,62
Centro-Oeste	3.768,3	4.329,7	4.889,6	5.442,3	5.987,2	6.513,2
<i>Varição (% ao ano)</i>	-	2,82	2,46	2,16	1,93	1,70
Brasil	51.406,6	57.511,4	63.637,8	69.746,4	75.846,1	81.837,4
<i>Varição (% ao ano)</i>	-	2,27	2,05	1,85	1,69	1,53

* referência: 31/12.

Fonte: IBGE. Compilado pela EPE.

Tabela 7 – Projeção do número de domicílios permanentes ocupados (mil)*
Brasil e Regiões, 2005-2030
Urbano

Região	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Norte	2.541,6	3.010,0	3.481,6	3.951,2	4.418,5	4.874,9
<i>Varição (% ao ano)</i>	-	3,44	2,95	2,56	2,26	1,99
Nordeste	9.502,2	10.751,5	11.981,2	13.180,7	14.350,9	15.475,5
<i>Varição (% ao ano)</i>	-	2,50	2,19	1,93	1,72	1,52
Sudeste	21.471,5	24.222,6	26.971,6	29.701,7	32.417,5	35.079,9
<i>Varição (% ao ano)</i>	-	2,44	2,17	1,95	1,77	1,59
Sul	6.997,3	8.000,7	8.994,8	9.972,7	10.935,5	11.871,3
<i>Varição (% ao ano)</i>	-	2,72	2,37	2,09	1,86	1,66
Centro-Oeste	3.368,6	3.935,6	4.494,0	5.038,3	5.568,7	6.076,2
<i>Varição (% ao ano)</i>	-	3,16	2,69	2,31	2,02	1,76
Brasil	43.881,2	49.920,4	55.923,1	61.844,6	67.691,2	73.377,7
<i>Varição (% ao ano)</i>	-	2,61	2,30	2,03	1,82	1,63

* referência: 31/12.

Fonte: IBGE. Compilado pela EPE.

Apêndice A. O Método das componentes demográficas

Para realizar a projeção da população do Brasil, o IBGE utiliza o método das componentes, o qual incorpora as informações sobre as tendências observadas da mortalidade, da fecundidade e da migração em nível nacional. O horizonte da projeção compreende um intervalo de 70 anos, ou seja, de 1980 a 2050.

Neste método, interagem as variáveis demográficas seguindo as coortes de pessoas ao longo do tempo, expostas às leis de fecundidade, mortalidade e migração. Para tanto, é necessário que se produzam estimativas e projeções dos níveis e padrões de cada uma destas componentes. Esta se constitui na mais delicada etapa do processo como um todo, pois a formulação das hipóteses sobre as perspectivas futuras da fecundidade, da mortalidade e da migração requer o empreendimento de um esforço cuidadoso no sentido de garantir a coerência entre os parâmetros disponíveis, descritivos das tendências passadas, e aqueles que resultarão da projeção (OLIVEIRA E FERNANDES, 1996).

O método das componentes demográficas para projetar populações por sexo e idade tem sua origem na conhecida equação compensadora ou equação de equilíbrio populacional cuja expressão analítica é descrita da seguinte forma:

$$P_{(t+n)} = P_{(t)} + B_{(t,t+n)} - D_{(t,t+n)} + I_{(t,t+n)} - E_{(t,t+n)}, \text{ onde;}$$

$$P_{(t+n)} = \text{população no ano } t+n,$$

$$P_{(t)} = \text{população no ano } t,$$

$$B_{(t,t+n)} = \text{nascimentos ocorridos no período } t, t+n,$$

$$D_{(t,t+n)} = \text{óbitos ocorridos no período } t, t+n,$$

$$I_{(t,t+n)} = \text{imigrantes no período } t, t+n,$$

$$E_{(t,t+n)} = \text{emigrantes no período } t, t+n,$$

$$t = \text{momento inicial da projeção e}$$

$$n = \text{intervalo projetado.}$$

A equação descrita anteriormente mostra como os componentes da dinâmica demográfica - fecundidade, gerando entradas de pessoas através dos nascimentos; mortalidade, produzindo saídas por óbitos e a mi-

gração, estabelecendo entradas ou saídas de indivíduos, se o balanço entre imigrantes e emigrantes, na área em questão, for positivo ou negativo, interferem na composição da população futura.

Em um dado ano t , ano base da projeção, a população de homens e mulheres na idade x (com $x = 1, 2, 3, \dots, 79$) pode ser representada por P_x^t ; a proporção de pessoas de uma idade específica que sobrevive um ano pode ser representada por S_x^t .

Considerando que uma pessoa que sobrevive 1 (um) ano é também 1 (um) ano mais velha, a população na idade $x+1$ no ano $t+1$ é:

$$P_{x+1}^{t+1} = P_x^t * S_x^t + M_x^t, \text{ onde:}$$

M_x^t representa o componente migratório.

Para o grupo aberto 80 anos e mais (P_{80+}), a fórmula é a seguinte:

$$P_{80+} = P_{79+} * S_{79+} + M_{79+}$$

Para estimar a população com menos de 1 (um) ano de idade ao final do ano t (ou ao início do ano $t+1$), é necessário primeiramente que o número de nascimentos ocorridos durante o ano t seja calculado. Isto é feito levando-se em consideração o número de mulheres em idade fértil (15 a 49 anos) e um conjunto de taxas específicas de fecundidade por idade. O produto destas taxas pela população feminina nas respectivas idades fornece o número de nascimentos em cada idade específica. Somando-se os nascimentos para cada idade, obtém-se o número total de filhos.

$$B^t = \sum_{x=15-49} f_x^t * P_x^t(f), \text{ onde:}$$

B^t = número total nascimentos no ano t ,

f_x^t = taxas específicas de fecundidade por idade em t e

$P_x^t(f)$ = População feminina por idade em t .

Embora se tenha exemplificado o método para a população de ambos os sexos, na verdade sua aplicação é feita para homens e mulheres em separado. Por este motivo, deve-se separar os nascimentos do sexo feminino daqueles do sexo masculino. Para tanto, uma proporção de nascimentos femininos em relação ao total de nascimentos é utilizada e geralmente pode ser obtida através das Estatísticas Vitais do Registro Civil. Na aplicação da metodologia para o Brasil, foi utilizada uma proporção de 0,4902, o que representa uma razão de sexo ao nascer de 1,04. Desta forma, o número de nascimentos femininos durante o ano t pode ser expresso de acordo com a seguinte relação:

$$BF^t = 0,4902 * B^t$$

População de partida ou população-base

Para a determinação das populações de partida da projeção, foi considerada a estrutura etária por sexo da população residente no Brasil enumerada pelo Censo Demográfico de 1980. A esse respeito, é importante mencionar que a população de partida da projeção resultou de uma avaliação prévia elaborada com os Censos Demográficos de 1970, 1980, 1991 e 2000. Neste processo de conciliação dos censos, observou-se que se a opção fosse por uma população-base corrigida, a correspondente projetada para 2000 seria superior em aproximadamente 5 milhões de pessoas em relação ao censo do mesmo ano. Por outro lado, ao adotar a população observada em 1980, o resultado, em 2000, não só atingiu valores muito próximos do censo, como a estrutura por idade projetada manteve coerência com a observada no censo. Desta evidência, pôde-se concluir que a possível existência de problemas de enumeração da população não teria sido diferencial, em termos relati-

vos, em 1980 e em 2000. Comparativamente ao Censo Demográfico 2000, os Censos de 1991 e 1996 mostraram diferenciais mais expressivos com respeito aos respectivos valores esperados.

Partindo-se de 1980 foi possível, então, fazer a avaliação dos resultados da projeção, confrontando-os com as informações fornecidas pelo Censo Demográfico de 1991 e pela Contagem da População de 1996. Um exame dos resultados permite verificar, como esperado, que os números obtidos na projeção estão muito próximos, porém em patamares superiores aos dos respectivos levantamentos censitários.

A projeção parte da população residente enumerada pelo Censo Demográfico de 1980, retroprojetada para 1º de julho pela rotina MOVEPOP do U.S. Census Bureau (1971), com a idade ignorada distribuída. Para efetuar esse procedimento são necessárias as informações extraídas de uma tábua de mortalidade calculada para 1980, a qual produzirá os óbitos estimados (O), e as taxas específicas de fecundidade por grupos de idade, também para 1980, as quais produzirão os nascimentos (N). A taxa de crescimento da população em 1980, na hipótese de saldo migratório internacional nulo, pode ser definida segundo a expressão:

$$\text{Taxa de crescimento de 1980} = (N - O) / \text{População}$$

Com a taxa de crescimento, a população é retroprojetada em 2 meses. Feito isso, calcula-se a relação:

$$\text{Pop [01/07]} / \text{Pop [01/09]} = k$$

O fator k servirá para ajustar para a metade do ano de 1980 a estrutura por sexo e grupos de idade da população.

Apêndice B. Método de tendência para estimar as populações das Grandes Regiões, Unidades da Federação e Municípios

O método de tendência de crescimento demográfico adotado tem como princípio fundamental a subdivisão de uma área maior, cuja estimativa já se conhece, em n áreas menores, de tal forma que seja assegurada ao final das estimativas das áreas menores a reprodução da estimativa, previamente conhecida, da área maior através da soma das estimativas das áreas menores (Madeira e Simões, 1972).

Considere-se, então, uma área maior cuja população estimada em um momento t é P(t). Subdivida-se esta área maior em n áreas menores, cuja população de uma determinada área i, na época t, é:

$$P_{i(t)}; i = 1, 2, 3, \dots, n$$

Desta forma, tem-se que:

$$P(t) = \sum_{i=1}^n P_{i(t)}$$

Decomponha-se, por hipótese, a população desta área i, em dois termos: $a_i P(t)$, que depende do crescimento da população da área maior, e b_i . O coeficiente a_i é denominado coeficiente de proporcionalidade do incremento da população da área menor i em relação ao incremento da população da área maior, e b_i é o denominado coeficiente linear de correção.

Como consequência, tem-se que:

$$P_{i(t)} = a_i P(t) + b_i$$

Para a determinação destes coeficientes utiliza-se o período delimitado por dois Censos Demográficos. Sejam t_0 e t_1 , respectivamente, as datas dos dois Censos. Ao substituir-se t_0 e t_1 na equação anterior, tem-se que:

$$P_i(t_0) = a_i P(t_0) + b_i$$

$$P_i(t_1) = a_i P(t_1) + b_i$$

Através da resolução do sistema acima, tem-se que:

$$a_i = \frac{P_i(t_1) - P_i(t_0)}{P(t_1) - P(t_0)}$$

$$b_i = P_i(t_0) - a_i P(t_0)$$

Apêndice C. Conceitos

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a população total de um país se subdivide em população presente ou ausente, residente e recenseada, cujas conceituações são descritas a seguir.

População presente - pessoas que têm a unidade domiciliar (domicílio particular ou unidade de habitação em domicílio coletivo) como local de residência habitual e, no período do levantamento de dados, estavam presentes.

População ausente - pessoas que têm a unidade domiciliar (domicílio particular ou unidade de habitação em domicílio coletivo) como local de residência habitual e, no período do levantamento de dados, estavam ausentes, temporariamente, por período não superior a 12 meses em relação à data de colhimento dos dados.

População residente - é composta pelos moradores que têm o domicílio como local de residência habitual e se encontram presentes e/ou ausentes.

População recenseada - é constituída pelas pessoas que têm o domicílio como local de residência habitual e se encontram presentes na data de referência, pelas pessoas que têm o domicílio como local de residência habitual e que, na data de referência, estavam ausentes e pelas pessoas que não têm residência fixa no domicílio, mas ali haviam passado a data de referência (não-morador presente), ou seja, não inclui o montante que engloba aquelas pessoas que se encontram em embaixadas, consulados e legações, ou pessoas institucionalizadas residentes em domicílios coletivos de estabelecimentos institucionais, tais como: os militares em caserna ou dependências de instalações militares; os presos em penitenciárias; os internos em escolas, orfanatos, asilos, hospitais, etc.; e os religiosos em conventos, mosteiros.

Apêndice D. Indicadores

O conhecimento e a análise de alguns indicadores tornam-se fundamentais na elaboração de uma análise consistente da evolução da população de um país. Os índices de natalidade, fecundidade e mortalidade, em conjunto, ditam o ritmo de crescimento da população nacional. Abaixo seguem suas respectivas especificações.

Taxa de natalidade: trata da relação entre nascidos vivos e o total da população, num determinado período.

Taxa de fecundidade: apresenta o número médio de filhos que se espera que nasça por mulher em período fecundo.

Taxa de mortalidade: reflete a relação entre o número de mortos e o total de habitantes do país em determinado período.

Esperança ou expectativa de vida ao nascer: corresponde ao número médio de anos de vida que se espera que uma pessoa viva, desde o seu nascimento, se as condições de mortalidade do ano de referência se mantiverem constantes.

Distribuição espacial: trata das áreas nas quais se localiza a população, indicando aquelas que são mais populosas. Ao desagregar a população em duas categorias, uma composta pelas pessoas que nasceram numa determinada área e continuam morando nela e outra que inclui aqueles indivíduos que tenham nascido numa região mas residem em outra, pode-se analisar as informações sobre os locais de nascimento e de residência atual das pessoas.

Saldo migratório: corresponde à diferença entre a entrada de migrantes (imigração) e a saída de migrantes (emigração) em um território, num determinado período.

Densidade demográfica: representa a razão entre a população residente total e a área do local correspondente, expressa em hab./km².

Taxa de urbanização: indicador que contribui para a análise das condições de fixação dos habitantes e seu grau de desenvolvimento. É a relação entre a população urbana e a população total.

Projeção retrospectiva ou retroprojeção: quando se pode calcular a população para o passado. Neste caso, somente a mortalidade é aplicada sobre a população base e, dependendo das necessidades específicas, a migração também entra no cálculo.

Estimativas de população: segundo o tamanho e composição para diversas datas do passado, presente ou futuro, podem ser obtidas mediante vários procedimentos, inclusive alguns dos que se usam para as projeções de população.

Estimativas demográficas: são designadas as estimativas de população e de algumas de suas características, tais como a fecundidade, a mortalidade, a migração, etc. Quando esta estimativa corresponde a uma data compreendida entre dois censos recebe o nome de **estimativa intercensitária**.

Estimativa poscensitária: é a que leva em conta os resultados de um censo recente (DICCIONARIO DEMOGRAFICO MULTILINGÜE, 1985).

Razão de dependência: é uma medida que expressa o peso da população em idade potencialmente inativa sobre a população em idade potencialmente ativa. No caso da razão de dependência total, é o resultado do quociente entre as populações de 0 a 14 anos, mais a de 65 anos ou mais, e o segmento populacional com idades entre 15 a 64 anos. O resultado é expresso em percentual.

Índice de envelhecimento - É o resultado da razão entre a população de 65 anos ou mais e a população de 0 a 14 anos de idade. Mede o número de pessoas idosas em uma população, para cada grupo de 100 pessoas jovens.

Taxa bruta de natalidade - Representa a frequência com que ocorrem os nascimentos em uma determinada população. É o quociente entre os nascidos vivos ocorridos em um determinado ano e a população ao meio do ano, vezes 1.000.

Taxa bruta de mortalidade - Representa a frequência com que ocorrem os óbitos em uma determinada população. É o quociente entre os óbitos ocorridos em um determinado ano e a população ao meio do ano, vezes 1.000.

Saldo migratório - O saldo migratório de um país, ou qualquer subdivisão geográfica do mesmo, para um determinado período de tempo, é obtido pela diferença entre o volume de entradas e saídas no mesmo período.

Taxa líquida de migração - A taxa líquida de migração é obtida pela diferença entre a taxa de emigração e de imigração ou o quociente entre o saldo migratório em um determinado período e a população ao meio do período, vezes 1.000.

Taxa de fecundidade total - A taxa de fecundidade total expressa o número de filhos que, em média, teria uma mulher, pertencente a uma coorte hipotética de mulheres, que durante sua vida fértil tiveram seus filhos de acordo com as taxas de fecundidade por idade do período em estudo e não estiveram expostas aos riscos de mortalidade desde o nascimento até o término do período fértil.

Taxa de fecundidade por idade - A taxa de fecundidade por idade é geralmente calculada por grupo quinquenal de idade, desde os 15 até os 49 anos. A taxa resulta da divisão do número de filhos nascidos vivos de mulheres do grupo de idade, em um período de tempo próximo à data do censo demográfico, usualmente os últimos 12 meses, pelo total de mulheres do mesmo grupo etário.

Coorte - Conjunto de indivíduos que estão experimentando um acontecimento similar no transcurso de um mesmo período de tempo.

Taxa bruta de reprodução - A taxa bruta de reprodução expressa o número de filhas que, em média, teria uma mulher, pertencente a uma coorte hipotética de mulheres, que durante sua vida fértil tiveram suas filhas de acordo com as taxas de fecundidade por idade do período em estudo e não estiveram expostas a riscos de mortalidade desde o nascimento até o término do período fértil.

Taxa líquida de reprodução - A taxa líquida de reprodução expressa o número de filhas que, em média, teria uma mulher, pertencente a uma coorte hipotética de mulheres, que durante sua vida fértil tiveram suas filhas de acordo com as taxas de fecundidade por idade do período em estudo e estiveram expostas a riscos de mortalidade desde o nascimento até o término do período fértil.

Taxa central de mortalidade por idades ou intervalos de idade - São obtidas mediante o quociente entre os óbitos de uma determinada idade ou intervalo de idade, em um determinado ano ou período, e a população naquela idade ou intervalo de idade, ao meio do ano ou período.

Taxa de mortalidade infantil - A taxa de mortalidade infantil é definida como o número de óbitos de menores de um ano de idade (por mil nascidos vivos), em determinada área geográfica e período, e interpreta-se como a estimativa do risco de um nascido vivo morrer durante o seu primeiro ano de vida. Altas taxas de mortalidade infantil refletem, de maneira geral, baixos níveis de saúde, de condições de vida e de desenvolvimento sócio-econômico. As taxas de mortalidade infantil são geralmente classificadas em altas (50‰ ou mais), médias (20‰ - 49‰) e baixas (menos de 20‰), em função da proximidade ou distância dos valores já alcançados pelas sociedades mais desenvolvidas ao longo do tempo. No entanto, mesmo quando as taxas de mortalidade infantil são baixas no conjunto, podem ser verificadas pronunciadas variações entre distintos segmentos da população.

Esperança de vida, expectativa de vida ou vida média em uma idade x qualquer – É o número médio de anos que um indivíduo de idade x esperaria viver a partir desta idade. Particularmente, se $x = 0$, tem-se a expectativa de vida ao nascimento.

Apêndice E. Classificação dos domicílios

O IBGE classifica os domicílios segundo as distintas condições de ocupação. Por espécie, os domicílios podem ser particulares ou coletivos. Os domicílios particulares podem ser permanentes ou improvisados, os domicílios permanentes subdividem-se em ocupados e não ocupados e estes últimos categorizam-se em vagos, fechados e de uso ocasional. Segue abaixo um resumo das definições de cada classe de domicílios.

Domicílio particular: é aquele no qual o relacionamento entre seus ocupantes é ditado por laços de parentesco, de dependência doméstica ou por normas de convivência. O domicílio particular pode ser permanente ou improvisado.

Domicílio particular permanente: é aquele localizado em casa, apartamento ou cômodo destinado à moradia, podem ser ocupados ou não ocupados.

Domicílio particular permanente ocupado: é o que serve de residência principal de uma família ou indivíduo;

Domicílio particular permanente não ocupado: é aquele que na data do recolhimento de dados não tinham residentes fixos, subdividem-se em fechados, vagos e de uso ocasional.

Domicílio particular permanente não ocupado fechado: é aquele cujos moradores estavam temporariamente ausentes durante todo o período da coleta de dados.

Domicílio particular permanente não ocupado vago: é o domicílio que não tinha morador na data de referência, mesmo que, posteriormente, durante o período da coleta, estivesse ocupado.

Domicílio particular permanente não ocupado de uso ocasional: é aquele que, na data de referência, servia ocasionalmente de moradia, ou seja, eram usados para descanso de fins de semana, férias ou outro fim, mesmo que, na data de referência, seus ocupantes ocasionais estivessem presentes.

Domicílio particular improvisado: é o domicílio não destinado exclusivamente à moradia, tal como lojas, indústrias, salas comerciais e domicílios informais como barracas, carroças, grutas, etc.

Domicílio coletivo: é aquele em que a relação entre as pessoas que nele habitam é restrita a normas de subordinação administrativa, como em hotéis, pensões, presídios, cadeias, penitenciárias, quartéis, postos militares, asilos, orfanatos, conventos, hospitais e clínicas (com internação), alojamento de trabalhadores, etc.

4. Referências bibliográficas

ALVES, J. E. D., As características dos domicílios brasileiros entre 1960 e 2002; Textos para discussão, número 10, Escola Nacional de Ciências Estatísticas 2004.

CARVALHO, J. A. M de, Crescimento Populacional e Estrutura Demográfica no Brasil, 2004.

FRIGOLETTO, E. M., Perfil Demográfico atual do Brasil, 2004.

IBGE - Estimativas Populacionais do Brasil, Regiões Geográficas, Unidades da Federação e Municípios, <http://www.ibge.gov.br>, Metodologia Completa, Rio de Janeiro, agosto de 2002.

_____. Projeção da População do Brasil por Sexo e Idade para o período 1980-2050 – Revisão 2004 – Metodologia e Resultados, outubro 2004.

_____. Sinopse Preliminar do Censo Demográfico, v. 7, Rio de Janeiro, 2001.

_____. Tendências Demográficas: Uma Análise dos Resultados da Amostra do Censo Demográfico 2000, 2004.

_____. Tendências Demográficas: Uma Análise dos Resultados da Sinopse Preliminar do Censo Demográfico 2000, Série Estudos e Pesquisas. Informação Demográfica e Socioeconômica, nº 6, Rio de Janeiro, 2001.

_____. Pesquisa Nacional por Amostragem Domiciliar 1999-2004, Rio de Janeiro, 2005.

_____. Projeção da População do Brasil por sexo e Idade para o Período 1980 - 2050. Revisão 2004.

Ione Rodrigues Diniz Moraes – Dinâmica Demográfica e Desenvolvimento no Brasil, UFRN-CERES, Campus de Caicó – RN, 2004.

EPE – Projeção do Consumo Residencial de Energia Elétrica (2005-2016), Rio de Janeiro, junho de 2005.

_____. Projeção da População e Domicílios (2005-2016), Rio de Janeiro, março de 2005.

HESS, Dora R., SOUZA, Sonia B. O novo retrato populacional do Brasil. In: Revista Tempo e Presença. Rio de Janeiro: CEDI 1994. P. 5-8.

COSTA, M. A., Dinâmica Demográfica, 2004.

_____. Urbanização, 2004.

ANEXO I

Evolução da população total residente (31/12)
Brasil e Regiões, 2005-2030

Região	Total											Continua (mil hab.)	
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Norte	14859,6	15181,4	15500,1	15814,7	16124,9	16430,1	16729,5	17022,9	17310,7	17593,0	17870,0	18142,0	18409,3
Nordeste	51313,2	51900,7	52482,3	53056,5	53622,8	54179,9	54726,3	55261,9	55787,2	56302,5	56808,1	57304,6	57792,4
Sudeste	79014,7	80099,2	81172,9	82233,1	83278,4	84306,9	85315,8	86304,5	87274,2	88225,5	89158,9	90075,5	90976,0
Sul	27140,7	27474,6	27805,2	28131,7	28453,6	28770,2	29080,9	29385,4	29683,9	29976,9	30264,3	30546,5	30823,8
Centro-Oeste	13144,6	13392,3	13637,5	13879,7	14118,4	14353,3	14583,8	14809,6	15031,1	15248,4	15461,6	15671,0	15876,7
Brasil	185472,8	188048,2	190598,0	193115,7	195598,1	198040,4	200436,3	202784,3	205087,1	207346,3	209562,9	211739,6	213878,2
Região	Total											Continua (mil hab.)	
	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Norte	18672,0	18930,5	19185,0	19435,7	19682,6	19925,6	20164,5	20398,9	20628,4	20852,7	21071,7	21285,2	21492,7
Nordeste	58272,0	58743,8	59208,5	59666,6	60118,0	60562,3	60999,1	61427,7	61847,3	62257,5	62658,0	63048,2	63427,7
Sudeste	91861,5	92732,5	93589,9	94434,4	95266,1	96084,7	96889,3	97678,9	98452,1	99207,7	99945,5	100664,5	101363,6
Sul	31096,5	31364,7	31628,6	31888,5	32144,5	32396,4	32644,0	32887,0	33124,9	33357,4	33584,5	33805,7	34020,9
Centro-Oeste	16078,9	16277,8	16473,7	16666,7	16856,7	17043,7	17227,6	17408,0	17584,6	17757,3	17925,9	18090,1	18249,9
Brasil	215980,9	218049,3	220085,7	222091,9	224067,9	226012,7	227924,5	229800,5	231637,3	233432,6	235185,6	236893,7	238554,8
Região	Urbana											Continua (mil hab.)	
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Norte	10658,5	10939,2	11217,3	11492,0	11763,0	12029,8	12291,8	12548,6	12800,6	13047,8	13290,3	13528,3	13761,9
Nordeste	36749,9	37405,8	38052,7	38689,4	39315,2	39929,3	40530,4	41118,4	41693,5	42256,0	42806,2	43344,4	43871,0
Sudeste	72520,1	73689,3	74844,5	75983,3	77104,3	78205,8	79285,1	80341,8	81376,8	82390,8	83384,3	84358,3	85313,7
Sul	22712,1	23118,0	23516,7	23907,5	24290,3	24664,4	25029,4	25385,0	25731,6	26069,6	26399,2	26720,7	27034,5
Centro-Oeste	11702,7	11972,7	12238,7	12500,3	12757,1	13008,7	13254,7	13494,8	13729,5	13958,8	14183,0	14402,2	14616,7
Brasil	154343,3	157125,0	159869,9	162572,5	165229,9	167838,0	170391,4	172888,6	175332,0	177723,0	180063,0	182353,9	184597,8
Região	Urbana											Continua (mil hab.)	
	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Norte	13991,3	14216,7	14438,3	14656,2	14870,4	15080,8	15287,3	15489,6	15687,5	15880,6	16068,9	16252,3	16430,4
Nordeste	44386,5	44891,2	45385,7	45870,4	46345,5	46810,7	47265,8	47710,3	48143,7	48565,8	48976,4	49375,3	49762,1
Sudeste	86251,2	87171,7	88076,0	88964,8	89838,3	90696,3	91538,1	92362,7	93168,9	93955,8	94723,0	95469,8	96195,3
Sul	27340,9	27640,3	27932,9	28219,1	28498,9	28772,6	29040,0	29300,8	29554,9	29801,9	30042,0	30274,9	30500,6
Centro-Oeste	14826,7	15032,5	15234,3	15432,3	15626,5	15816,9	16003,5	16185,9	16364,1	16537,7	16706,7	16871,0	17030,5
Brasil	186796,6	188952,4	191067,2	193142,8	195179,6	197177,3	199134,7	201049,3	202919,1	204741,8	206517,0	208243,3	209918,9

Evolução da população total residente (31/12)
Brasil e Regiões, 2005-2030

Brasil e Regiões, 2005-2030														Continuação
Rural														
Região	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	(mil hab.)
Norte	4201,1	4242,2	4282,8	4322,7	4361,9	4400,3	4437,7	4474,3	4510,1	4545,2	4579,7	4613,7	4647,4	
Nordeste	14563,3	14494,8	14429,5	14367,1	14307,5	14250,6	14195,9	14143,6	14093,7	14046,5	14001,9	13960,2	13921,4	
Sudeste	6494,6	6409,9	6328,4	6249,8	6174,1	6101,1	6030,6	5962,7	5897,4	5834,7	5774,6	5717,2	5662,4	
Sul	4428,6	4356,7	4288,6	4224,1	4163,3	4105,8	4051,5	4000,4	3952,3	3907,2	3865,1	3825,8	3789,4	
Centro-Oeste	1441,8	1419,6	1398,8	1379,4	1361,4	1344,6	1329,1	1314,8	1301,6	1289,6	1278,6	1268,8	1260,0	
Brasil	31129,4	30923,2	30728,1	30543,1	30368,2	30202,4	30044,8	29895,8	29755,1	29623,2	29499,9	29385,7	29280,6	
Região	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	
Norte	4680,7	4713,8	4746,7	4779,5	4812,2	4844,8	4877,2	4909,2	4940,9	4972,1	5002,8	5032,9	5062,3	
Nordeste	13885,5	13852,6	13822,8	13796,1	13772,5	13751,6	13733,3	13717,4	13703,6	13691,7	13681,6	13673,0	13665,6	
Sudeste	5610,3	5560,8	5513,9	5469,6	5427,8	5388,3	5351,2	5316,2	5283,1	5251,9	5222,5	5194,6	5168,3	
Sul	3755,6	3724,4	3695,7	3669,5	3645,5	3623,8	3604,0	3586,2	3570,0	3555,5	3542,5	3530,8	3520,3	
Centro-Oeste	1252,2	1245,3	1239,4	1234,4	1230,2	1226,8	1224,1	1222,0	1220,6	1219,6	1219,1	1219,1	1219,4	
Brasil	29184,3	29096,9	29018,5	28949,1	28888,2	28835,3	28789,8	28751	28718,2	28690,8	28668,5	28650,4	28636,0	

ANEXO II

Evolução do domicílios permanentes ocupados (31/12)
Brasil e Regiões, 2005-2030

Região	Total											Continua	
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Norte	3379,7	3482,2	3585,2	3688,6	3792,1	3895,7	3999,1	4102,3	4205,3	4308,0	4410,6	4512,9	4615,2
Nordeste	12748,6	12992,8	13237,7	13483,0	13728,4	13973,5	14217,9	14461,5	14704,3	14946,3	15187,6	15428,3	15668,3
Sudeste	23227,0	23777,2	24330,8	24887,0	25445,2	26004,6	26564,2	27123,7	27683,1	28242,5	28801,9	29361,4	29921,1
Sul	8282,9	8485,3	8689,3	8894,5	9100,8	9307,9	9515,3	9723,1	9931,1	10139,5	10348,0	10556,8	10765,9
Centro-Oeste	3768,3	3879,8	3991,8	4104,3	4217,0	4329,7	4442,3	4554,5	4666,5	4778,2	4889,6	5000,7	5111,5
Brasil	51406,5	52617,3	53834,8	55057,4	56283,5	57511,4	58738,8	59965,1	61190,3	62414,5	63637,7	64860,1	66082,0

Região	Total											Continua	
	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Norte	4717,3	4819,4	4921,5	5023,5	5125,5	5227,4	5329,2	5430,6	5531,6	5632,0	5731,8	5830,9	5929,1
Nordeste	15907,8	16146,8	16385,4	16623,8	16861,8	17099,2	17336,0	17571,8	17806,4	18039,5	18271,0	18500,7	18728,4
Sudeste	30481,1	31041,5	31602,4	32163,8	32725,6	33287,7	33849,4	34410,3	34969,7	35527,0	36081,9	36633,8	37182,1
Sul	10975,3	11184,9	11394,8	11604,9	11815,3	12025,7	12236,1	12446,1	12655,7	12864,5	13072,4	13279,2	13484,7
Centro-Oeste	5222,1	5332,3	5442,3	5552,1	5661,5	5770,6	5879,2	5987,2	6094,4	6200,7	6306,1	6410,3	6513,2
Brasil	67303,6	68524,9	69746,4	70968,1	72189,7	73410,6	74629,9	75846,0	77057,8	78263,7	79463,2	80654,9	81837,5

Região	Urbanos											Continua	
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Norte	2541,6	2634,2	2727,5	2821,4	2915,6	3010,0	3104,4	3198,8	3293,2	3387,4	3481,6	3575,6	3669,6
Nordeste	9502,2	9752,0	10002,1	10252,3	10502,2	10751,5	10999,8	11247,0	11492,9	11737,7	11981,2	12223,5	12464,5
Sudeste	21471,5	22018,3	22567,5	23118,4	23670,3	24222,6	24774,3	25324,9	25874,7	26423,6	26971,6	27518,8	28065,3
Sul	6997,3	7197,6	7398,3	7599,2	7800,1	8000,7	8200,9	8400,4	8599,2	8797,3	8994,8	9191,6	9387,8
Centro-Oeste	3368,6	3481,8	3595,3	3708,8	3822,3	3935,6	4048,4	4160,6	4272,3	4383,4	4494,0	4603,9	4713,3
Brasil	43881,2	45083,9	46290,7	47500,1	48710,5	49920,4	51127,8	52331,7	53532,3	54729,4	55923,2	57113,4	58300,5

Região	Urbanos											Continua	
	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Norte	3763,5	3857,4	3951,2	4045,0	4138,6	4232,2	4325,5	4418,5	4511,1	4603,1	4694,4	4785,1	4874,9
Nordeste	12704,4	12943,1	13180,7	13417,3	13652,7	13886,9	14119,7	14350,9	14580,2	14807,4	15032,5	15255,3	15475,5
Sudeste	28611,3	29156,7	29701,7	30246,3	30790,6	31334,1	31876,6	32417,5	32956,2	33492,2	34025,1	34554,5	35079,9
Sul	9583,3	9778,3	9972,7	10166,6	10359,9	10552,6	10744,5	10935,5	11125,4	11314,1	11501,4	11687,2	11871,3
Centro-Oeste	4822,1	4930,5	5038,3	5145,6	5252,3	5358,5	5464,0	5568,7	5672,5	5775,2	5876,8	5977,2	6076,2
Brasil	59484,6	60666,0	61844,6	63020,8	64194,1	65364,3	66530,3	67691,1	68845,4	69992,0	71130,2	72259,3	73377,8

Evolução do domicílios permanentes ocupados (31/12)
Brasil e Regiões, 2005-2030

Região	Brasil e Regiões, 2005-2030											Continuação	
	Rurais											(mil)	
Região	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Norte	838,1	848,0	857,5	867,2	876,6	885,7	894,7	903,5	912,1	920,6	929,0	937,3	945,6
Nordeste	3246,4	3240,8	3235,6	3230,7	3226,2	3222,0	3218,1	3214,5	3211,4	3208,7	3206,5	3204,8	3203,8
Sudeste	1755,5	1759,0	1763,3	1768,7	1774,9	1782,0	1790,0	1798,7	1808,4	1818,9	1830,3	1842,6	1855,8
Sul	1285,6	1287,8	1291,1	1295,4	1300,7	1307,1	1314,4	1322,7	1332,0	1342,1	1353,2	1365,3	1378,2
Centro-Oeste	399,8	398,0	396,6	395,5	394,6	394,1	393,9	393,9	394,2	394,8	395,7	396,8	398,2
Brasil	7525,4	7533,6	7544,1	7557,5	7573,0	7590,9	7611,1	7633,3	7658,1	7685,1	7714,7	7746,8	7781,6
Região	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Norte	953,8	962,0	970,3	978,6	986,9	995,2	1003,7	1012,1	1020,5	1029,0	1037,4	1045,8	1054,2
Nordeste	3203,4	3203,7	3204,7	3206,5	3209,0	3212,3	3216,3	3220,9	3226,2	3232,0	3238,5	3245,4	3252,9
Sudeste	1869,8	1884,8	1900,7	1917,4	1935,1	1953,5	1972,8	1992,8	2013,5	2034,8	2056,7	2079,2	2102,2
Sul	1391,9	1406,6	1422,1	1438,3	1455,4	1473,1	1491,6	1510,6	1530,3	1550,4	1571,0	1592,0	1613,4
Centro-Oeste	399,9	401,9	404,1	406,5	409,2	412,1	415,2	418,5	421,9	425,5	429,3	433,1	437,0
Brasil	7818,8	7859,0	7901,9	7947,3	7995,6	8046,2	8099,6	8154,9	8212,4	8271,7	8332,9	8395,5	8459,7

Participantes da Empresa de Pesquisa Energética – EPE

Coordenação Geral

Mauricio Tiomno Tolmasquim
Amílcar Guerreiro

Coordenação Executiva

Renato Pinto de Queiroz
James Bolívar Luna de Azevedo
Juarez Castrillon Lopes

Coordenação Técnica

Ricardo Gorini
Mauro Almeida

Equipe Técnica

Emílio Matsumura
José Manuel David
Cláudio Gomes Velloso
Jefferson Pesqueira
Marina Elisabete EspinhoTavares
Inah Borges de Holanda
Amaro Olímpio Pereira Junior
Agenor Garcia
Vicente Correa Neto
Raymundo Muniz de Aragão Neto
Carla Achão

SUMÁRIO

1.	Metodologia para a construção dos cenários.....	45
1.1.	Considerações gerais	45
1.2.	Procedimento utilizado para a elaboração dos cenários.....	46
1.3.	Modelo de consistência macroeconômica	50
2.	Análise retrospectiva do ambiente econômico nacional.....	53
2.1.	Apresentação	53
2.2.	Retrospectiva econômica nacional.....	53
3.	Cenários mundiais.....	71
3.1.	Introdução	71
3.2.	Incertezas críticas consideradas nos cenários mundiais.....	72
3.3.	Caracterização dos cenários mundiais.....	94
3.4.	Cenário Mundo Uno.....	97
3.5.	Cenário Arquipélago.....	101
3.6.	Cenário Ilhas	104
4.	Cenários nacionais	107
4.1.	Considerações gerais	107
4.2.	Incertezas críticas consideradas nos cenários nacionais	109
4.3.	Descrição dos cenários nacionais.....	124
4.4.	Cenário na Crista da Onda	127
4.5.	Cenário Surfando a Marola.....	133
4.6.	Cenário Pedalinho (B2).....	139
4.7.	Cenário Naufrago.....	146
5.	Referências bibliográficas.....	154

1. Metodologia para a construção dos cenários

■ 1.1. Considerações gerais

Godet (1993) define cenário como um “conjunto formado pela descrição coerente de uma situação futura e pelo encaminhamento dos acontecimentos que permitem passar da situação de origem à situação futura”. Entende-se, assim, que um cenário mostra possíveis seqüências de acontecimentos, gerando diferentes estados finais e permitindo antecipar as ações e as decisões que se tornem necessárias.

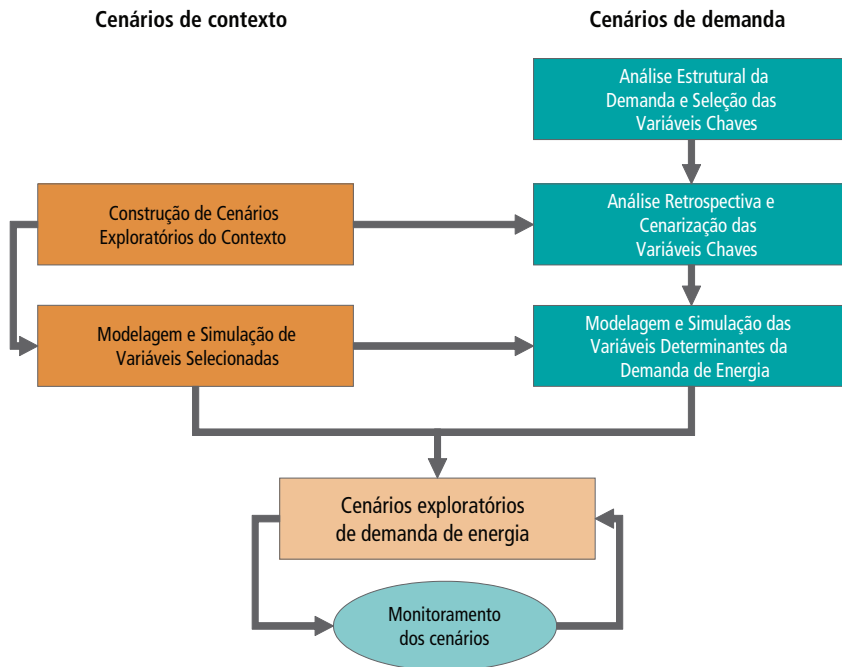
Um processo de construção de cenários não tem como objetivo acertar qual será o estado futuro de um conjunto pré-definido de variáveis, principalmente quando o horizonte temporal é de longo prazo. A essência do processo consiste na tentativa de identificação das diferentes trajetórias que tais variáveis poderão percorrer, gerando diferentes estados finais com maiores ou menores probabilidades de ocorrência. Assim, o objetivo reside na identificação de situações que poderão ocorrer e que certamente demandarão respostas dos planejadores. Quanto maior for a capacidade de identificação das soluções necessárias para as possíveis ocorrências, traduzida por um melhor planejamento estratégico, e quanto mais rápidas forem as respostas, menores serão os impactos não desejados.

A técnica de cenários constitui-se em importante ferramenta para a antecipação de futuros, pois lida com as incertezas e com as inter-relações complexas que determinam a trajetória das diversas variáveis sociais, econômicas, financeiras, ambientais, energéticas, entre outras. Nesse sentido, para o planejamento energético é primordial a aplicação dessa técnica visando a prospecção da oferta e da demanda de energia.

A demanda de energia é uma variável de resultado, condicionada por ampla gama de fatores que, na maioria dos casos, estão fora do controle dos agentes (fornecedores ou consumidores). Esses fatores, macroeconômicos, sociais, institucionais, ambientais, tecnológicos etc., apresentam uma relação de interdependência entre si, configurando uma extensa rede de influências mútuas.

O processo de trabalho para elaboração de cenários exploratórios de demanda de energia pode ser subdividido em duas macro-etapas, conforme ilustrado na Figura 1.1, quais sejam (1) a macro-etapa dos cenários do contexto e (2) a macro-etapa dos cenários de demanda.

Figura 1.1 – Esquema do processo de elaboração de cenários exploratórios de demanda de energia



A macro etapa dos **cenários de contexto** compreende as seguintes fases:

- análise retrospectiva da evolução recente do ambiente objeto dos cenários (mundial e nacional);
- pesquisa qualitativa de coleta de percepções e expectativas sobre o futuro do objeto de cenários;
- identificação dos condicionantes de futuro do contexto (tendências e incertezas);
- seleção das incertezas críticas - variáveis centrais de futuro altamente incerto;
- formulação de hipóteses plausíveis de desempenho das incertezas críticas;
- geração dos cenários exploratórios;
- quantificação das variáveis sociais e econômicas relevantes;

A macro etapa dos **cenários de demanda** compreende as seguintes fases:

- análise estrutural de mapeamento das variáveis centrais que determinam a demanda de energia sob condições sócio-econômicas, tecnológicas e políticas;
- hierarquização e seleção das variáveis de maior poder de determinação direta da demanda (rede de causalidade);
- análise retrospectiva do desempenho da demanda como um todo e das variáveis-chave;
- formulação de hipóteses plausíveis de desempenho das variáveis-chave nas condições dos cenários do contexto;
- geração e desenvolvimento dos cenários exploratórios de demanda de energia;
- quantificação da demanda de energia.

1.2. Procedimento utilizado para a elaboração dos cenários

O procedimento foi iniciado com a análise da evolução recente do ambiente, mundial e nacional. De um modo geral, o propósito de tal estudo retrospectivo é avaliar o movimento de transformação da realidade para

identificação de processos de mudança (potenciais ou em andamento) que sinalizem prováveis trajetórias e tendências de comportamento da demanda de energia.

O procedimento geral adotado no estudo retrospectivo traduz-se em:

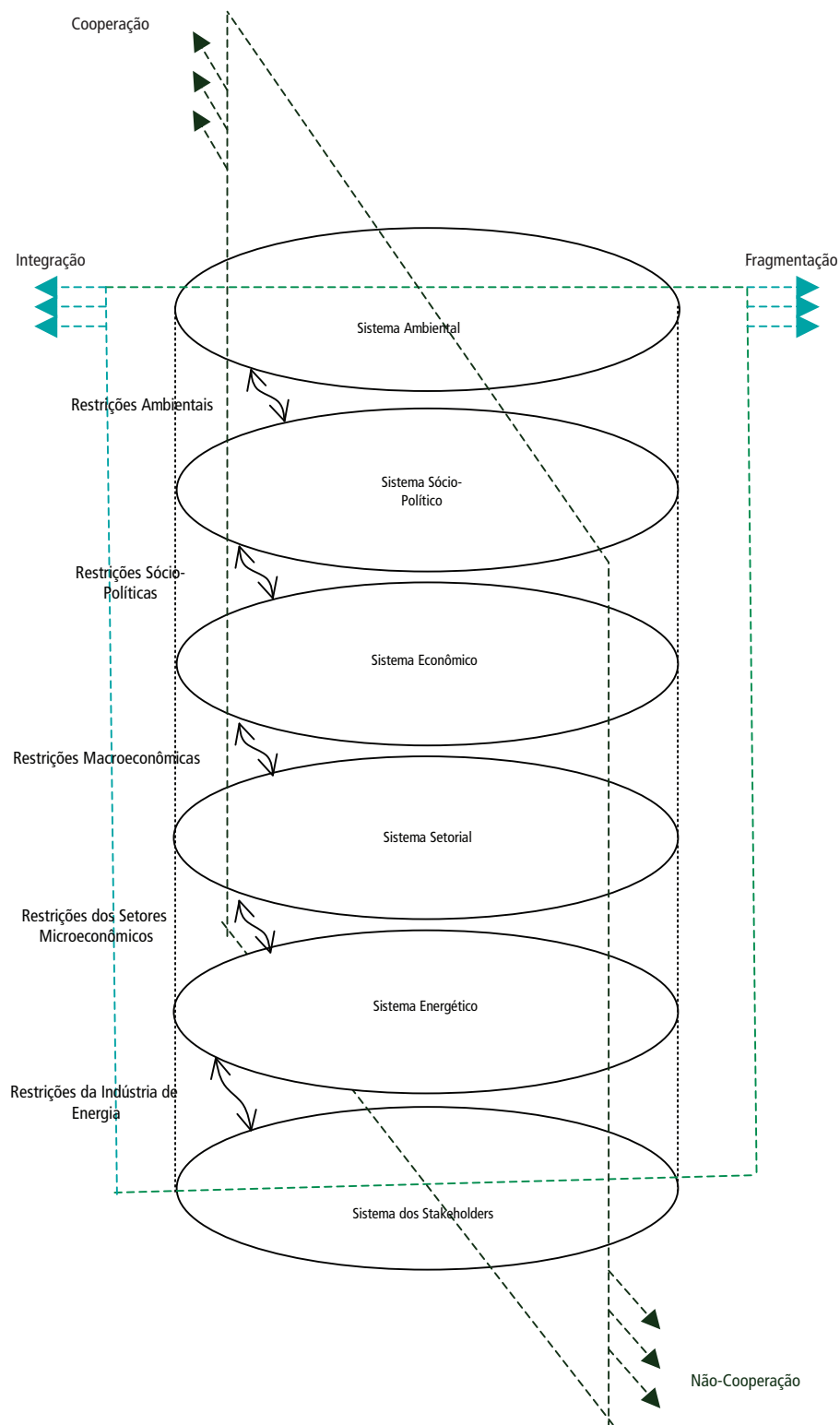
- analisar o comportamento recente da demanda e dos fatores que podem influenciar (econômicos, ambientais, tecnológicos, institucionais etc.);
- identificar processos latentes ou em maturação relevantes para a definição do estado futuro das variáveis centrais;
- identificar os processos inerciais e/ou tendências consolidadas relevantes para a definição do estado futuro (sobretudo curto e médio prazo) das variáveis centrais.

Considerando a existência dos estudos realizados em 2005, no âmbito do Plano Decenal de Energia Elétrica 2006-2015 (PDEE 2006-2015), a análise partiu de um processo de discussão dos resultados então obtidos. Destaca-se, no entanto, o menor horizonte temporal considerado no PDEE 2006-2015, o que o diferencia de um estudo que tem como data final o ano de 2030. Em função disto, foram analisados também outros estudos de cenarização já elaborados, podendo-se destacar o *Shell Global Scenarios 2025*, elaborado pela Shell; o *2005 Energy Outlook*, elaborado pela ExxonMobil; o *World Energy Outlook 2004* e o *World Energy Outlook 2005*, ambos elaborados pela Agência Internacional de Energia. Além disso, foram realizadas consultas a especialistas do Instituto de Economia da UFRJ, do BNDES e do IPEA.

Deve-se destacar também o fato de que os cenários elaborados em 2005 tinham como foco apenas a energia elétrica. De forma a incorporar as inter-relações existentes entre as várias fontes, principalmente no que se refere às possibilidades de geração de eletricidade, foram realizadas reuniões com especialistas de diversos setores. Entre essas, destacam-se reuniões voltadas para a discussão de questões relacionadas à energia nuclear, à energia hidráulica, ao gás natural, ao petróleo, à eficiência energética, ao carvão mineral e às fontes renováveis. Como preparação para as reuniões, foram realizados 27 estudos sobre temas específicos, quais sejam: carvão mineral, condicionantes do preço do petróleo, energia nuclear, perspectivas da biomassa, regulação do gás natural, regulação do setor Elétrico, tecnologias de uso da energia, fontes alternativas de energia, políticas sociais no Brasil, demografia no Brasil, perspectivas do setor cimento, matriz energética mundial e regional, perspectivas de integração da América do Sul, regionalização ou globalização do gás natural, matriz energética dos EUA, o fenômeno China e as implicações para o Brasil, perspectivas do setor alumínio, perspectivas do setor siderúrgico, perspectivas do setor papel e celulose, perspectivas do setor química e petroquímica, perspectivas do setor soda-cloro, perspectivas do setor não-ferrosos, setor de transportes, setor de serviços, financiamento dos investimentos em infraestrutura no Brasil, e meio ambiente.

A etapa seguinte consistiu na identificação dos condicionantes de futuro, ou seja, as tendências que não deverão se alterar ao longo do período analisado e as incertezas identificadas. Para a determinação dessas variáveis foi utilizada uma análise estruturada, considerando como níveis principais os sistemas que exercem algum grau de influência nas decisões tomadas pelos agentes envolvidos com a indústria de energia. Tais sistemas podem gerar restrições para os processos de expansão da demanda e da oferta de energia, além de poderem ser impactados por tais processos. Conforme mostrado na Figura 1.2, os seis sistemas considerados foram classificados em Ambiental, Sócio-Político, Econômico, Setorial, Energético e dos *Stakeholders*. Deve-se destacar que tal classificação foi definida com base em Oliveira (2004).

Figura 1.2 – Sistemas estruturais dos condicionantes de futuro e forças dominantes na construção dos cenários

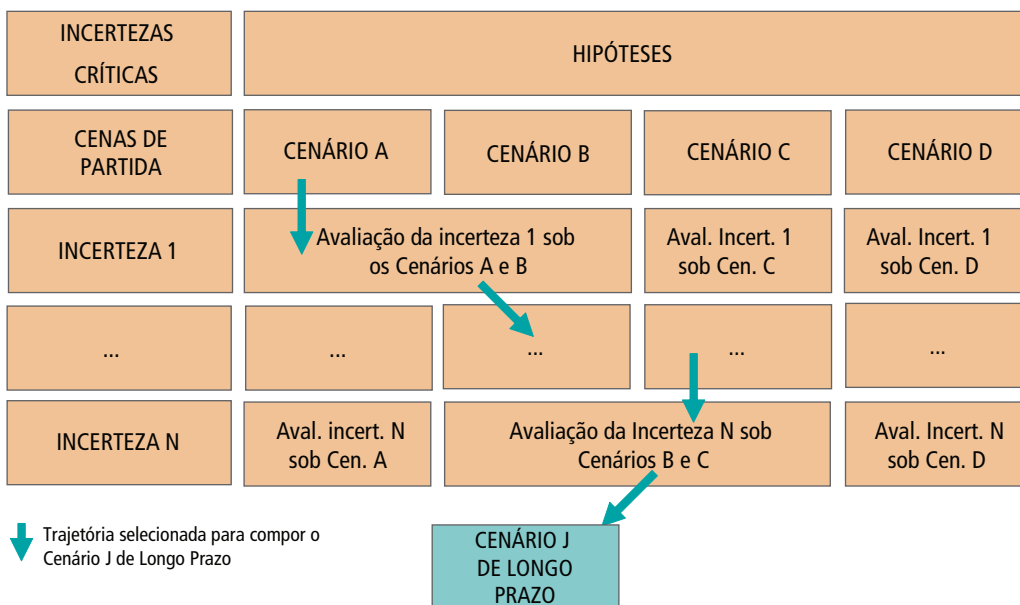


O Sistema Ambiental representa o sistema que regula o fluxo de capital natural e de serviços ambientais necessários para o funcionamento da Indústria de Energia; definindo limites, sob a forma de restrições ambientais, para os demais sistemas. De forma equivalente, este sistema é impactado de diferentes formas pelos demais. O Sistema Sócio-Político engloba as sociedades e o ambiente político e institucional em que tal indústria se insere; definindo os limites, através de restrições sócio-políticas, e recebendo impactos dos demais sistemas. O Sistema Econômico, por sua vez, se refere à estrutura e ao funcionamento das atividades de produção e de demanda, incluindo as transações intermediárias entre os Setores da Economia. Como os demais, este sistema fornece restrições, no caso macro-econômicas, e recebe impactos dos demais. O Sistema Setorial compreende a estrutura e funcionamento de cada um dos Setores da Economia que apresentam sinergias com a Indústria de Energia, principalmente no tocante aos fluxos de tecnologias desenvolvidas em cada um destes setores. Esse sistema fornece restrições micro-econômicas para os demais, podendo também ser impactado. Já o Sistema Energético representa as características internas da Indústria de Energia, diretamente relacionadas à sua operação. Esta indústria movimentada o fluxo de capital financeiro para os grupos envolvidos nesse sistema e influencia nas restrições internas dos agentes envolvidos. Por fim, o sistema dos *stakeholders* refere-se à estrutura e funcionamento dos agentes envolvidos com a Indústria de Energia.

Além da análise ter sido elaborada com base nos seis sistemas apresentados, foram avaliadas as forças centrais, ou dominantes, que deverão influenciar as posturas dos diversos grupos envolvidos ao longo dos próximos 25 anos, gerando diferentes futuros possíveis para o mundo e para o país. Deste modo, institucionalmente a abordagem considera que podem ocorrer forças opostas no sentido da integração ou da fragmentação e, em se tratando dos mercados, forças opostas no sentido da cooperação ou da não-cooperação. Conforme pode ser visto na Figura 1.2, essas forças foram representadas em um mesmo plano, embora os sentidos sejam exatamente contrários.

Após a identificação dos condicionantes de futuro, procedeu-se a investigação morfológica, uma técnica de construção de combinações lógicas e consistentes das hipóteses de evolução das incertezas mais relevantes para geração dos cenários. Essa inicia-se com a seleção das incertezas e a definição dos estados alternativos (hipóteses) das incertezas. Em seguida monta-se a matriz com as incertezas críticas (linhas) e suas hipóteses (colunas). Com a matriz montada, conforme ilustrado na Figura 1.3, pode-se formar todas as combinações de hipóteses possíveis (células da matriz), e analisar cada combinação para descartar as inconsistentes ou menos consistentes (as combinações mais consistentes formam base dos cenários alternativos).

Figura 1.3 – Exemplo de matriz morfológica



A etapa posterior à análise morfológica foi a quantificação. De maneira geral, para quantificar os cenários é preciso utilizar modelos matemáticos capazes de simular as hipóteses de partida dos cenários e analisar a consistência da evolução. Os procedimentos desse mecanismo são descritos a seguir:

- selecionar modelos de simulação (macroeconômico e energético);
- eleger os parâmetros de projeção das variáveis que deverão ser simuladas (indicadores que podem ser quantificados);
- definir os valores que expressam os desempenhos apresentados pelas hipóteses de partida dos cenários;
- simular os valores de entrada das hipóteses, analisando a consistência e reformulando os desempenhos futuros das variáveis.

1.3. Modelo de consistência macroeconômica

A quantificação dos cenários econômicos no horizonte estudado está baseada em um modelo de consistência macroeconômica (MCM). A ideia central de um MCM é a de que o movimento das variáveis endógenas, como função da evolução das variáveis exógenas, atenda a restrição de que, em um dado período, o dispêndio nacional seja totalmente financiado doméstica ou externamente. Portanto, o MCM leva em consideração a relação entre o crescimento de médio/longo prazo e a disponibilidade de seu financiamento.

O MCM está dividido em quatro blocos: Setor Público, Setor Externo, Investimento e Contas Nacionais, sendo que este último bloco agrega as informações dos três primeiros. A escolha desta divisão pode ser justificada a partir da manipulação algébrica de identidades contábeis, como apresentada no Box 1.

Box 1 – Contabilidade Nacional

Partindo da composição do PIB pela ótica da despesa:

$$Y = CP + CG + IP + IG + X - M$$

Ou seja, o PIB (Y) pode ser decomposto em consumo privado (CP), consumo público (CG), investimento privado (IP), investimento público (IG) e exportações líquidas (isto é, exportações (X) menos importações (M)) de bens e serviços não-fatores.

Definindo T como a arrecadação tributária nacional, podemos escrever a equação acima da seguinte forma:

$$Y - T - CP + T - CG + M - X = IP + IG$$

Defina a poupança do setor privado (SP), a poupança do setor público (SG) e a poupança externa (SX), respectivamente como:

$$SP = Y - T - CP$$

$$SG = T - CG$$

$$SX = M - X$$

Portanto, fazendo-se as substituições apropriadas, temos:

$$SP + SG + SX = IP + IG$$

Mais sucintamente, a equação acima origina a identidade básica da Contabilidade Nacional que iguala poupança (S) ao investimento (I):

$$S = I$$

$$\text{onde } S = SP + SG + SX \text{ e } I = IP + IG$$

Partindo da hipótese de que o PIB não pode ser superior ao produto potencial, descrevemos a seguir cada bloco do MCM mais detalhadamente.

Setor Público

Neste bloco, analisamos as contas governamentais em suas principais componentes: arrecadação e gastos (que incluem o pagamento de juros da dívida pública total). Em cada componente, os dados não são tratados por esfera de governo – como em Giambiagi e Pastoriza(1997) –, mas consolidados para todo o setor público.

O déficit nominal do governo é resultado do excesso de gastos correntes e pagamentos de juros relativos ao estoque de dívida existente sobre a arrecadação total. Variações no PIB afetam as evoluções da arrecadação e dos gastos excludes juros (proporcionais ao PIB, em valores constantes). Por fim, adicionando o pagamento de juros, o resultado fiscal nominal do setor público altera o estoque de dívida total. Assim, a evolução do PIB afeta tanto o numerador quanto o denominador da relação dívida/PIB.

Para uma dada evolução do PIB, considera-se que o governo tenta controlar a relação dívida/PIB usando como instrumento o resultado primário consolidado do setor público através de alterações de parâmetros da política fiscal: mudanças de alíquotas tributárias ou cortes de gastos ou de ambos, dependendo do cenário. No caso de gastos do governo, o controle pode ser feito preponderantemente pela variação na taxa de investimento público como proporção do PIB ou na variação dos gastos correntes do governo como proporção no PIB.

Setor Externo

Neste bloco, analisamos as contas externas em suas principais componentes: saldo em transações corren-

tes, balanço de capitais e variação de reservas, sendo exportações e importações, as variáveis determinantes. No modelo, as exportações dependem do crescimento do comércio mundial (aproximado pelo PIB mundial) e da taxa de câmbio real. Já as importações dependem da taxa de câmbio real e, especificamente, do nível de investimento (para as importações de bens de capital), do PIB (para as demais importações, exceto petróleo) e da produção doméstica (para as importações de petróleo). As demais contas do balanço de pagamentos são consideradas exógenas (suas respectivas evoluções representam em grande parte a trajetória do comércio mundial em cada cenário) e, por isto, a necessidade de capital representa uma variável de ajuste no resultado do balanço de pagamentos, dados o saldo em transações correntes e o influxo de capitais.

Investimento

O investimento líquido total (a preços constantes) é aquele necessário para sustentar a taxa (exógena) de crescimento do PIB, considerando-se uma taxa (exógena) de depreciação do capital e uma relação capital-produto de equilíbrio estável no longo prazo. Esta relação, por sua vez, depende da taxa de poupança, da taxa de crescimento da PEA, da taxa de depreciação e de uma taxa de progresso tecnológico.

Para se obter a taxa de investimento a preços correntes, multiplica-se a taxa de investimento a preços constantes do ano-base por um fator de preços relativos. Por fim, como o investimento público é exógeno (determinado como proporção do PIB a preços constantes), o investimento privado é aquele necessário para completar o investimento total.

Contas Nacionais

O bloco de Contas Nacionais é o bloco de fechamento do modelo, através do atendimento à condição imposta pela identidade básica da Contabilidade Nacional: investimento igual à poupança total.

As variáveis de fechamento do modelo são relativas ao setor privado: consumo e investimento. Assim, por exemplo, o consumo privado é tal que a poupança privada gere um nível de poupança agregada igual ao nível de investimento, de maneira a atender à identidade de poupança igual ao investimento. Por outro lado, dado o nível de investimento total (resultado do bloco de investimento) e o investimento público (resultado do bloco fiscal), o investimento privado é obtido residualmente.

Resumo do MCM

(1) A taxa de crescimento do PIB é a principal variável exógena do modelo de consistência macroeconômica. Sua evolução ao longo do horizonte é determinada de forma consistente ao cenário estudado.

(2) O consumo do governo e o investimento público são tais que sejam compatíveis com a evolução da relação dívida/PIB no cenário estudado, dados os parâmetros restantes da política fiscal.

(3) A evolução das exportações líquidas de bens e serviços não-fatores segue além da evolução do PIB e da taxa de câmbio real, variáveis externas exógenas (determinadas pelo cenário estudado), tais como: crescimento do comércio mundial e preços externos das *commodities*.

(4) O investimento total é definido como aquele que viabiliza a taxa (exógena) de crescimento do produto potencial do cenário, considerando a depreciação do estoque de capital e uma relação de equilíbrio sustentável no longo prazo. Assim, dado o investimento público, o investimento privado é o que falta para completar o investimento total.

(5) O consumo total é obtido por diferença nas contas nacionais, de tal forma que o investimento seja

igual à poupança total. Dado o consumo do setor público, o consumo privado é obtido por resíduo.

Em suma, o modelo determina dentre inúmeras variáveis, o consumo privado, a trajetória da dívida pública e o saldo em transações correntes de cada cenário.

2. Análise retrospectiva do ambiente econômico nacional

■ 2.1. Apresentação

A realização de um estudo retrospectivo de longo prazo é necessária para se criar uma perspectiva sobre a evolução de variáveis de interesse que ultrapasse a simples extrapolação da conjuntura que domina a elaboração de cenários, especialmente no caso de variáveis econômicas. Com isto, é possível identificar alguns padrões de mudança que sinalizam prováveis trajetórias e tendências de comportamento destas variáveis ao longo de grandes períodos de tempo.

Neste capítulo, uma retrospectiva da economia brasileira nos últimos 35 anos é apresentada de modo bastante sucinto, mostrando os diversos ciclos e os ajustes ocorridos no período, com o objetivo de caracterizar o ponto de partida dos cenários nacionais descritos no capítulo 4. Adicionalmente, faz-se uma descrição breve da situação energética do país, apresentada à parte em boxes ao fim de cada subperíodo.

■ 2.2. Retrospectiva econômica nacional

A retrospectiva econômica limita-se à evolução da economia brasileira no período de 1970 a 2005. Os últimos 35 anos, por sua vez, são apresentados a seguir em 5 subperíodos, a saber: 1970 até 1973, 1974 até 1984, 1985 até 1993, 1994 até 1998, 1999 até 2005.

De 1970 a 1973

Nesse período, o Brasil conciliou taxas elevadas de crescimento econômico com melhoria de suas contas externas. Além disso, o papel preponderante do Estado na condução da política econômica foi uma característica relevante, com medidas de incentivo ao crescimento e ao mercado externo.

Os efeitos dos ajustes internos realizados no final da década de 60 permitiram ao país aproveitar o cenário externo favorável, marcando um período que, por suas altas taxas de crescimento, ficou conhecido como o “Milagre Econômico”. Sem dúvida, a conjuntura internacional deste período foi excepcional, caracterizada por liquidez elevada, baixas taxas de juros, expansão do comércio mundial e termos de troca favoráveis, em especial com alta dos preços das commodities agrícolas.

Porém, apesar das taxas elevadas de crescimento econômico e de uma política monetária mais expansionista, a inflação ficou relativamente controlada, em virtude da capacidade ociosa herdada do período do PAEG¹; do controle direto do governo sobre os preços industriais e a taxa de juros; da política salarial, que manteve perdas em termos reais; e, também, da política agrícola implementada.

As exportações e importações também cresceram vigorosamente no período do “Milagre Econômico”. Pelo lado das exportações, lideradas pelos bens manufaturados, houve aumento significativo dos preços (em dólares) das mercadorias exportadas, mas, ainda assim menor do que o aumento do quantum exportado. A expan-

1 O Plano de Ação Econômica do Governo – PAEG foi lançado durante o governo Castelo Branco, tendo como objetivos principais reduzir a inflação e industrializar o país.

são das importações teve um perfil semelhante, com maior crescimento das quantidades do que dos preços.

A resposta elevada das importações ao crescimento do PIB refletiu o estágio de desenvolvimento industrial da economia brasileira. Face à dependência externa com relação aos bens de capital e aos insumos (essencialmente petróleo e derivados), o crescimento do setor de bens de consumo duráveis pressionou as importações desses itens.

Por fim, a moderada valorização do câmbio real no período 1970-1973 também estimulou a importação de bens. O bom desempenho das exportações foi superado pelas altas importações apenas no biênio 1972-1973, quando a balança comercial registrou déficits significativos, o que agravou a situação do déficit em transações correntes. Entretanto, a elevada liquidez do mercado internacional levou a um forte ingresso de capitais externos que permitiu cobrir este déficit. Os empréstimos tomados durante esta época elevaram o patamar da dívida externa total em mais de 4 vezes em apenas 6 anos.² A reversão das condições de financiamento externo tornaria a questão da dívida externa preocupante no resto da década de 70 e crucial na década seguinte, como será descrito no período a seguir.

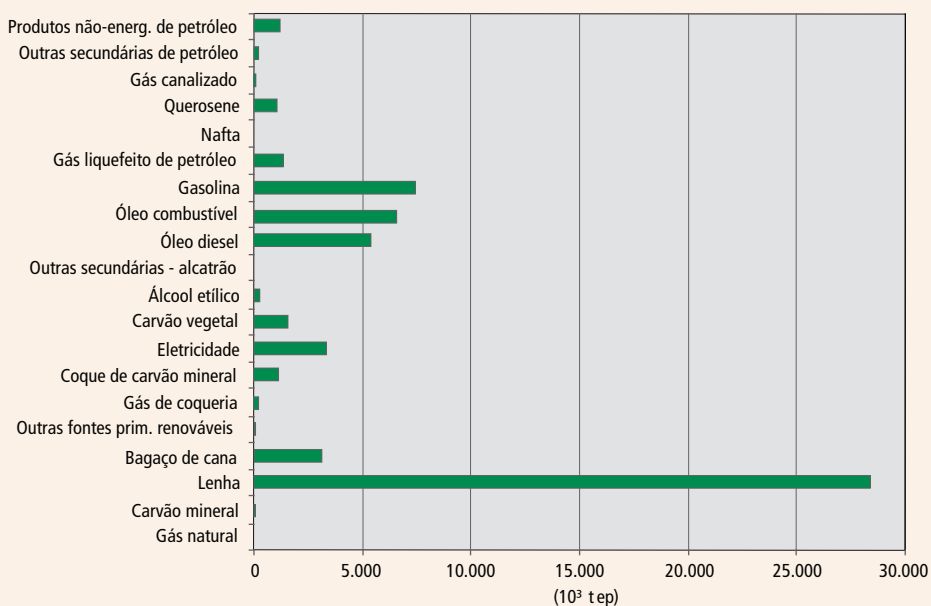
De 1974 a 1984

O período de 1974 a 1984 abriga uma série de eventos e mudanças estruturais importantes para o país. No plano econômico, esse período marca o auge e o esgotamento do modelo de crescimento vigente no país desde os anos 50, isto é, do modelo de substituição das importações, comandada pelo Estado através de investimentos e créditos públicos e fortemente apoiada no endividamento externo. Ao longo desse período, podem ser identificadas fases distintas de comportamento da economia brasileira. A primeira, com taxa média de crescimento de 6,7%, corresponde à implantação do II Plano Nacional de Desenvolvimento – PND, cujo objetivo era completar o processo de substituição das importações e gerou uma grande transformação na estrutura produtiva do país. Na segunda fase, pode-se distinguir três momentos: no biênio 1979-80, manteve-se o crescimento vigoroso, com uma média de 8% ao ano, mas o forte aumento da inflação e a deterioração das contas públicas e externas já sinalizavam o esgotamento do modelo de crescimento do II PND; nos três anos seguintes, houve grave desequilíbrio do balanço de pagamentos, aceleração inflacionária e forte desequilíbrio fiscal, inaugurando um período longo de estagnação econômica; e, finalmente, o ano de 1984 marca o início de uma curta fase de recuperação econômica.

Box 2 – Energia no Brasil entre 1970 e 1973

Entre 1970 e 1973 o consumo final passou de 62.106 mil tep para 76.310 mil tep, crescimento de 22,9%. Conforme pode ser observado na figura, em 1970 a lenha representava 45,6% do consumo final do país, sendo o principal energético utilizado. A representativa parcela da população que residia no campo contribuía para este elevado consumo, assim como o baixo rendimento no uso, demandando quantidades elevadas de energia final para o atendimento dos requisitos de energia útil. Ao longo dos anos seguintes, no entanto, a participação desse energético foi sendo reduzida, atingindo 35,4% em 1973.

² A dívida externa total subiu de US\$ 3,4 bilhões em 1967 para US\$ 14,9 bilhões em 1973.

Consumo final dos principais energéticos
Brasil, 1970

Fonte: MME, 2005.

A participação dos derivados de petróleo em 1970 era de 37,9%. Gasolina, óleo combustível e diesel eram os mais utilizados, com participações de 12,0%, 10,6% e 8,7%, respectivamente. Estes três, mais a lenha, representavam aproximadamente 77% do consumo final do país. Em contraposição à lenha, a participação dos derivados de petróleo foi crescente, atingindo aproximadamente 46,7% do consumo final.

Os demais energéticos apresentavam utilização ainda reduzida no período. Em 1970 a energia elétrica, o bagaço de cana e o álcool etílico, por exemplo, ainda participavam com apenas 5,5%, 5,1% e 0,5% do consumo, respectivamente. Além disso, as variações das participações dos três até 1973 foram insignificantes.

No período, o planejamento da expansão do parque gerador de energia elétrica foi feito a partir da priorização da construção de usinas hidrelétricas. Um dos motivos principais para tal foi o fato do governo militar ter considerado essa alternativa estratégica para o país. Mais tarde, com o crescimento das preocupações com a variável ambiental e com o crescimento das emissões de gases causadores do efeito estufa, essa opção mostrou-se bastante acertada. Assim, destaca-se no intervalo considerado a assinatura do Tratado de Itaipu entre Brasil e Paraguai, em 1973, um dos primeiros passos para a construção da, então, maior hidrelétrica do mundo: Itaipu Binacional.

Outra opção considerada estratégica pelos governos da época foi, em 1970, a decisão de construir uma unidade de geração nuclear. Para tal foi contratado um projeto turn-key para construção da usina de Angra I, com um reator do tipo PWR da Westinghouse Electric Corporation. As obras foram iniciadas em 1972.

Também deve ser ressaltada a criação da Petrobrás Distribuidora S.A – BR, em 1971, para concorrer com as demais distribuidoras de combustíveis no mercado, visando constituir uma indústria de petróleo adequada que permitisse reduzir as despesas com importação de petróleo. A criação da distribuidora consolidou a verticalização da PETROBRÁS no segmento de petróleo e derivados.

A estrutura produtiva da economia brasileira era caracterizada, já a partir do “Milagre Econômico”, por demandas crescentes de bens de capital e de petróleo³, elevando a dependência da importação desses produtos. Os riscos dessa dependência começaram a se manifestar a partir de 1973, quando os membros da Organização dos Países Exportadores de Petróleo – OPEP – promoveram o denominado “primeiro choque do petróleo”. O preço médio do barril saltou de US\$ 2,48 em 1972 para US\$ 11,58 em 1974.

Nos países industrializados, os efeitos mais imediatos do choque do petróleo foram o aumento dos juros, já em 1974, e a contração da atividade econômica, no biênio 1974-75. Esse movimento comprimiu ainda mais a capacidade de importar dos países em desenvolvimento, já atingidos pela deterioração dos termos de troca, principalmente em face da elevação do preço do petróleo. De fato, a recessão das economias industrializadas reduziu ou dificultou a geração de receitas de exportação. No Brasil, a balança comercial passou de virtual equilíbrio em 1973 para um déficit de US\$ 4,7 bilhões no ano seguinte, embora a taxa de crescimento do PIB tenha se reduzido de 14% para 8,2% no mesmo período.

Havia ainda o problema de controle da inflação. Após registrar uma alta de 16% em 1973, a inflação, medida pelo IGP, elevou-se para 35% em 1974. Nesse sentido, foi implementada uma política gradual de contenção de gastos da administração pública direta e de desaceleração do crédito. Ainda assim, os investimentos das empresas estatais se expandiram, elevando a taxa de investimento da economia, bem como a participação do governo na Formação Bruta de Capital Fixo, que atingiu 40% do total no período 1974-1978 ante 33% no período 1971-73.

O quadro de dependência num cenário de restrição externa no início de 1974 impôs ao governo brasileiro a adoção de medidas de ajuste estrutural materializado pelo II PND.

Anunciado em meados de 1974, o II PND tinha como objetivo básico a expansão dos investimentos em infra-estrutura: ampliação da malha ferroviária, da rede de telecomunicações e da infra-estrutura para produção e comercialização agrícola. No setor de bens de produção, o foco do II PND estava nos segmentos de siderurgia, na química pesada, no setor de metais não-ferrosos e minerais não-metálicos. No setor energético, os investimentos planejados se dirigiam à pesquisa, exploração e produção de petróleo, à ampliação da capacidade de geração de energia hidrelétrica e ao desenvolvimento de fontes alternativas de energia, com ênfase no álcool combustível. Diante de volumosos investimentos, a viabilidade do II PND dependia de financiamento público, por meio do BNDE,⁴ e de financiamento externo. Este, por sua vez, era ainda abundante, alavancado pelos chamados “petrodólares” que expandiram a liquidez da OPEP para as economias industrializadas e, por conseguinte, aumentaram a disposição dos bancos por investimentos de risco, em particular, projetos de investimento em países em desenvolvimento como o Brasil.

3 A participação do petróleo no consumo total de energia primária elevou-se de 39% em 1971 para mais de 47% em 1974.

4 Denominação na época do atual Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social - BNDES.

A implementação do II PND produziu, em um primeiro momento, uma deterioração das contas do balanço de pagamentos entre 1974 e 1984. O déficit em transações praticamente dobrou, de uma média anual de US\$ 6,5 bilhões no período 1974-78 para US\$ 11,7 bilhões no período 1979-83. Entretanto, constatou-se nítida tendência de reversão do déficit comercial, com a balança tornando-se superavitária a partir dos anos 80. Isso refletiu a combinação de três fatores: impacto de duas maxidesvalorizações cambiais⁵; recessão da economia brasileira; e o processo de substituição das importações. Assim, o peso dos bens de capital importados na composição da formação bruta de capital fixo reduziu-se de 12,3%, no período 1971-73, para 3,5%, no período 1981-83. Além disso, a participação de bens de capital nas importações caiu de 17,9% no período 1974-78 para 9,3%, na média de 1981-83. Em suma, pode-se dizer que os objetivos de mudança estrutural que motivaram o II PND foram, de uma maneira geral, alcançados.

Em meados de 1979, os efeitos do segundo choque nos preços do petróleo interromperam dessa vez de forma duradoura, o fluxo de capital dos países industrializados para aqueles em desenvolvimento. O preço do barril no mercado internacional, como reflexo das decisões da OPEP, aumentou cerca de 3 vezes⁶.

De forma a conter as pressões inflacionárias desse segundo choque, os bancos centrais dos países industrializados elevaram suas taxas básicas de juros. Nos Estados Unidos, a prime rate subiu continuamente até 1981, quando atingiu 16,4% ao ano, mais que o dobro dos 7,9% vigentes antes do segundo choque. Esse novo patamar das taxas de juros inaugurou uma fase de recessão nas economias industrializadas que se estendeu, na maioria delas, até 1982.

A combinação dos choques do preço do petróleo e das taxas de juros atingiu gravemente os países importadores de petróleo como o Brasil. A elevação significativa das taxas externas de juros produziu aumento dos déficits em transações correntes, como consequência da retração das importações dos países industrializados (implicando em estagnação ou queda das exportações nas economias em desenvolvimento) e das despesas com juros no balanço de serviços. O resultado desse cenário foi o racionamento do crédito externo para as economias altamente endividadas. As dificuldades crescentes de pagamento dos encargos da dívida levaram alguns países a declarar a moratória de sua dívida externa, iniciada com o México em 1982.

Após a recessão do período 1981-83, a economia brasileira parecia ter retomado em 1984 a trajetória de crescimento: o PIB, em termos reais, aumentou 5,4%. O problema persistente era a taxa de inflação que, mesmo nos anos de recessão, não cedia. Em 1980 a inflação já superava a casa de 100% ao ano e os esforços realizados no início da década apenas a reduziram marginalmente. Após a maxidesvalorização cambial de 1983, a inflação se acelerou, atingindo 224% em 1984. Diante dessa “resistência inflacionária”, foi fortalecida a tese de que a correção monetária, introduzida com as reformas de 1964, era um importante obstáculo à queda da inflação.

As tentativas de debelar a inflação marcariam definitivamente os 10 anos seguintes (do fim dos anos 80 ao início do anos 90), período analisado a seguir.

5 Da ordem de 30%, cada uma.

6 De uma cotação média de US\$ 13,6 em 1978 para US\$ 35,7 em 1980.

De 1985 a 1993

O período de 1985 a 1993 ficou caracterizado, além da retomada democrática em meados da década de 80, pela implantação de diversos planos heterodoxos de estabilização econômica. Embora sem alcançar os objetivos desejados do ponto de vista do combate à inflação, alguns anos de rápido crescimento foram observados em decorrência dos planos, principalmente nas primeiras tentativas. Porém, o malogro dos planos econômicos ficava visível a cada nova edição: no fim do período, pouco eram seus efeitos sobre o crescimento econômico e sobre a inflação.

O Plano Cruzado

Em fevereiro de 1986 foi implantado o Plano Cruzado que determinou uma reforma monetária, o congelamento dos preços e dos salários, e medidas de desindexação da economia. Na reforma monetária, foi estabelecido o cruzado como o novo padrão monetário. Os preços de todos os produtos foram completamente congelados e a taxa de câmbio vigente no dia anterior ao Plano ficou igualmente fixa. Entre as medidas de desindexação adotadas, pode-se destacar a proibição de indexação de contratos com prazos inferiores a um ano; alongamento dos rendimentos das cadernetas de poupança e a utilização da “tablita”⁷ para converter as obrigações financeiras de cruzeiros para cruzados.

A estabilização de preços alcançou os objetivos no início do Plano. Os índices de preços, que oscilavam na faixa de 15% ao mês, recuaram para praticamente zero nos meses subseqüentes.

Box 3 – Energia no Brasil entre 1974 e 1984

O período entre 1974 e 1984 é marcado pelos efeitos na economia interna dos dois choques de preços do petróleo no mercado internacional. A maior parte do consumo interno de petróleo, na época, era oriunda de importações. A elevada dependência externa, com efeitos negativos sobre a balança comercial, contribuiu muito para o crescimento da utilização das fontes nacionais de energia ao longo dos anos considerados.

O PROALCOOL foi criado em 1975, após o Primeiro Choque do Petróleo. O objetivo principal era a redução do consumo da gasolina automotiva utilizada nos veículos de passageiros. O programa incluía tanto o desenvolvimento de veículos movidos a álcool hidratado quanto a utilização de álcool anidro em adição à gasolina. No primeiro caso, o desenvolvimento tecnológico obtido permitiu a produção, com sucesso, de motores especialmente desenvolvidos para a utilização de álcool hidratado como combustível. Segundo La Rovere et al. (2005), em 1984 os carros a álcool respondiam por 94,4% da produção das montadoras. Com relação a adição de álcool anidro à gasolina, os resultados esperados também foram obtidos, tendo o percentual de adição atingido valores superiores a 20% em alguns períodos.

Também em 1975, ainda sob o regime militar, o Brasil firmou com a Alemanha um acordo de cooperação na área nuclear. Pelo acordo, seriam instalados oito reatores PWR de 1.300 MW cada no país: dois em Angra dos Reis, ao lado de Angra I, e outros seis no litoral sul do Estado de São Paulo. A construção de Angra II foi iniciada em 1976, mas em ritmo bastante lento.

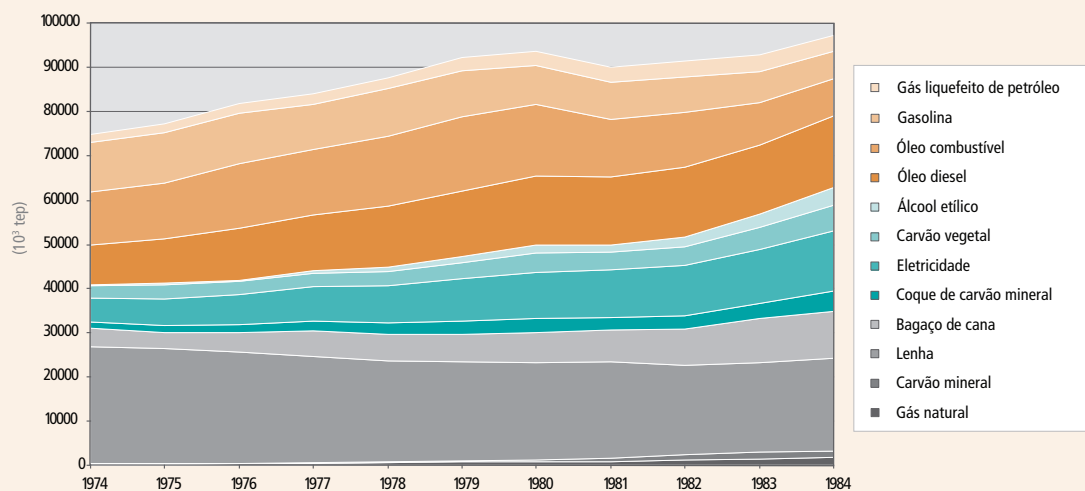
7 O objetivo era “quebrar” a expectativa inflacionária embutida nas obrigações financeiras, evitando transferências entre credores e devedores.

Também deve ser destacada no período a criação do Programa de Conservação de Energia no Setor Industrial (CONSERVE), em 1981. A prioridade do programa era reduzir a dependência nacional de derivados de petróleo importado, abrangendo todos os setores industriais. O CONSERVE visava tanto à viabilização de conservação e substituição de energia em estabelecimentos específicos, CONSERVE - INDÚSTRIA, quanto à difusão de tecnologia apropriada aos fins do programa, CONSERVE - TECNOLOGIA.

Em 1984 entrou em operação a Usina Hidrelétrica Tucuruí, da Eletronorte, primeira hidrelétrica de grande porte construída na Amazônia. Além disso, foi concluída a primeira parte do sistema de transmissão Norte-Nordeste, permitindo a transferência de energia da bacia amazônica para a região Nordeste. Destaca-se, também, a entrada em operação da Usina Hidrelétrica de Itaipu, com 12.600 MW de capacidade instalada e 18 unidades geradoras de 700 MW cada. Estas unidades foram sendo instaladas ao ritmo de duas a três por ano. A 18ª entrou em operação em 9 de abril de 1991.

Nesse contexto, observou-se no intervalo considerado um forte crescimento dos consumos da eletricidade, do bagaço de cana e do álcool etílico. O consumo de eletricidade atingiu 13.754 mil tEP em 1984, ou seja, cerca de 12,5% do consumo final do país. No caso do bagaço, o consumo chegou a 10.744 mil tEP, uma participação de aproximadamente 9,7%. Já o consumo de álcool etílico chegou a 3.795 mil tEP, contribuindo com cerca de 3,4%. Esses crescimentos contrastam com as quedas de participação dos derivados de petróleo (atingindo 41,2%, após um pico de 53,1% em 1979) e da lenha (chegando a 19,0%, após expressivos 45,6% em 1970). Os demais energéticos apresentaram participação reduzida, conforme pode ser observado na figura abaixo.

Evolução dos consumos finais dos principais energéticos
Brasil, 1974-1984



No tocante à política salarial, os salários deveriam ser calculados pela média dos últimos seis meses, em valores correntes, ficando oficialmente congelados⁸ nesse valor. No início do Plano foi concedido, a título de abono, um aumento de 8% para todos os assalariados e de 16% para o salário-mínimo. Além disso, foi criado o “gatilho salarial”, que garantia a correção imediata dos salários sempre que a inflação acumulasse 20%. Isso gerou um aumento significativo dos salários reais (o rendimento médio real cresceu mais de 7% em meados de 1986, após registrar um aumento de 2,8% em 1985) e, portanto, da demanda no início do Plano. Ao mesmo tempo, houve a criação de 20% de postos de trabalho no primeiro quadrimestre de 1986, ante o mesmo período de 1985.

O aumento robusto da renda real, associado à queda da inflação, estimulou a expansão da produção de bens de consumo duráveis (apenas em junho de 1986, houve um aumento de 33% em relação ao patamar de junho de 1985) com impacto significativo sobre o crescimento do PIB: 7,5% em 1986, praticamente igual ao do ano anterior (7,8%).⁹ O crescimento foi liderado pela indústria, com expansão de quase 12% em relação ao ano anterior, puxada não apenas pelo segmento de bens duráveis, mas também pelos componentes de investimento, como construção civil e bens de capital. A retração das exportações em 1986 esteve associada ao fato de que, no Plano Cruzado, a produção esteve direcionada para atender ao mercado doméstico.

A deterioração das contas públicas se aprofundou a partir de 1986, pela queda da receita do imposto inflacionário, pelo congelamento das tarifas públicas e pelo aumento dos gastos com o funcionalismo. De fato, o superávit primário recuou de 2,7% do PIB em 1985 para 1,6%, em 1986. Assim, a política fiscal também tornou-se uma fonte expansionista da demanda agregada.

A combinação de forte crescimento da demanda com distorção de preços relativos provocou desabastecimento e pressões por alterações na política econômica vigente. Posteriormente, foram lançadas novas medidas¹⁰ que, basicamente, consistiram em aumento da arrecadação, com remarcações de tarifas públicas. O Cruzado II teria sido a válvula de escape para o descongelamento, tendo em vista que o governo autorizou reajustes de preços de bens finais. O fim do Plano Cruzado ocorreu em fevereiro de 1987, com a decretação da extinção do congelamento dos preços. Destaque-se que, nesse período, também foi declarada a moratória da dívida externa brasileira, o que dificultou a entrada de recursos externos no país.

Os Planos Bresser e Verão

Em 12 de junho de 1987, foi implantado o chamado Plano Bresser, que adotou medidas ortodoxas (taxas reais de juros positivas e reajustes das tarifas públicas para reduzir o déficit público) e heterodoxas (decretou um congelamento de preços por três meses). Na política salarial,¹¹ o objetivo implícito era evitar aumentos do salário real, como ocorrido no início do Plano Cruzado. Também houve uma preocupação em não congelar a taxa de câmbio, de forma a não deteriorar as contas externas brasileiras.

8 Os empresários podiam decidir por aumentos caso a caso, através de negociação.

9 Deve-se ressaltar que antes do Plano Cruzado a economia brasileira já se encontrava com um panorama bastante aquecido. Em 1985, o PIB industrial crescera 8,3% e a utilização da capacidade instalada da indústria, que já estava elevada para os padrões históricos (em torno de 80%), continuava a crescer.

10 Ao conjunto dessas medidas convencionou-se chamar “Cruzadinho”, de 23 de julho de 1986, e de “Cruzado II”, adotado após as eleições gerais que ocorreram em novembro desse ano.

11 Os salários ficaram indexados à Unidade de Referência de Preços (URP), que era prefixada a cada três meses com base na inflação média dos três meses precedentes. Com o objetivo de extinguir o gatilho salarial, foi introduzida uma correção mensal por meio da URP, mas, na prática, aumentou-se a defasagem entre a inflação e o salário.

O Plano Bresser reconhecia que a inflação de demanda também deveria ser combatida e também não pretendia obter taxas próximas de zero, como nos meses iniciais do Plano Cruzado. A inflação mensal oficial (medida pelo IPC) baixou de 26,1% em junho para 3,15% em julho e para 6,4% em agosto, mas o recuo ficou concentrado nos primeiros meses do Plano. De fato, após os problemas ocorridos no Plano Cruzado, a credibilidade do mecanismo de congelamento ficou prejudicada. Evidência disso é que muitos preços foram reajustados previamente ao congelamento.

Os acordos salariais do funcionalismo público na vigência do Plano contribuíram para manter o déficit público elevado. Assim, a poupança do governo passou do equilíbrio para um valor negativo de 1,48% do PIB, em 1987.

Em contraposição ao ocorrido em 1986, a agropecuária, com uma variação real de 15%, liderou o crescimento do PIB de 3,5% em termos reais em 1987. A expressiva desaceleração do crescimento do PIB industrial e do consumo esteve associada à presença de juros reais elevados e à perda do poder aquisitivo, resultado dos efeitos da inflação e da regra de reajuste salarial. Outro fator importante que impediu a queda do produto ao longo do período foi o aumento das exportações, beneficiado pela redução da absorção doméstica, a partir de 1987, e, também, pela flexibilização cambial. De fato, observando o período, a expansão do PIB foi puxada, na média, pelas exportações líquidas, que cresceram em média 6,8% ao ano entre 1985 e 1989.

Em janeiro de 1989, com o insucesso do gradualismo no combate à inflação, foi implementado o chamado Plano Verão, quando foram extintos todos os mecanismos de indexação. O congelamento dos preços foi adotado, mas diferente dos planos anteriores, não foi anunciado seu término. Além disso, foram adotadas medidas de contenção de corte de custeio e uma nova reforma monetária, que trocou a moeda de cruzado pelo cruzado novo.

Na verdade, o ajuste fiscal ao longo do Plano Verão não ocorreu. O déficit operacional do setor público passou de 3,6% do PIB em 1986 para 5,7%, em 1987, aumentando, ainda, para 6,9%, em 1989. O resultado primário foi deficitário nos anos de 1987 e 1989, mostrando que não havia uma trajetória de ajuste com características mais permanentes.

As frustrações sucessivas da estabilização dos preços e a virtual ausência de comprometimento com o ajuste fiscal tenderam a prejudicar a coordenação das expectativas de inflação, no sentido de que fossem mais baixas para o futuro. Dessa forma, foram ressurgindo gradativamente pressões por reajustes salariais e por aumentos de preços que desembocariam em taxas de inflação de mais de 30% ao mês no fim de 1989.

Os Planos Collor I e II

Na primeira metade dos anos 90, tomou posse um presidente eleito pelo voto direto, fato que não ocorria desde 1960 no país. A inflação havia ultrapassado 80% ao mês e a economia brasileira, que crescera a uma taxa média em torno de 7% ao ano entre 1930-80, há uma década se encontrava estagnada. As primeiras tentativas de estabilização inflacionária desse período, os Planos Collor I e II, não apenas fracassaram em controlar a inflação, como resultaram em recessão e perdas adicionais de credibilidade em relação à política econômica.

O Plano Collor I foi lançado no dia 15 de março de 1990, reintroduzindo o cruzeiro como padrão monetário e promovendo um novo congelamento de preços de bens e serviços. Mais uma vez as medidas de congelamento não foram cumpridas, em parte como reflexo das tentativas fracassadas de congelamento dos planos de es-

tabilização da década de 80. Na política fiscal, o Plano Collor I implementou o aumento da arrecadação (por meio da criação de novos tributos, aumento do Imposto sobre Produtos Industrializados – IPI e do Imposto sobre Operação Financeiras – IOF), redução dos prazos de recolhimento, suspensão de benefícios fiscais e enxugamento da máquina administrativa.

Entretanto, a medida mais marcante desse Plano foi o bloqueio dos ativos financeiros.¹² Esse bloqueio esteve associado ao diagnóstico com base no qual se reconhecia a existência de uma fragilidade financeira do Estado brasileiro e que tal fragilidade seria superada por meio de uma desindexação parcial da economia e de uma desoneração temporária do pagamento de juros sobre a chamada “moeda indexada”.¹³

O Plano Collor I sofreu duras críticas: o bloqueio dos recursos financeiros foi considerado uma intervenção estatal além dos parâmetros aceitáveis; o congelamento dos preços não deu certo, a exemplo das tentativas anteriores; e o ajuste fiscal basicamente se restringiu ao aumento das receitas e não efetivou o corte de gastos públicos. Na prática, o Plano Collor I conseguiu fazer com que a inflação baixasse dos 80% ao mês para níveis próximos de 10% nos meses seguintes. Mas, ao mesmo tempo, a economia sofria forte contração.

Com a retomada do processo inflacionário no final de 1990, um novo plano econômico, o Plano Collor II foi implantado. O controle da inflação era prioritário e, para esse fim, foram estabelecidos a racionalização dos gastos na administração pública, o corte de despesas correntes e a aceleração do processo de modernização do parque industrial. O Plano também propunha extinguir qualquer tipo de indexação da economia, considerada a principal causa da retomada da inflação. Dessa forma, foram extintos o Bônus do Tesouro Nacional, que servia de base para a indexação dos impostos, e todos os fundos de investimento de curto prazo. Foi criado, então, o Fundo de Aplicação Financeira – FAF, que teria rendimento à Taxa Referencial – TR, baseada nas expectativas futuras de inflação. Novamente, o plano Collor II conseguiu reduzir a inflação apenas nos primeiros meses de sua implantação.

Além da nova tentativa de estabilização, o início dos anos 90 marca também uma ruptura com o modelo brasileiro de crescimento até então, caracterizado pela participação direta do Estado no suprimento de infraestrutura, elevada proteção à indústria nacional e fornecimento de créditos em condições subsidiadas para a implantação de novos projetos. O novo modelo estaria baseado na abertura econômica e no fim da proteção à indústria nacional. A Política Industrial e de Comércio Exterior – PICE lançou as bases para uma nova política de desenvolvimento. Sua ênfase acabou por se dar, no âmbito interno, na estratégia de maior privatização e, no âmbito externo, na reforma tarifária e de comércio exterior. No plano doméstico, o Plano Nacional de Desestatização foi considerado prioritário. Seus objetivos eram múltiplos, passando pela redução da dívida pública, consolidação da estabilidade, novo desenho da política industrial e obtenção de ganhos de produtividade dos serviços. Já em relação à política de comércio exterior, simultaneamente à adoção do câmbio livre, intensificou-se o programa de liberalização da política de importações. Assim, a partir de 1990, foram extintas as listas de produtos com emissão de guias de importação e os regimes especiais de importação (exceto a Zona Franca de Manaus, *drawback* e bens de informática). Também acabaram diversos controles quantitativos de importação, para dar lugar a um controle tarifário, com alíquotas declinantes ao longo do tempo.

12 Todas as aplicações financeiras que ultrapassassem o limite de 50.000,00 cruzeiros foram bloqueadas pelo prazo de 18 meses. O governo se comprometeu a devolver os cruzados novos bloqueados, transformados em cruzeiros, em 12 prestações iguais e sucessivas a partir de setembro de 1991. Esses recursos seriam corrigidos pela correção monetária mais juros de 6% ao ano.

13 Os depósitos bancários eram, de fato, a “moeda indexada”. Os depósitos eram oferecidos ao público como contas remuneradas, que tinham por contrapartida títulos públicos e privados (*overnight*). Assim como a moeda corrente, a “moeda indexada” tinha liquidez absoluta, mas ao contrário da primeira, tinha rendimento superior à inflação.

A experiência frustrada dos planos heterodoxos de estabilização, na tentativa de reduzir e manter a inflação baixa de forma permanente tem sido associada ao fato de que no diagnóstico da inflação não se deu muita relevância ao controle dos gastos públicos, ao controle da demanda agregada e à austeridade monetária. Ainda assim, a quebra da inércia inflacionária estava para ser mais uma vez testada: dessa vez, o novo plano contaria com um ambiente externo favorável e com um ambiente interno que já sentia os efeitos das reformas implementadas no início da década de 90.

De 1994 a 1998

No final de junho de 1994, foi implementado o Plano Real. Após as diversas tentativas fracassadas de estabilização da inflação da década de 80 e começo dos anos 90, o programa logrou reduzir de forma duradoura a taxa de inflação. A valorização inicial da moeda e o maior grau de abertura da economia brasileira possibilitaram a queda do patamar inflacionário médio de 40% ao mês característico do período pré-Real, para níveis anuais próximos de zero no final de 1998. A queda acentuada da inflação refletiu-se na melhoria imediata da condição dos mais pobres, que não tinham acesso aos instrumentos financeiros que minimizavam a corrosão do poder de compra pela inflação.

A liberalização comercial, o processo de privatização e as reformas do capítulo da ordem econômica da Constituição foram alguns dos principais eixos da mudança estrutural empreendida nos anos 90. Do mesmo modo, os acordos regionais, como os firmados no âmbito do Mercosul, foram fundamentais para dar credibilidade e continuidade à política de liberalização comercial.

As Emendas Constitucionais referentes ao ordenamento econômico, aprovadas pelo Congresso Nacional em 1995, como o fim da discriminação ao capital estrangeiro e a flexibilização do monopólio estatal nas telecomunicações, no gás canalizado e na exploração do petróleo, foram também de grande importância, aumentando a atratividade do programa de desestatização e ampliando as fronteiras para o investimento privado no País.

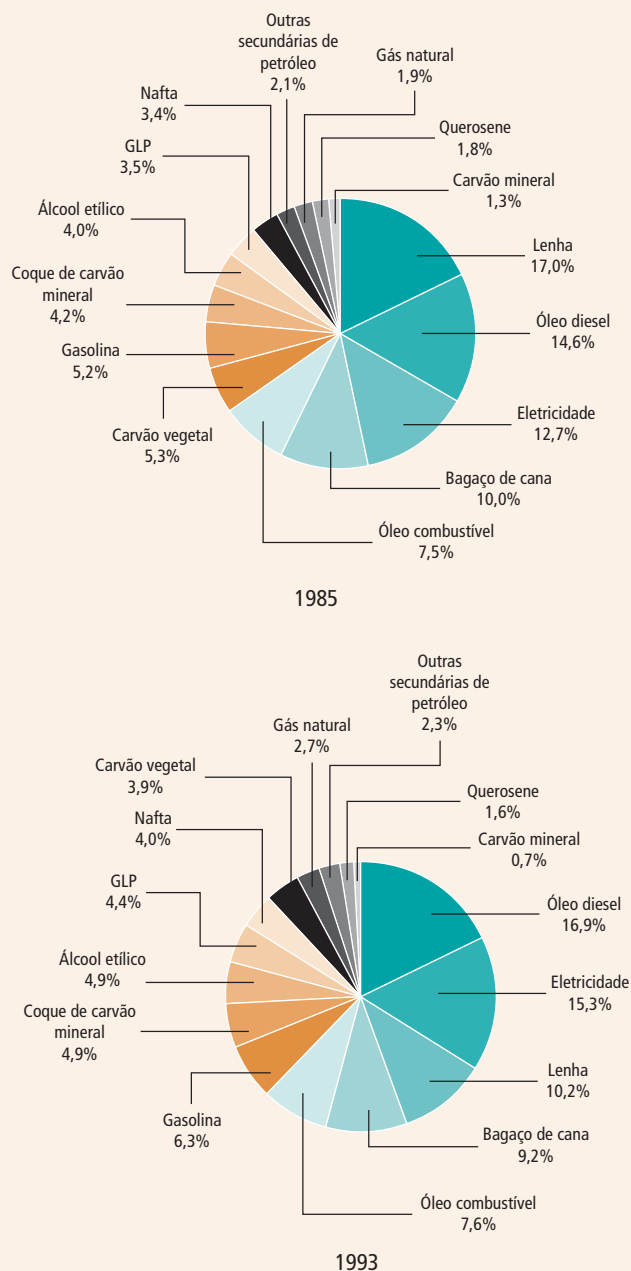
Em consequência, a taxa de investimento reverteu a trajetória de queda observada nos anos 80 e no início da década de 90. Após reduzir-se a apenas 16% do PIB em 1992, em função da instabilidade econômica e da incapacidade financeira do Estado, a taxa de investimento apresentou tendência de recuperação continuada, tendo superado 18% do PIB em 1998. Esta, no entanto, ainda era inferior às observadas nas décadas anteriores, em especial nos anos 70 quando situou-se em uma média de 23,3% do PIB. O investimento estrangeiro direto líquido, cujos valores eram irrisórios no início da década de 90, saltou para US\$ 26 bilhões em 1998.

A redução do imposto inflacionário com a introdução do Real aumentou imediatamente os níveis da renda real e, em consequência, as taxas de consumo doméstico. Em 1994 e 1995, o crescimento do PIB foi de 5,9% e 4,2%, respectivamente, apesar da crise cambial no México (dezembro de 1994), que obrigou o governo brasileiro a tomar medidas mais restritivas.

Box 4 – Energia no Brasil entre 1985 e 1993

Entre 1985 e 1993 o consumo final no país passou de 117.082 mil tep para 135.474 mil tep, crescimento de apenas 15,7% no período (média de 1,8% a.a.). A figura a seguir mostra as participações dos principais energéticos no consumo final nos anos considerados. Pode-se destacar a manutenção do processo de redução da participação da lenha e a continuidade do crescimento da participação da energia elétrica.

Participações dos principais energéticos no consumo final
Brasil, 1985 e 1993



Fonte: MME, 2005.

Um dos principais acontecimentos no setor energético nacional entre os anos considerados foi o início da operação comercial da Usina Termonuclear Angra I, em 1985. Devido a ocorrência de uma série de dificuldades operacionais, no entanto, a usina somente operou de forma regular ao longo da década de 90. Em função desses problemas, nos primeiros anos de funcionamento a usina foi apelidada de “vaga-lume”.

Em 1986 entrou em operação o sistema de transmissão Sul-Sudeste, o mais extenso da América do Sul, transportando energia da Usina Hidrelétrica de Itaipu até a região Sudeste. No mesmo ano a Eletrobrás publicou o Plano Diretor para Conservação e Recuperação do Meio Ambiente nas Obras e Serviços do Setor Elétrico.

O período marca, também, a consolidação da produção nacional de petróleo. Essa ocorreu com as descobertas de campos significativos, como os de Marlim, Albacora e Badejo, todos na bacia de Campos, e com o desenvolvimento tecnológico obtido para a exploração em águas profundas. Observa-se, do mesmo modo, um parcial aumento da produção de gás natural, principalmente pelo fato do crescimento da produção de petróleo ter impulsionado o aproveitamento do gás associado existente.

Destaca-se também a criação do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica - PROCEL, em 1985, pela ELETROBRÁS. Sua atuação inicialmente caracterizou-se pela publicação e distribuição de manuais destinados à conservação de energia elétrica entre os vários setores da economia. Em seguida foi implementado um programa pedagógico junto às escolas de ensino fundamental, envolvendo uso de material didático e treinamento de professores.

O destaque negativo do período foi a difícil fase pela qual passou o PROALCOOL. No final da década de 80, em função de uma combinação de fatores, dentre os quais a redução dos preços do petróleo no mercado internacional e a estagnação da produção de álcool, ocorreu uma crise no abastecimento do produto. A oferta não acompanhou o crescimento da demanda, pois a maior parte dos veículos fabricados utilizava este combustível, gerando a falta de álcool nos postos de combustíveis. Assim, as vendas de veículos que utilizavam este energético ficaram bastante reduzidas, realçando um sentimento de desconfiança por parte dos consumidores.

O período também marca a criação do Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural – CONPET, por meio de Decreto Presidencial em 18 de julho de 1991. O objetivo principal do programa desde então é incentivar a utilização eficiente desses energéticos. Destaca-se como um programa do Ministério de Minas e Energia, sendo coordenado por um grupo composto por representantes de órgãos do Governo Federal e por representantes da iniciativa privada. O apoio técnico, administrativo e financeiro ao programa é provido pela PETROBRÁS.

Por outro lado, essa conjugação de forte crescimento com apreciação cambial provocou o imediato crescimento das importações e dos déficits da balança comercial e de transações correntes. Além disso, o desempenho fiscal nos primeiros anos do Real ficou aquém do esperado, tendo em vista a tramitação, mais lenta que o previsto, das reformas administrativa e previdenciária, o déficit estrutural e crescente da Previdência e o impacto negativo do fim da inflação sobre as contas públicas, notadamente nos governos de Estados e Municípios.

A ocorrência de crises externas, em particular dos países emergentes da Ásia, em 1997, e os impactos nos mercados de ativos internacionais decorrentes da crise russa fizeram retornar a discussão quanto à necessidade de mudança do regime cambial brasileiro. Na crise asiática, o Brasil perdeu competitividade em relação aos demais países emergentes, em face da desvalorização de suas moedas.

A resposta do governo brasileiro, duplicando as taxas de juros em outubro de 1997 e implementando medidas de ajuste nas contas públicas, evitou o descontrole no fluxo de capitais para a economia nacional. Já no primeiro trimestre de 1998 o nível das reservas internacionais havia se recuperado para o patamar pré-

crise. Por outro lado, o reconhecimento de passivos antigos (os chamados “esqueletos”) e as altas taxas de juros aumentavam consideravelmente os níveis da dívida pública como proporção do PIB.

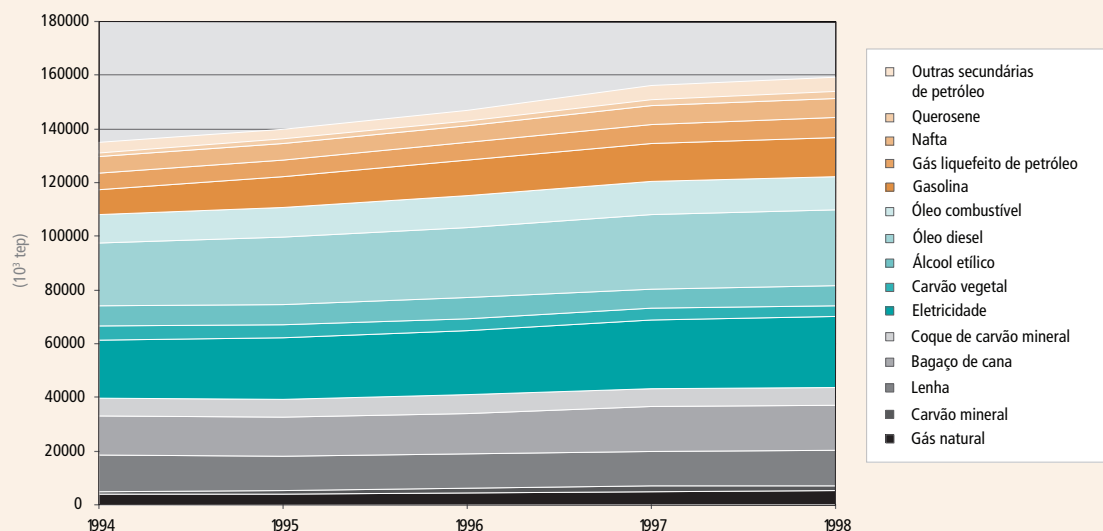
A partir de agosto de 1998, porém, o impacto no balanço de pagamentos da crise financeira internacional, que se seguiu à moratória russa, foi mais significativo. O fluxo cambial extremamente negativo provocou uma queda de US\$ 30 bilhões nas reservas internacionais em menos de seis meses. O país buscou uma resposta forte, baseada, uma vez mais, na elevação das taxas de juros, combinada com um programa fiscal ainda mais rigoroso. Deve-se destacar que houve o apoio do Fundo Monetário Internacional – FMI, por meio de um empréstimo de US\$ 42,5 bilhões, formalizado em dezembro de 1998.

Essas medidas, entretanto, não foram suficientes para manter o regime cambial vigente. As incertezas sobre a capacidade de implementação do ajuste fiscal no prazo requerido (a relação dívida/PIB atingia níveis preocupantes, ainda mais pela forte aceleração no período 1997-1998), agravadas por dificuldades enfrentadas para aprovação de algumas medidas no Congresso Nacional, mantiveram o fluxo cambial fortemente negativo. Sem conseguir manter o teto de uma nova banda cambial, o Banco Central introduziu o regime de taxa de câmbio flutuante no início de 1999.

Box 5 – Energia no Brasil entre 1994 e 1998

Entre 1994 e 1998 o consumo final no país passou de 142.688 mil tep para 168.436 mil tep, crescimento de 18,0% no período ou uma média anual de 4,2%. Conforme pode ser observado na Figura 2.4, ocorreram poucas variações nas participações dos principais energéticos, destacando-se o crescimento observado para alguns derivados de petróleo, como, por exemplo, a gasolina. Para esse energético o consumo passou de 9.286 mil tEP para 15.834 mil tEP, com a participação saltando de 6,5% para 8,8%. O aumento do uso da gasolina ocorreu em paralelo à estagnação do PROALCOOL, sendo esta função dos problemas apresentados anteriormente. Enquanto o consumo de álcool apresentou queda, o de gasolina cresceu quase 60%.

Evolução dos consumos finais dos principais energéticos
Brasil, 1994-1998



Fonte: MME, 2005.

Outro fato marcante refere-se ao início do processo de abertura do setor de energia a investimentos privados. No caso do setor elétrico, ocorreu a privatização de algumas empresas estatais de distribuição e geração. Além disso, através da Lei no 9.427 de 26/12/96 e do Decreto no 2335 de 06/10/97, foi criada a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, regulador federal do setor elétrico, e foi estruturado o regime das concessões de serviços públicos de energia elétrica. No setor de petróleo e derivados o processo de desregulamentação e flexibilização foi iniciado pela Emenda Constitucional no 9 de 09/11/95 e pela Lei no 9478 de 06/08/97 que flexibilizou o monopólio da União e criou a Agência Nacional do Petróleo (ANP). As principais incumbências previstas para a ANP quando da sua criação eram referentes à regulação do setor e à administração do monopólio da União sobre a pesquisa e a lavra do petróleo e do gás natural em território brasileiro.

De 1999 a 2005

A condução da política econômica implementada a partir da introdução do câmbio flutuante no início de 1999 evitou, nos meses subseqüentes, o descontrole da inflação. O aumento da taxa de juros básica (Selic) e a introdução de medidas de incentivo ao re-equilíbrio do balanço de pagamentos interromperam a saída de capitais e restabeleceram um clima de menor incerteza na economia brasileira.

Durante os primeiros meses após a mudança do regime cambial, o impacto da significativa desvalorização cambial sobre a inflação era fonte de elevada preocupação. Poucos meses depois, contudo, constatou-se que o impacto da desvalorização sobre o crescimento dos preços domésticos ficara muito aquém das estimativas iniciais. Da mesma forma, as previsões iniciais de queda de mais de 4% no PIB não se materializaram. De fato, ainda que baixo, o PIB registrou crescimento real de 0,8% em 1999. Entre os fatores que explicam essa reação positiva da economia brasileira destacam-se, entre outros: a desindexação da economia; a posição extremamente saudável do setor privado, notadamente do setor financeiro, que estava relativamente bem protegido contra mudanças no câmbio; a capacidade ociosa existente na economia; a conclusão da implantação das novas medidas fiscais, incorporadas no Programa de Estabilidade Fiscal,¹⁴ e o apoio externo, expresso pelo acordo com o FMI.

A introdução do regime de câmbio flutuante eliminou a restrição externa que ainda existia no balanço de pagamentos, reduzindo a necessidade de intervenções do Banco Central no mercado de câmbio e, em consequência, a perda de divisas cambiais. Mesmo assim, a reação da balança comercial foi relativamente lenta, por causa do choque negativo dos preços das principais *commodities* comercializadas pelo país e da desaceleração do crescimento econômico de alguns dos seus principais parceiros comerciais, entre eles a Argentina. Este quadro, aliado ao aumento do preço do barril do petróleo no mercado internacional, provocou a deterioração dos termos de troca entre 1998 e 2002.

Novas diretrizes para a condução da política econômica foram estabelecidas após a desvalorização, sendo a mais relevante o estabelecimento do regime de metas de inflação, a partir de junho de 1999. A política monetária passou a ser instrumento para se obter as metas estabelecidas e, na medida em que os níveis esperados de inflação diminuíram, o Banco Central foi reduzindo gradativamente as taxas de juros em relação ao início do período. Também é importante destacar a mudança de postura fiscal em relação ao período anterior, com importantes medidas tomadas, como a aprovação e implementação da Lei de Responsabilidade Fiscal – LRF e o enquadramento da meta do superávit primário consolidado do setor público na Lei das Diretrizes Orçamentárias – LDO.

Em 2000, a economia retomou um processo mais acelerado de crescimento, mas de curta duração: o racionamento de energia elétrica no país e o aumento da aversão ao risco na economia internacional (fruto do estouro da bolha das empresas “pontocom” na bolsa norte-americana e do ataque às torres gêmeas em Nova Iorque) em 2001, aliadas às expectativas de mudança na condução da política econômica com a eventual vitória da oposição em 2002, não permitiram um crescimento sustentado da economia nesse período.

Com a mudança de governo em 2002, era necessário restabelecer a confiança dos agentes econômicos, de forma a criar condições para reverter a desconfiança dos agentes econômicos. Assim, o governo eleito tomou

14 O programa de estabilidade fiscal antecedeu o acordo com o Fundo e estava baseado em redução de gastos correntes e do déficit previdenciário (com a adoção da cobrança previdenciária dos inativos com alíquota de 11% e a colocação da contribuição adicional dos servidores ativos e inativos); aumento das receitas, principalmente através das contribuições (por exemplo, o aumento da alíquota da Contribuição Provisória sobre Movimentação Financeira – CPMF, incorporação dos depósitos judiciais e alterações na cobrança da Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social – COFINS); e a prorrogação do Fundo de Estabilização Fiscal.

medidas que sinalizaram para a estabilidade macroeconômica: manutenção dos regimes de câmbio flutuante e de metas de inflação e reafirmação do compromisso com a austeridade monetária e fiscal. Com efeito, a meta de superávit primário consolidado foi elevada para 4,25% do PIB e, na prática, superada nos dois anos seguintes (4,59% em 2004 e 4,84% em 2005). Além disso, o Banco Central elevou a taxa básica de juros em janeiro e fevereiro de 2003, fixando-a em 26,5% ao ano. Somente a partir de maio, iniciou-se um processo de lenta redução.

Como resultado, ainda em 2003 houve recuo da inflação,¹⁵ da taxa de câmbio¹⁶ e dos indicadores do risco-país, também favorecidos por um cenário internacional favorável. Nos últimos anos reduziu-se, significativamente, a dependência do capital de curto prazo: o déficit em transações correntes, que alcançara US\$ 33,4 bilhões em 1998, foi reduzido para US\$ 7,6 bilhões em 2002, passando a registrar superávits em 2003. Esse movimento esteve associado ao crescimento expressivo do superávit comercial, sobretudo a partir de 2003, refletindo os níveis elevados de preços das *commodities* e do crescimento do comércio e da economia mundial. Nesse panorama, o Banco Central seguiu flexibilizando a política monetária, criando condições para crescimento da economia no ano seguinte.

Em 2004, a alta generalizada nos preços das *commodities* agrícolas e industriais no cenário internacional e o aquecimento da demanda começaram a criar uma pressão considerável na inflação doméstica. Nesse sentido, a atuação do governo orientou-se para promover uma sintonia fina na política econômica tal que permitisse, mediante a redução do ritmo de expansão da demanda, desarmar as pressões que ameaçavam a trajetória da inflação no ano seguinte. Sem maior austeridade na política monetária, iniciada em setembro de 2004, haveria o risco de a taxa de inflação em 2005 ultrapassar o próprio teto de tolerância definido pelo Conselho Monetário Nacional – CMN, em 7% para esse ano.

Mesmo assim, a maior austeridade na condução da política monetária só teve efeito mais significativo em 2005: em contraposição a 2004, quando o país cresceu 4,9% (a maior taxa desde 1994), 2005 apresentou um crescimento de 2,3%. Por outro lado, a pressão inflacionária de 2004 se dissipou ao longo de 2005, principalmente nos índices gerais de preço, afetados pela valorização da taxa de câmbio.

Ainda assim, o consumo privado cresceu em média 6,1% ao ano do 2º ao 4º trimestres de 2004, refletindo a expansão do crédito pessoal e a melhoria do mercado de trabalho. A política fiscal também parece ter contribuído para estimular a demanda, seja pelo aumento dos gastos do governo, seja pelo efeito redistributivo do aumento desses gastos (por meio do incremento das transferências para famílias de mais baixa renda, que normalmente possuem maior propensão a consumir). De fato, os pagamentos sob a forma de benefícios previdenciários aumentaram 10% em termos reais em 2004 e os aportes do Ministério do Desenvolvimento Social, em programas de transferência de renda às famílias mais pobres, também subiram significativamente.

15 De uma inflação mensal de mais de 3% em janeiro, chegou-se a uma deflação de 0,15% em junho, mantendo-se em um patamar médio de 0,4% ao mês até dezembro.

16 Em dezembro observou-se uma cotação média do dólar inferior a R\$ 3,00.

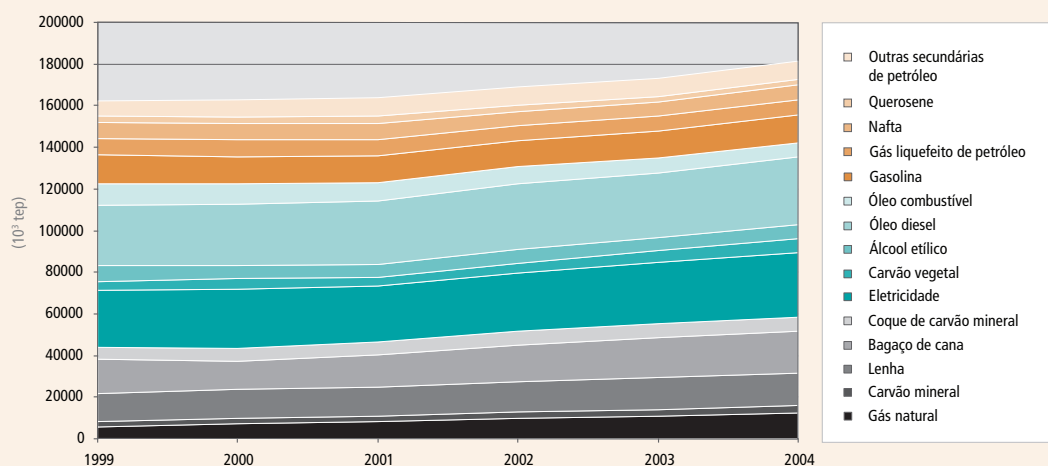
Por fim, o sistema previdenciário tem se caracterizado como um dos maiores problemas a serem enfrentados na área de contas públicas do país, tanto no âmbito da União como no dos Estados e Municípios. Um déficit crônico e estrutural tem se avolumado, tanto no regime do Instituto Nacional de Seguridade Social – INSS como, até em maior magnitude, no regime da previdência pública. Vale lembrar que a aprovação do fator previdenciário, em 1999, foi uma medida com o objetivo de controlar a tendência de crescimento explosivo do déficit no âmbito do INSS. Porém, medidas estruturais são ainda necessárias para reverter o quadro de deterioração das contas previdenciárias, antes de um envelhecimento maior da população.

Box 6 – Energia no Brasil após 1999

O Balanço Energético Nacional 2005 – BEN 2005 apresenta dados relativos ao consumo de energia até o ano base, 2004. Entre 1999 e 2004 o principal destaque foi o crescimento significativo do consumo de gás natural. Esse passou de 5.803 mil tep em 1999 para 12.185 mil tep em 2004, tendo sua participação no consumo final aumentado de 3,3% para 6,4%. Uma das principais causas para tal ocorrência foi o início da operação do gasoduto Brasil-Bolívia (Gasbol), em 1999. Deve-se destacar que a expansão do uso do energético ocorreu em todos os principais setores da economia, destacando-se o crescimento da geração termoeletrônica baseada no insumo e o aumento do consumo de gás natural veicular – GNV, este último fruto dos incentivos por parte de alguns governo estaduais à conversão dos motores.

A figura mostra a evolução dos consumos finais dos principais energéticos entre 1999 e 2004. Conforme pode ser observado, além do gás natural houve um aumento acentuado do consumo de bagaço de cana. Este passou de 18.887 mil tep para 20.273 mil tep, em função, principalmente, da expansão da cogeração no setor Sucroalcooleiro. As evoluções dos consumos das demais fontes são mostradas na Figura 2.5.

Evolução dos Consumos Finais dos Principais Energéticos
Brasil, 1999-2004



Fonte: MME, 2005.

Um acontecimento importante registrado no período refere-se ao início do fornecimento de energia por parte da usina de Angra II, em 2000. As obras da usina foram iniciadas em 1976, mas, em função de interrupções, o ritmo da construção foi regularizado apenas em 1994. A montagem eletromecânica foi iniciada em 1996 e em 2000 foi realizado o carregamento de combustível em seu núcleo, passando a gerar energia nesse mesmo ano.

Outro destaque refere-se ao racionamento de energia elétrica em 2001. O baixo investimento na expansão da oferta, questões ligadas ao incompleto estabelecimento dos marcos regulatórios e a estiagem verificada foram as principais causas do problema. Além da imposição de metas de redução do consumo para os consumidores, foram elaborados três planos de ação: o Programa Prioritário de Termelétricidade, o Programa de Energia Emergencial e o Plano de Revitalização do Modelo do Setor Elétrico. Neste contexto, o consumo de energia elétrica caiu de 28.509 mil tep em 2000 para 26.626 mil tep em 2002.

O período marca também uma nova fase do PROALCOOL, após as dificuldades pelas quais o programa passou. A partir de 2003, com o início das vendas dos carros flex-fuel, operando tanto com álcool quanto com gasolina, o consumo de álcool etílico ganhou um novo fôlego, revertendo a tendência de queda no consumo do combustível. Em 2005 a maior parte dos veículos leves novos vendidos foram bicombustíveis, o que mostra a tendência de crescimento do consumo de álcool nos períodos em que os preços forem favoráveis.

Igualmente na linha dos combustíveis renováveis, confirmando a vantagem competitiva que o país possui nesta área, em 2005 foi lançado o Programa Nacional de Biodiesel. Por meio da lei nº 11097/2005, conhecida como Lei do Biodiesel, foi instituída a obrigatoriedade da adição do biodiesel ao diesel vendido no país. Após um período inicial, o percentual mínimo obrigatório de adição deverá ser de 2%, passando a ser de 5% após alguns anos.

3. Cenários mundiais

■ 3.1. Introdução

A seguir são apresentadas as incertezas críticas que foram identificadas durante o processo de construção dos cenários e, em seguida, são apresentadas as matrizes morfológicas elaboradas. Conforme explicado no item sobre a metodologia utilizada para a construção de cenários, as incertezas críticas são aquelas identificadas cuja dinâmica de evolução caracteriza fundamentalmente o horizonte futuro, durante o exercício de prospecção, enquanto as matrizes morfológicas representam as combinações destas incertezas e de suas hipóteses para a formação dos cenários prospectivos. Vale lembrar também que a análise das motivações e das respectivas estratégias dos *stakeholders* principais (Corporações; Sociedade; Estado) é processo determinante para a consistência das filosofias dos cenários.

Os cenários são descritos de forma retrospectiva, isto é, considerando como referência o ano de 2030 e apresentando o processo de evolução das principais incertezas em cada cenário.

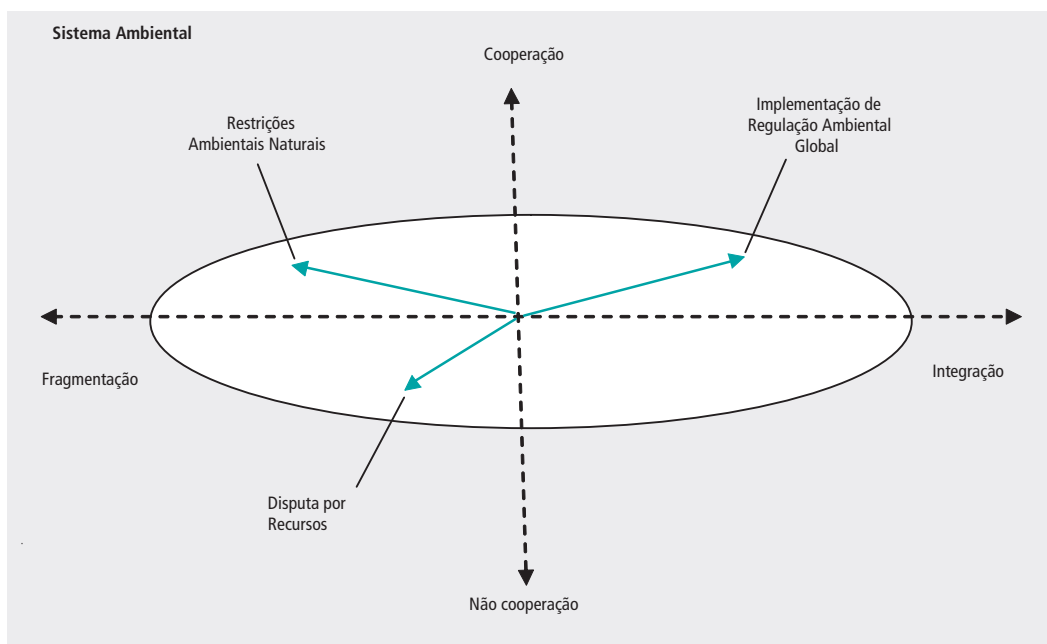
■ 3.2. Incertezas críticas consideradas nos cenários mundiais

Incertezas relativas ao sistema ambiental

As incertezas consideradas ao nível do Sistema Ambiental referem-se ao grau em que as disputas por recursos naturais ocorrerão, a intensidade com que uma possível regulação ambiental global poderia ocorrer e, por fim, a magnitude e a frequência das restrições ambientais naturais, conforme mostrado na Figura 3.1.

Conforme destacado nessa figura, o maior ou menor grau de cooperação entre as estratégias das Corporações e da Sociedade, e as estratégias dos Estados frente ao processo de globalização mais integrado ou mais fragmentado são fatores críticos que interferem na direção e no sentido em que estas incertezas irão evoluir. Por exemplo, caso as motivações dos stakeholders direcionem suas estratégias para um ambiente mais cooperativo e integrado as restrições ambientais naturais poderiam ser amenizadas neste horizonte, em virtude de maior sucesso na implementação de regulação ambiental global e conseqüente redução do grau de disputa de recursos.

Figura 3.1 – Cenários Mundiais: Incertezas relativas ao sistema ambiental
Grau de disputa por recursos



A disputa pelos recursos naturais, incluindo as fontes energéticas, é um problema que tenderá a se agravar nos próximos anos. A **frequência, magnitude e a difusão** em que as disputas ocorrerão, no entanto, é uma incerteza que poderá influenciar profundamente o estado final dos cenários. Assim, a incerteza não é relacionada à existência ou não de disputas por recursos, e sim quanto ao grau com que essas possam ocorrer.

Recursos como o petróleo, o gás natural e mesmo a água não apresentam uma distribuição uniforme ao redor do globo terrestre. Atualmente, em alguns países, a demanda por esses recursos não é proporcional às reservas existentes nesses mesmos países. Assim, no caso específico dos principais hidrocarbonetos, a análise

se histórica de alguns indicadores como a concentração espacial das reservas, a evolução da relação entre as reservas e a produção e o consumo médio por região, já sinaliza para uma maior competição por esses recursos ao longo dos anos.

Tabela 3.1 – Grau de disputa por recursos
Indicadores selecionados: concentração espacial das reservas de petróleo

Percentual em relação concentração mundial							
Ano	Africa	Arábia Saudita	Brasil	China	Estados Unidos	Índia	Irã
1980	8,0	25,2	0,2	2,0	5,5	0,4	8,7
1985	7,4	22,3	0,6	2,2	4,5	0,5	7,7
1990	5,9	26,0	0,6	1,6	3,0	0,6	9,3
1995	7,0	25,5	0,8	1,6	3,0	0,5	9,1
2000	8,4	23,5	0,8	1,6	2,7	0,5	8,9
2004	1,3	23,5	1,0	1,5	2,6	0,5	11,9

Fonte: BP, 2006.

Tabela 3.2 – Grau de disputa por recursos
Indicadores selecionados: concentração espacial das reservas de gás natural

Percentual em relação Concentração Mundial							
Ano	Africa	Arábia Saudita	Brasil	China	Estados Unidos	Índia	Irã
1980	7,1	3,8	0,1	0,8	6,6	0,4	16,8
1985	6,2	3,7	0,1	0,9	5,4	0,5	14,1
1990	6,5	4,0	0,1	0,8	3,6	0,5	13,0
1995	6,9	3,9	0,1	1,2	3,2	0,5	13,5
2000	7,8	3,9	0,1	0,9	3,1	0,5	16,5
2004	7,8	3,8	0,2	1,2	2,9	0,5	15,3

Fonte: BP, 2006.

Implementação de regulação ambiental global

A concretização efetiva de uma regulação em âmbito global, buscando a redução das ações antropogênicas que geram impactos nos ecossistemas, não é uma realidade impossível. Vale recordar, por exemplo, que no caso da redução da camada de ozônio foram aprovados acordos internacionais que reduziram de forma significativa a geração dos principais gases causadores do problema. Mesmo no caso do efeito estufa, apesar das negativas por parte de alguns dos principais responsáveis pelas emissões de gases causadores do efeito, vários países já ratificaram o Protocolo de Kyoto.

A profundidade e a abrangência da implementação de uma regulação ambiental global, no entanto, poderá impactar de diferentes formas as trajetórias possíveis para o sistema energético mundial. A forma com que será realizado o atendimento do aumento da demanda por energia, e mesmo a intensidade deste aumento, é função direta das pressões ambientais que poderão surgir a partir de uma possível convergência regulatória.

Box 7 – MDL e os instrumentos de regulação ambiental

Até o início da década de 1970, a variável ambiental era negligenciada no desenvolvimento de políticas econômicas. Isso corroborava com a idéia de que o crescimento econômico necessariamente degradava o meio ambiente. Com a Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente em Estocolmo em 1972, o conceito de sustentabilidade passou a fazer parte das preocupações dos cientistas, mostrando que a geração atual pode satisfazer as suas necessidades sem prejudicar a capacidade das gerações futuras de também satisfazê-las.

Dessa maneira vêm sendo desenvolvidas algumas técnicas para internalizar os custos ambientais que os agentes privados incorrem nas suas atividades econômicas. Uma alternativa é a adoção de instrumentos econômicos na gestão ambiental que atuem como incentivos na forma de prêmios ou de preços. Os incentivos na forma de preços são mecanismos de mercado que permitem que os preços dos bens e serviços ambientais sejam estabelecidos atribuindo-se um valor social para tais bens e serviços. O princípio o “poluidor/pagador” se encaixa nesse mecanismo. Esses incentivos podem atuar diretamente sobre os preços, se forem aplicados por meio de taxas ou tarifas; e podem ser indiretos, se forem aplicados sob a forma de certificados ou direitos de propriedade.

O MDL (Mecanismo de Desenvolvimento Limpo) é um exemplo de incentivo na forma de preços aplicado por meio de certificados negociáveis de emissão de poluentes. Tal mecanismo foi criado no âmbito da Convenção-Quadro das Mudanças Climáticas Globais, que tinha o objetivo de estabilizar a concentração de GEE (Gases de Efeito Estufa) na atmosfera em níveis que não representassem perigo para a vida humana, com base nos princípios de precaução e de responsabilidades comuns (diferenciadas). A convenção foi ratificada na Conferência das Nações Unidas Sobre Ambiente e Desenvolvimento no Rio de Janeiro (ECO-92). Em 1997, foi assinado o Protocolo de Kyoto (acordo internacional sobre o meio ambiente que entrou em vigor em fevereiro de 2005) onde foi definido que, no período de 2008 até 2012, a emissão de GEE nos países desenvolvidos (Anexo I) fosse reduzida em média 5,2% em relação aos níveis de 1990. O MDL, dessa maneira, pode ser utilizado por tais países para cumprir o compromisso de redução de emissão através da promoção de desenvolvimento sustentável nos países não Anexo I (em desenvolvimento).

Para os países em desenvolvimento não há compromissos nessa primeira fase (2008-2012), pois a prioridade de países como o Brasil é a melhoria da qualidade de vida da população. Para o segundo período do Protocolo de Kyoto (pós 2012), entretanto, pode haver compromissos de redução para os países não Anexo I.

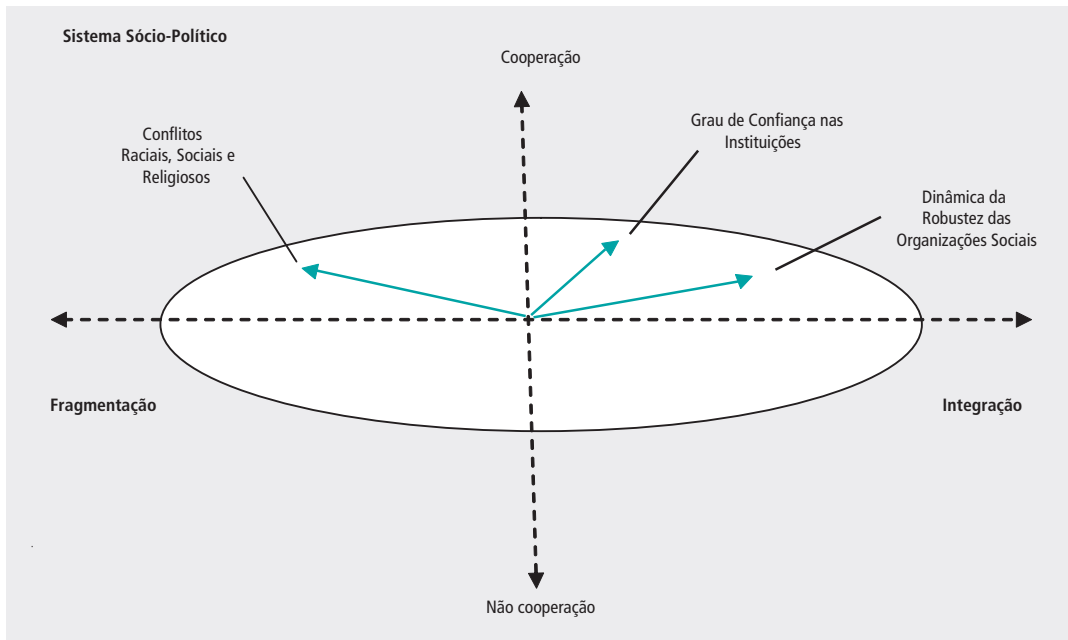
Restrições ambientais naturais

Os desequilíbrios ambientais têm gerado diferentes efeitos: secas, enchentes, aumento da temperatura média da terra, nevascas, furacões, epidemias, etc. Embora não sejam fenômenos novos, não é exagero afirmar que estes têm se mostrado mais intensos e mais frequentes ao longo dos últimos anos. As consequências de um agravamento desses desequilíbrios poderão afetar de diferentes formas o sistema econômico e a sociedade. **A magnitude e a frequência de ocorrência** de restrições ambientais naturais, portanto, no sistema energético, por exemplo, poderão gerar variações excessivas nos regimes hidrológicos dos rios e impactos sobre safras de culturas voltadas para a produção de energia. Sobre a segurança alimentar, epidemias de vírus sobre aves e gado podem causar impacto sobre a oferta de alimentos.

Incertezas relativas ao sistema sócio-político

As incertezas consideradas ao nível do Sistema Sócio-Político referem-se à intensidade dos conflitos étnicos, sociais e religiosos; à dinâmica da robustez das organizações sociais e ao grau de confiança nas instituições, conforme mostrado na Figura 3.2.

Figura 3.2 – Cenários Mundiais: incertezas consideradas ao nível do sistema sócio-político



Conforme destacado na Figura 3.2, o maior ou menor grau de cooperação entre as estratégias das Corporações e da Sociedade, e as estratégias dos Estados frente ao processo de globalização mais integrado ou mais fragmentado são fatores críticos que interferem na direção e no sentido em que estas incertezas irão evoluir. Por exemplo, caso as motivações dos stakeholders direcionem suas estratégias para um ambiente mais cooperativo e integrado poderia haver diminuição nos conflitos étnicos, sociais e religiosos, fortalecimento das instituições e maior legitimidade e participação de organizações sociais.

Conflitos étnicos, sociais e religiosos

A dificuldade na erradicação da pobreza, a existência de conflitos armados, as consequências sociais decorrentes da elevada velocidade da propagação da AIDS nos países africanos, a intensificação dos conflitos de origem religiosa em diversas regiões, o aumento do número de refugiados e a perseguição a emigrantes são apenas alguns dos problemas que são observados atualmente. A intensidade com que esses conflitos ocorrerão nos próximos anos, implicará em diferentes estados futuros do mundo. A evolução do comércio internacional, principalmente a evolução dos fluxos de energia entre países, estará muito ligada ao grau de equacionamento desses conflitos. No caso dos derivados de petróleo e gás natural, por exemplo, é fato que as principais reservas hoje existentes encontram-se em regiões de grande instabilidade. A disponibilidade e, principalmente, os preços desses energéticos nos próximos anos dependerão bastante da evolução desses conflitos.

Tabela 3.3 – Conflitos étnicos, sociais e religiosos

Áreas selecionadas	Pessoas infectadas com HIV - 2003
África Subsariana	25.000.000
Ásia	7.400.000
América Latina	1.600.000
Leste Europeu e Ásia Central	1.300.000
Estados Unidos	950.000
Europa Central	580.000
Caribe	430.000
Mundo	38.000.000

Fonte: http://www.unaids.org/bangkok2004/GAR2004_html/ExecSummary_en/ExecSumm_en01.h

Dinâmica da robustez das organizações sociais

As organizações sociais exercem um papel importante no atual quadro global. Nos últimos anos tem-se observado uma postura mais atuante das organizações não governamentais no tocante às questões sociais e às ambientais, principalmente. A **dinâmica da consolidação das organizações sociais** como agentes influentes nos processos decisórios e executórios, seja dos Estados ou das Corporações, é uma incerteza crítica que depende do desenvolvimento de competências, da ampliação dos recursos disponíveis e da legitimação institucional. Destarte, tanto o fortalecimento quanto o enfraquecimento de tais instituições, são estados futuros plausíveis e que podem alterar o contexto mundial. No caso do setor energético, a implementação de regulação ambiental global, por exemplo, está diretamente relacionada ao desempenho destas organizações.

Tabela 3.4 – Dinâmica da robustez das organizações sociais
Indicador selecionado: quantidade de ONGs associadas a UIA (Union of International Organizations)

Especificação	1978	1985	1991	1995	2000	2004
Organizações não governamentais	9.521	20.634	23.635	36.054	47.098	51.509
Organizações intergovernamentais	289	3.546	4.565	5.668	6.743	7.350
Total	9.810	24.180	28.200	41.722	53.841	58.859

Grau de confiança nas instituições

As instituições formais, quando enfraquecidas, abrem espaço para radicalismos e para ações unilaterais, normalmente contrárias aos interesses coletivos. O fortalecimento da Organização das Nações Unidas - ONU, bastante desgastada após a invasão do Iraque, é condição necessária para a manutenção da ordem mundial. De forma equivalente, a evolução do comércio mundial dependerá muito da própria evolução e da imparcialidade da Organização Mundial do Comércio – OMC. Do mesmo modo, as instituições financeiras internacionais, entre as quais podem ser citadas o Fundo Monetário Internacional – FMI, o Banco Mundial – BID e o Banco Interamericano de Desenvolvimento – BIRD, cumprem um papel importante no desenvolvimento econômico mundial. Da mesma forma, na esfera dos Estados Nação, os princípios da **legitimidade, da participação e da transparência** são fundamentais para a consolidação das instituições como o Judiciário, o Legislativo e o Executivo. Assim, a percepção social (Tabela 3.5) sobre atuação dessas e de outras instituições será um fator importante nos próximos anos.

Incertezas ao nível do sistema econômico

Ao nível do Sistema Econômico, as incertezas consideradas são referentes à difusão da regulação global dos fluxos financeiros e comerciais, ao equacionamento do financiamento do excesso de consumo sobre a poupança e ao grau de disputa dos blocos econômicos, conforme mostrado na Figura 3.3.

Conforme destacado nessa figura, o maior ou menor grau de cooperação entre as estratégias das Corporações e da Sociedade, e as estratégias dos Estados frente ao processo de globalização mais integrado ou mais fragmentado são fatores críticos que interferem na direção e no sentido em que estas incertezas irão evoluir. Por exemplo, caso as motivações dos stakeholders direcionem suas estratégias para um ambiente menos cooperativo e mais fragmentado poderia haver diminuição nos fluxos financeiros e comerciais globais, acirrando o grau de disputa entre blocos econômicos, e prejudicando uma solução gradual do ajuste do desequilíbrio caracterizada pela relação China e EUA.

Tabela 3.5 – Grau de confiança nas instituições
Indicadores selecionados

País	Ranking da Democracia ⁽¹⁾	Direitos Políticos ⁽²⁾	Liberdade Civil ⁽²⁾	Liberdade de Imprensa ⁽³⁾	Corrupção ⁽³⁾
Argentina	64	2	2	41	75
Brasil	51	2	3	40	61
Canadá	9	1	1	17	15
Chile	17	1	1	24	26
China	129	7	6	82	66
Cuba	144	7	7	96	63
Dinamarca	2	1	1	10	5
França	16	1	1	20	29
Alemanha	11	1	1	16	18
Índia	60	2	3	38	72
Irã	135	6	6	80	71
Itália	28	1	1	35	52
Japão	30	1	2	20	31
Suécia	4	1	1	9	8
Suiça	5	1	1	11	9
EUA	15	1	1	17	25
Finlândia	1	1	1	9	3
Zâmbia	120	4	4	65	74

Fonte: www.worldaudit.org/statpage.htm

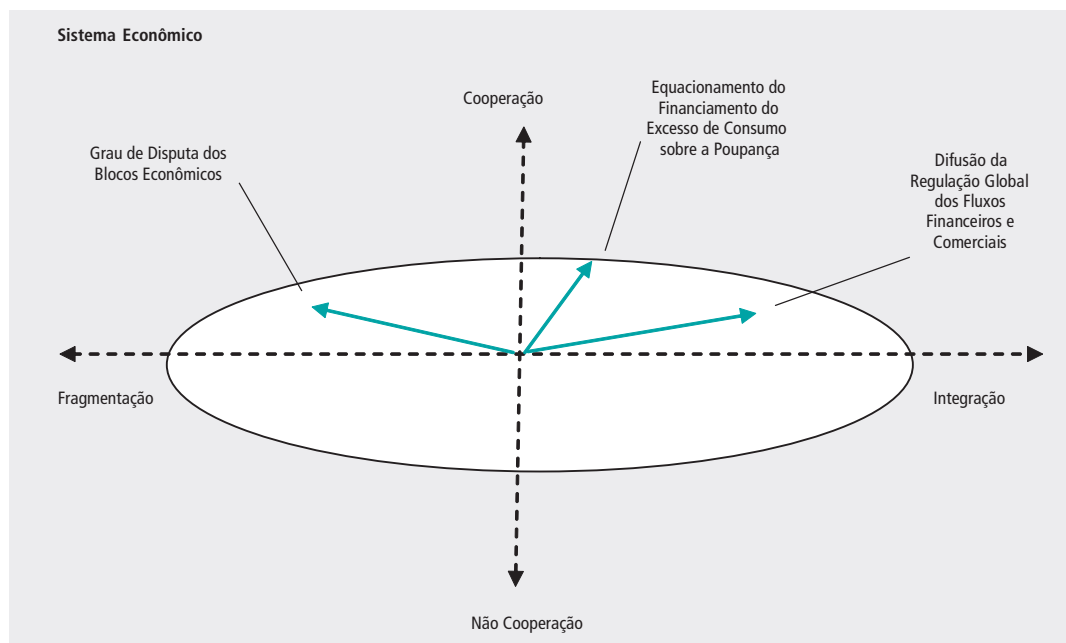
Notas:

(1) – O ranking vai de 1 até 150, conforme a posição relativa do país.

(2) – Os valores da coluna se referem às notas recebidas pelos países, variando entre 1 e 7. Quanto menor a nota, melhor a situação do indicador no país.

(3) – Os valores da coluna se referem às notas recebidas pelos países, variando entre 1 e 100. Quanto menor a nota, melhor a situação do indicador no país.

Figura 3.3 – Cenários Mundiais: incertezas consideradas ao nível do sistema econômico
Difusão da regulação global dos fluxos financeiros e comerciais



A evolução do processo de globalização, se este ocorrerá segundo padrões mais ou menos multilaterais, dependerá fortemente do **desenvolvimento de mecanismos regulatórios mundiais** mais eficientes. A União Européia, por exemplo, vêm aperfeiçoando ao longo dos anos sistemas regulatórios para esses fluxos que são bastante consistentes e que, de certa forma, têm contribuído para o fortalecimento do seu mercado único. Em nível global, a inexistência ou a ineficiência de tais mecanismos, principalmente nos casos dos fluxos financeiros e comerciais, poderá implicar em trajetórias mais instáveis e mais sujeitas a variações cíclicas.

Equacionamento do financiamento do excesso de consumo sobre a poupança

Os países asiáticos vêm concentrando poupança e financiando o consumo dos países do ocidente, em especial dos EUA. O equacionamento do desequilíbrio entre o excesso de consumo, destes países ocidentais, e da geração de poupança dos países asiáticos, pode ser caracterizado pela relação simbiótica entre EUA e China. Há muito ceticismo sobre a sustentabilidade dos atuais déficits fiscal e comercial dos EUA no longo prazo (especialmente pela trajetória recente de crescente deterioração), o que gera uma expectativa da necessidade de seus equacionamentos em algum momento. A Figura 3.4 ilustra a evolução do déficit americano no passado recente, enquanto a Figura 3.5 apresenta uma preocupante trajetória da dívida externa (líquida) americana simulada por Obstfeld e Rogoff (2005).

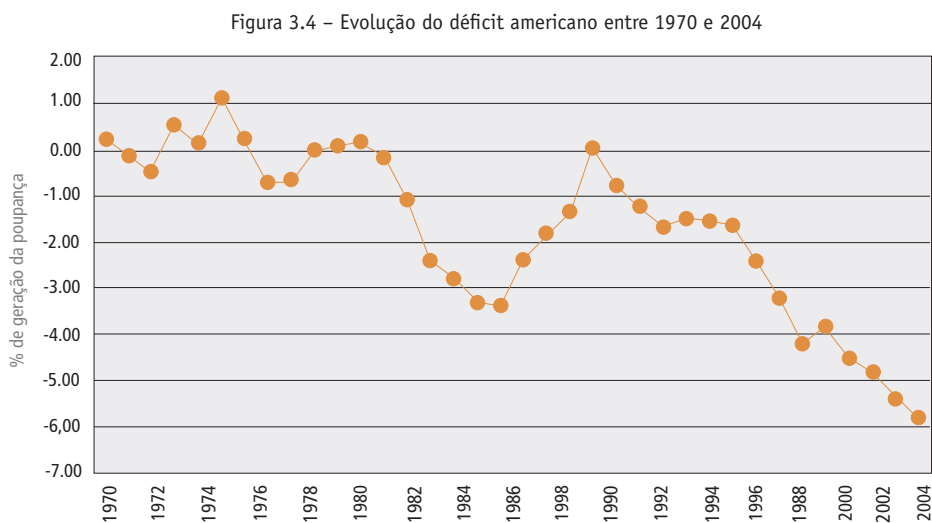
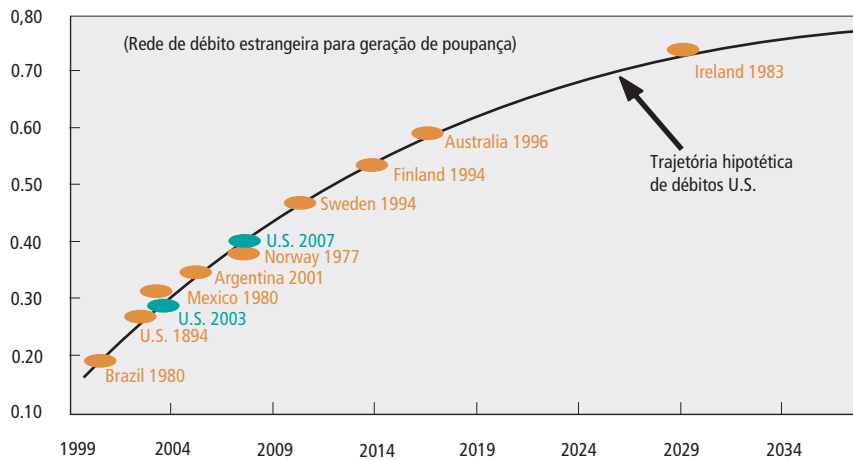


Figura 3.5 – Simulação da trajetória da dívida externa (líquida) americana



Em função de se tratar da maior economia do mundo e do país emissor da moeda mais utilizada no comércio internacional, quaisquer ajustes internos influenciam as demais economias do planeta. Uma questão bastante debatida na atualidade é o papel da economia chinesa neste processo, pelos expressivos saldos na balança comercial e em transações correntes como ilustram as Figuras 3.6 e 3.7.

Figura 3.6 – China - saldo comercial, 1999-2003

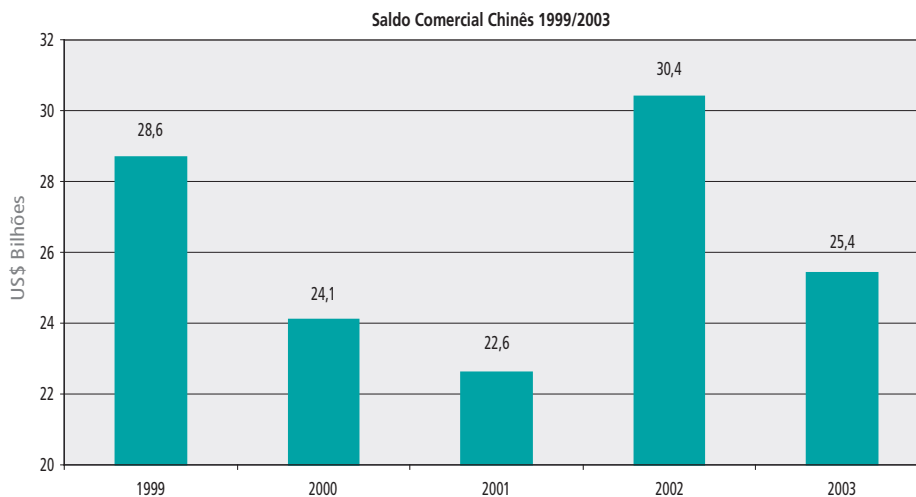
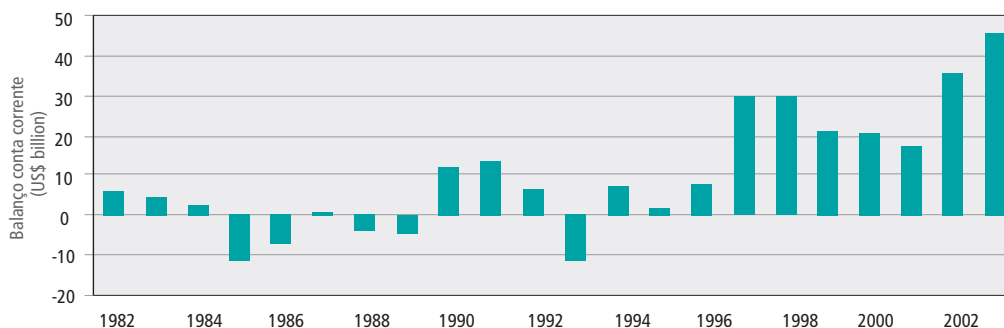
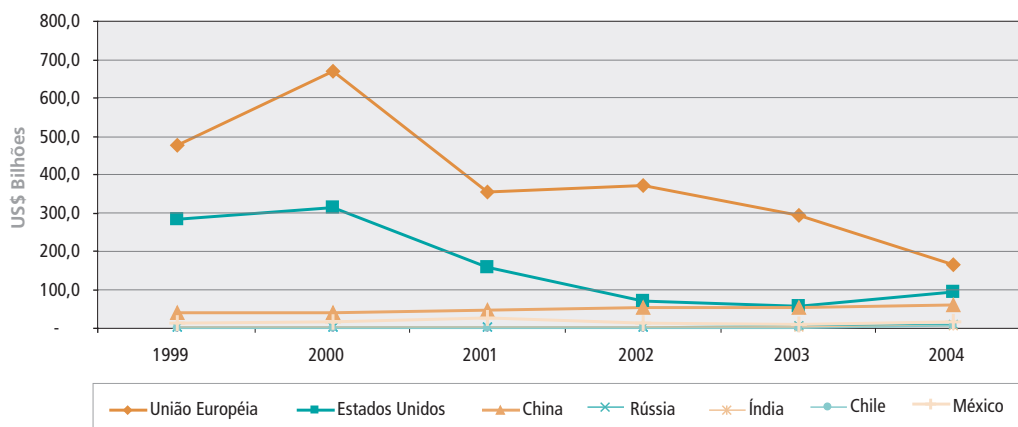


Figura 3.7 – China - Saldo em transações correntes, 1982-2003



Não existem incertezas associadas ao fato de que tais ajustes ocorrerão, mas sim em relação **à forma, à velocidade e aos impactos** decorrentes de tais ajustes. Correções mais graduais certamente trarão consequências menores e menos prolongadas. Se estas forem mais bruscas e menos previsíveis, no entanto, poderão gerar rupturas que levarão alguns anos para serem assimiladas pela economia mundial, podendo implicar na existência de períodos recessivos globais e influenciar, por exemplo, nos fluxos de investimento externo direto, cuja evolução recente é mostrada na Figura 3.8.

Figura 3.8 – Fluxo de investimento externo direto
Ingresso em países selecionados, 1999-2004

Grau de disputa dos blocos econômicos

O padrão de evolução dos **blocos econômicos** poderá seguir linhas **mais ou menos multilaterais**. Assim, tal padrão poderá implicar no desenvolvimento de um bloco econômico mundial ou na consolidação de blocos regionais mais fechados, liderados internamente pelas economias mais fortes. O crescimento econômico e a evolução dos diversos fluxos possíveis, principalmente os dos energéticos, serão bastante influenciados pela configuração final considerada para a economia mundial. A evolução da dimensão espacial do comércio e a magnitude das disputas internas entre os países e entre os blocos, são incertezas que implicam no estabelecimento de diferentes trajetórias possíveis para os cenários mundiais.

Box 8 – Desequilíbrios nos fluxos globais

O déficit em conta corrente americano alcançou em 2005 cerca de 6,4% do PIB. Os fluxos de capitais continuam financiando este déficit, sendo parte, oriunda de repatriação de lucros e dividendos para as matrizes das corporações norte-americanas que atuam no exterior e pela performance de mercado fora dos EUA ter superado a interna, considerando o efeito da depreciação real do dólar. Desde 1996, a conta corrente dos EUA vem se deteriorando, parte devido a melhorias na conta corrente dos países asiáticos emergentes, aos países produtores de petróleo, e a alguns países industrializados que exportam para os EUA. A zona do Euro pouco contribui para o déficit nos EUA.

As causas que justificam estes desequilíbrios foram iniciados antes de 2000, com a apreciação do dólar associada ao aumento de produtividade e o aumento da preferência pelos ativos norte-americanos, possivelmente devido a uma avaliação otimista de expectativas de valorização, além da crise asiática, do baixo crescimento do PIB europeu e japonês na década de 90. Mesmo após o arrefecimento da economia norte-americana no início da década não houve ajuste no déficit em conta corrente devido: (i) as políticas expansionistas fiscal e monetária dos EUA, que mantiveram forte a demanda agregada doméstica, inclusive elevando os preços de ativos imóveis e reduzindo a poupança das famílias, (ii) baixo investimento em países como Alemanha e Japão, com exceção da China, e (iii) aumento elevado da taxa de poupança em países exportadores de petróleo e na China. Estes desequilíbrios não são sustentáveis no longo prazo. Se o déficit em conta corrente dos EUA permanecer nestes níveis acima de 5% haverá um acúmulo ilimitado de obrigações externas. Até o presente, os EUA tem se financiado com relativa facilidade, refletindo o crescimento do processo de globalização dos fluxos financeiros que viabilizam novos agentes privados no mercado, e devido a aquisição de bonds por parte das autoridades monetárias dos países asiáticos. Vários autores (ver WEO, 2005 / 2006) enfatizam que o ajuste desde desequilíbrio deverá ocorrer via desvalorização substancial do dólar. O WEO (2005) apresenta simulações para o ajuste.

No cenário tendencial, nos EUA, há uma redução gradual do consumo privado e elevação da poupança acompanhada de aumento de juros reais – e queda de investimentos até 2010 – e uma depreciação real do dólar de 15% até 2015. Isto resulta em arrefecimento do crescimento do PIB e no déficit em conta corrente para cerca de 3,5% do PIB em 2010, e 3% em 2015, quando a dívida externa americana se estabiliza em um patamar de cerca de 70% do PIB. A principal parte afetada pelo ajuste norte-americano são os países que compõe a Ásia emergente, cujo excedente em conta corrente ao longo do processo de ajuste reduz para cerca de 2% do PIB, acompanhada de um rápido aumento do consumo privado e conseqüente redução do investimento no longo prazo. Isto é acompanhado de uma apreciação cambial de cerca de 15% (ou via mudança de política cambial, ou via efeito inflacionário). O crescimento da produtividade declina no médio prazo na medida em que o nível da produtividade se ajuste ao padrão nos países com economias avançadas. O impacto para o Japão e a Zona do Euro é relativamente limitado. O saldo em conta corrente reduz-se para algo em torno de 0,5% do PIB ao longo dos 10 anos, acompanhado de

uma apreciação cambial real de 5%. O crescimento da produtividade permanece abaixo da tendência histórica no médio prazo, retomando gradualmente juntamente com elevação dos investimentos privados. No resto do mundo, o ajuste em conta corrente é similar ao das economias emergentes asiáticas, no entanto, o câmbio real permanece imutável em virtude de pequena variação nas preferências destas economias por reterem ativos dos EUA.

No cenário de ajuste abrupto, não coordenado, há uma combinação de pressões protecionistas e redução da propensão a reter ativos norte-americanos, em especial por parte de países da Ásia emergente. A consequência destes choques é uma contração mais forte na economia EUA, acompanhada de uma severa desvalorização real do dólar que força o ajuste na balança comercial. Junto com o maior protecionismo há pressões inflacionárias, que requerem políticas monetárias apertadas e um novo ciclo de arrefecimento no crescimento norte-americano. Nas economias da Ásia emergente, há uma apreciação real forte e deterioração na balança comercial e transações correntes, junto com arrefecimento do crescimento do PIB. Na Zona do Euro e Japão, e no resto do mundo, o crescimento reduz-se fortemente, a conta corrente se deteriora e o câmbio real se aprecia, ajudando no controle inflacionário devido ao aumento do protecionismo.

WEO (2005) apresenta sugestões de políticas para mitigar os riscos relacionados ao cenário de ajuste abrupto, destacando os benefícios da implantação coordenada e conjunta das políticas. Dentre as sugestões estão:

1. Maior flexibilização da taxa de câmbio nos países da Ásia emergente. A necessidade de apreciação cambial nesta região é parte do condicionante de ajuste, ocorrendo via inflação ou via correção de política cambial. O ajuste gradual da política cambial, em direção a apreciação, pode ser acompanhada de um movimento de redução de acúmulo de reservas e diversificação de portfólio de ativos nas reservas.

2. Rápida consolidação do ajuste fiscal norte-americano. Neste caso assume-se uma necessidade de reduzir o déficit fiscal via corte de consumo do governo em torno de 3,5% do PIB, acompanhado de elevação da carga tributária, alcançando o orçamento equilibrado até o horizonte de 2010.

3. Reformas estruturais na Zona do Euro e Japão. Reformas ocorrem nestas regiões via aumento da competição, aumento do acúmulo de capital e redução nas distorções na legislação trabalhista e no mercado de bens.

Box 9 – Integração regional – América do Sul

Entre as iniciativas de promoção de integração dos países sul-americanos, podem-se citar:

1. O Tratado da Bacia do Prata: com entrada em vigor em 1970, com a participação de Brasil, Argentina, Bolívia, Paraguai e Uruguai, visando promover integração física dos países da Bacia do Prata;
2. Tratado de Cooperação Amazônica: composto por oito países da Bacia Amazônica, firmado em 1978, visando ao desenvolvimento da região Amazônica;
3. Mercosul: firmado entre Brasil, Argentina, Paraguai e Uruguai, tendo posteriormente Bolívia e Chile como países associados, visando ao estabelecimento de um mercado econômico comum;
4. Pacto andino: firmado entre Bolívia, Colômbia, Equador, Peru e Venezuela, objetivando estabelecer um mercado comum entre estes países.

Considerando os principais países do bloco de integração sul-americana, a soma dos Produtos Internos Brutos atingiu cerca de US\$ 1,1 trilhão em 2004, dos quais quase US\$ 1 trilhão se devem ao Brasil, Argentina, Venezuela, Paraguai, Uruguai, Bolívia e Venezuela.

Em termos de indústria de gás natural, pode-se pontuar os seguintes aspectos, por país:

1. **Bolívia:** contando com apreciável volume de reservas de gás natural, com R/P > 100 anos. A receita da exportação é assaz significativa para o financiamento da economia boliviana. Tem mostrado um quadro declinante de investimentos nos últimos anos, em função de instabilidade institucional que se reflete em indisponibili-

dade de reservas e aumento de custos;

2. **Argentina:** maior mercado sul-americano de gás natural, com queda de investimentos em E&P, gradativa redução da razão R/P, necessidades de investimento em transporte de gás natural, mas num contexto que não remunera os investimentos necessários;
3. **Brasil:** potencialmente o maior mercado para o gás natural na América do Sul, mas com mercado incipiente e malha de transporte por estabelecer. Dificuldades regulatórias estão presentes e criam um ambiente de incerteza quanto ao retorno de investimentos no setor;
4. **Peru:** demanda doméstica reduzida de gás natural e disponibilidade de reservas acentuada em relação à demanda, forçando o país a buscar mercados para viabilizar uma maior produção de gás natural;
5. **Venezuela:** detentora do maior volume de reservas de gás natural do continente sul-americano, cujo governo é um porta voz ativo na integração energética sul-americana, com iniciativas no setor de petróleo e gás natural. No início de 2006 iniciaram-se grupos de trabalho entre Venezuela, Brasil e Argentina para estudos de viabilidade de um gasoduto de exportação, com volumes em torno de 150 milhões de m³/dia, sendo $\frac{3}{4}$ para atender ao mercado brasileiro e $\frac{1}{4}$ para atender ao mercado argentino. Estima-se um orçamento preliminar entre US\$ 17 e 25 de bilhões para este projeto.

No campo de integração elétrica regional, pode-se destacar:

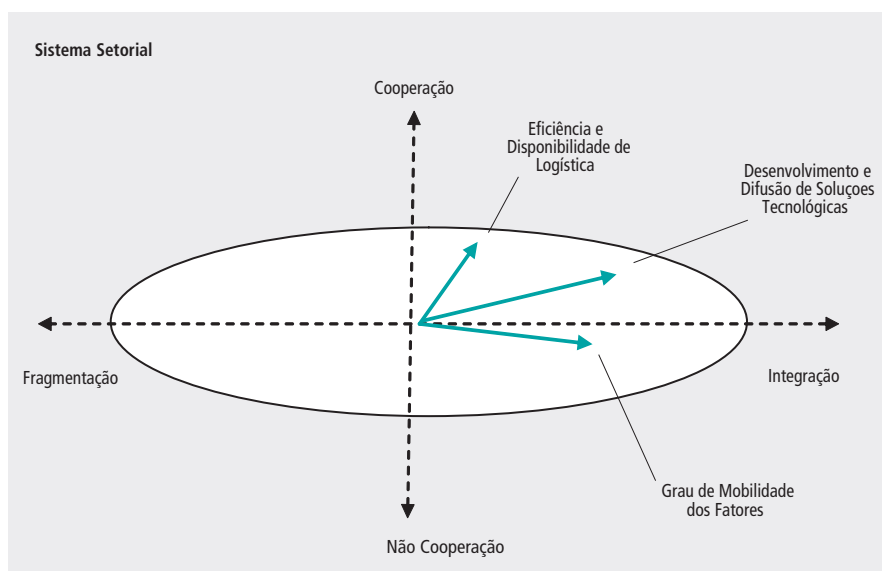
1. A complementaridade do perfil do setor no caso argentino e brasileiro, onde o primeiro tem participação significativa da termelétrica e no caso do segundo, a geração termelétrica tem papel na otimização do sistema hidrotérmico;
2. Os projetos de integração elétrica previstos no âmbito da comunidade andina;
3. A construção de usinas termelétricas na Bolívia para exportação de eletricidade para o Brasil.

Neste contexto, há uma oportunidade de aumentar a integração energética em virtude na complementaridade entre os países da região, em especial Argentina, Brasil, Chile, e Bolívia. Entretanto esta possibilidade está condicionada as convergências de preços entre os mercados, a convergência regulatória, e a sinalização de segurança de cumprimento de contratos de suprimento entre os países.

Incertezas ao nível do sistema setorial

Ao nível do Sistema Setorial, as incertezas consideradas são referentes ao grau de mobilidade dos fatores, à intensidade do desenvolvimento e da difusão de soluções tecnológicas e à eficiência e à disponibilidade de logística, conforme mostrado na Figura 3.9.

Figura 3.9 – Cenários Mundiais. Incertezas consideradas ao nível do sistema setorial



Conforme destacado na Figura 3.9, o maior ou menor grau de cooperação entre as estratégias das Corporações e da Sociedade, e as estratégias dos Estados frente ao processo de globalização mais integrado ou mais fragmentado são fatores críticos que interferem na direção e no sentido em que estas incertezas irão evoluir. Por exemplo, caso as motivações dos stakeholders direcionem suas estratégias para um ambiente mais cooperativo e mais integrado poderia haver maior grau de mobilidade dos fatores de produção (capital, trabalho, insumos), o que favoreceria o aproveitamento de vantagens competitivas entre países e regiões, incentivando o desenvolvimento de canais eficientes de logística e a difusão de inovações tecnológicas.

Grau de mobilidade dos fatores

As denominadas “empresas globais” possuem plataformas de produção e sistemas de distribuição que buscam aproveitar as vantagens competitivas dos diversos países e, principalmente, buscam economias pela ampliação de seus mercados potenciais. As estratégias dessas empresas são limitadas por diversos parâmetros, entre os quais **as legislações locais e o ambiente de abertura comercial**, sendo que estes acabam por influenciar o grau de mobilidade dos fatores de produção disponíveis. A intensidade com que as empresas irão internacionalizar suas produções é um importante indicador da evolução dos fluxos de capital, trabalho e comércio no mundo. As implicações no crescimento da economia mundial e na evolução da Indústria de Energia dependerão fortemente deste parâmetro.

Desenvolvimento e difusão de soluções tecnológicas

A intensidade com que as empresas irão desenvolver e difundir novas tecnologias, considerando também aspectos relacionados à padronização e à uniformização, trará implicações diretas sobre o potencial de aproveitamento dos recursos energéticos existentes. De forma equivalente, a evolução da eficiência energética dos equipamentos de uso final poderá contribuir para a alteração da demanda e, consequentemente, dos horizontes de exaustão dos recursos energéticos não renováveis. O maior desenvolvimento e a disseminação dos carros elétricos híbridos e dos elétricos a bateria, por exemplo, poderão resultar na redução da demanda por combustíveis fósseis ao longo do horizonte em estudo, trazendo também profundas mudanças estruturais no setor de transportes.

Mesmo os avanços tecnológicos não diretamente associados à Indústria de Energia ou aos fabricantes de equipamentos, ao longo do tempo podem contribuir para a disseminação do conhecimento, como é o caso da evolução da Internet. No entanto, **o ritmo de desenvolvimento e de difusão de rotas tecnológicas** depende da evolução do arranjo global, sendo tratado como uma incerteza no horizonte considerado.

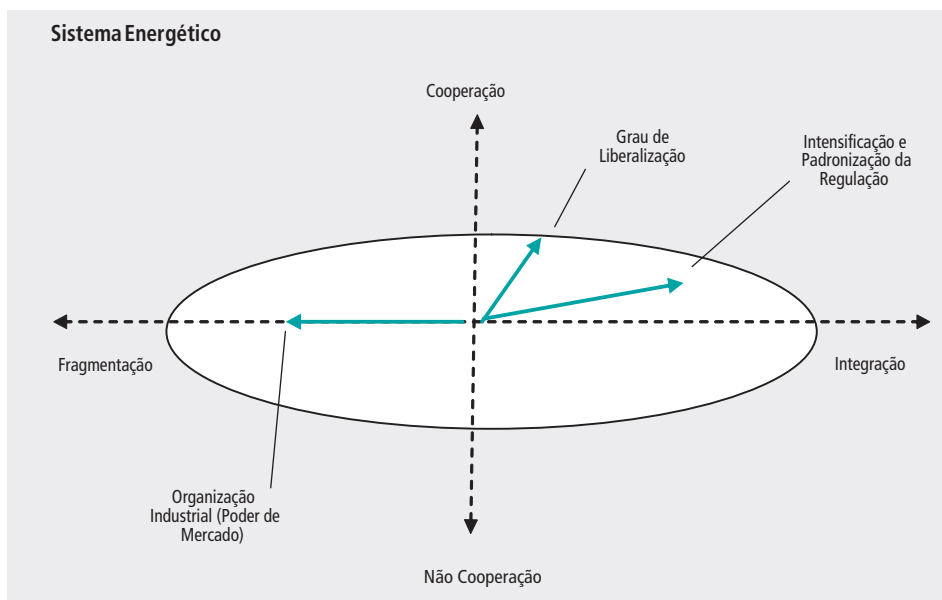
Eficiência e disponibilidade de logística

O **aumento do comércio mundial e dos fluxos de energia entre os países** dependerá fortemente do potencial de expansão dos sistemas logísticos hoje existentes. Em especial no caso dos fluxos energéticos, o aumento da demanda irá implicar na necessidade de maiores investimentos nos sistemas de estocagem e distribuição. Deve-se destacar que as reservas de petróleo e de gás natural existentes nos principais países consumidores, bem como as reservas de carvão na China, tendem a se deplecionar no horizonte considerado. Desta forma, investimentos significativos em oleodutos, gasodutos, portos etc. serão necessários. A evolução da estrutura de logística também será direcionada pela dinâmica dos conflitos e pelo desenvolvimento e difusão tecnológica.

Incertezas ao nível do sistema energético

As incertezas consideradas ao nível do Sistema Energético referem-se ao grau de liberalização, à intensificação e à padronização da regulação e à organização industrial, conforme mostrado na Figura 3.10.

Figura 3.10 – Cenários mundiais. Incertezas consideradas ao nível do sistema energético



Conforme destacado na Figura 3.10, o maior ou menor grau de cooperação entre as estratégias das Corporações e da Sociedade, e as estratégias dos Estados frente ao processo de globalização mais integrado ou mais fragmentado são fatores críticos que interferem na direção e no sentido em que estas incertezas irão evoluir. Por exemplo, caso as motivações dos stakeholders direcionem suas estratégias para um ambiente mais cooperativo entre os Estados e mais integrado entre os mercados, poderia haver maior grau de liberalização e melhoria do processo regulatório, favorecendo a expansão dos setores de infra-estrutura.

Grau de liberalização

A possibilidade dos países receberem investimentos externos para a ampliação de seus sistemas energéticos deverá influenciar na velocidade com que tal expansão poderá ocorrer. Em ambientes de maior crescimento da economia mundial, as taxas de crescimento da demanda por energia tenderão a ser maiores e, consequentemente, a oferta deverá ser ampliada no mesmo ritmo.

Intensificação e padronização da regulação

A consolidação de agências regulatórias é um processo que ocorre em diversos países do mundo, diferenciando-se principalmente quanto ao estágio em que este se encontra em cada país. Em um ambiente mais favorável à integração mundial, existe a possibilidade de se buscar uma maior convergência regulatória global no setor energético. Esta ocorreria no bojo de uma maior integração dos sistemas energéticos mundiais. As implicações de tal convergência devem ser consideradas em algumas trajetórias analisadas, pois podem influenciar na configuração final do setor.

Box 10 – Condicionantes do preço de petróleo

1. Qualidade do óleo: pela natureza da formação do petróleo, onde incertezas de ordem geológica e físico-químicas estão presentes, a composição dos óleos nunca é idêntica. Neste sentido, surgem variações de propriedades como viscosidade, densidade, acidez e tipos de hidrocarbonetos em cada jazida que acabam por influir na sua comercialidade, posto que impacta a produção de derivados de maior valor agregado ou exige a utilização de instalações de pré-tratamento mais elaboradas;
2. Proximidade ao mercado natural: relacionado ao custo do frete envolvido na disponibilização do produto ao mercado consumidor;
3. Balanço oferta-demanda: relacionado à convergência entre quantidade ofertada ao mercado e demanda deste para produção de derivados. Essencialmente, inclui o fundamento básico da curva de oferta-demanda de um produto qualquer, ou seja, preços variando na direção inversa à quantidade produzida;
4. Tendências da atividade exploratória: relaciona-se, fundamentalmente, ao grau de esforço exploratório envolvido para extração de petróleo e gás, uma vez que as jazidas a serem descobertas mostram contínua tendência à localização em lâminas d'água de maior profundidade. Adicionalmente, a utilização de mecanismos secundários e terciários de maneira a elevar o grau de recuperação de hidrocarbonetos também é um fator de elevação do custo de exploração e produção de petróleo e gás natural;
5. Demais custos ligados a projetos de E&P: envolvendo custos de mão-de-obra e aqueles relacionados ao modelo de contratos envolvidos na exploração de cada país. Este modelo tem impacto sobre a alocação da renda petrolífera entre produtores e países detentores das jazidas, impactando o custo de produção do petróleo e mesmo sua atratividade econômico-financeira;
6. Geopolítica: relacionando-se ao grau de estabilidade política das regiões produtoras, cujo impacto se dá tanto na disponibilidade do produto quanto no custo de produção. Assim, regiões com presença de conflitos étnicos e/ou militares tendem a limitar investimentos em infra-estrutura. Adicionalmente, instabilidade política com reflexo no marco regulatório – gerando incertezas sobre o percentual de “royalties”, por exemplo – também impactam sobremaneira o custo de produção de uma jazida petrolífera;
7. Grau de complexidade de refinarias: envolvendo a capacidade de processamento de cargas de óleo mais pesadas – uma tendência em nível mundial –, a evolução do parque de refino é uma variável chave para estabelecer a evolução do preço do petróleo, uma vez que atua como elemento de flexibilização do mercado quanto à qualidade do óleo produzido. A principal influência é sobre o desconto do óleo pesado em relação ao óleo leve;
8. Demanda do mercado por derivados: incluindo combinação dos condicionantes anteriores, relaciona-se ao fato de um mercado com dado perfil demandar determinados tipos de derivados médios e leves, cuja extensão de demanda impacta a curva de demanda por determinados tipos de óleo, contribuindo para a elevação do preço do petróleo.

Organização industrial (poder de mercado)

Tem sido observado nos últimos anos que algumas empresas que atuavam em segmentos específicos da indústria de energia passaram a ampliar o seu escopo de atuação e a sua área de abrangência. Assim, por exemplo, algumas empresas que atuavam apenas no segmento de petróleo e derivados têm se voltado também para o segmento de gás natural e, em alguns casos, para o de energia elétrica. Algumas das principais empresas do setor de petróleo também vêm adquirindo empresas menores do mesmo segmento e, conseqüentemente, ampliando suas reservas deste energético. A evolução da organização industrial no setor energético será determinante, juntamente com a regulação, para coibir a prática de poder de mercado no horizonte de análise.

Box 11 – Matriz energética mundial - Oferta

De acordo com os dados do anuário estatístico da British Petroleum, a maior parcela das reservas provadas mundiais de petróleo se situam no Oriente Médio, com cerca de 62% em 2004. Por outro lado, a maior parcela do consumo de petróleo se concentra na América do Norte, Europa e Ásia Pacífico. Dentro de cada região, por sua vez, se destacam, respectivamente, Estados Unidos, Rússia e China, como maiores consumidores individuais de energia.

Quanto às reservas de gás natural no mundo, também mostram um padrão de concentração elevado, com as reservas situadas no Oriente Médio e também na Europa, sendo a Rússia a maior responsável por essas reservas, seguida do Irã e do Catar. No que tange à longevidade destas reservas, para petróleo e gás natural, as razões R/P foram estimadas em 40,5 e 66,7 anos, respectivamente.

Distribuição das reservas provadas de petróleo e gás natural no mundo.

Região	Reservas provadas petróleo		Reservas provadas gás natural	
	Bilhões de barris	%	Bilhões de barris	%
América do Norte	61,0	5,1	7,3	4,1
América Central e do Sul	101,2	8,5	7,1	4,0
Europa e Eurásia	139,2	11,7	64,0	35,7
Oriente Médio	733,9	61,7	72,8	40,6
África	112,2	9,4	14,1	7,8
Ásia-Pacífico	41,1	3,5	14,2	7,9
Total	1188,6	100,0%	179,5	100,0%

Fonte: BP, 2006.

Em termos de combustíveis fósseis, o carvão é outra importante forma de energia primária disponível, sendo suas reservas concentradas em países como Estados Unidos, Rússia, China e Índia. Enquanto a região da Ásia-Pacífico concentra, regionalmente, a maior parcela das reservas mundiais de carvão, os Estados Unidos detêm, individualmente, a maior participação mundial destas reservas. Em termos de razão R/P, esta se situou em torno de 164 anos, em 2004.

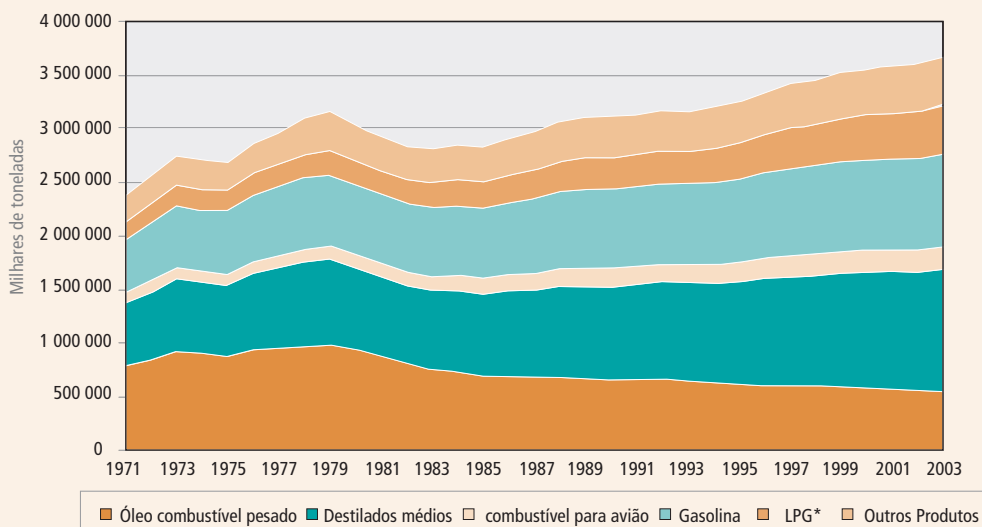
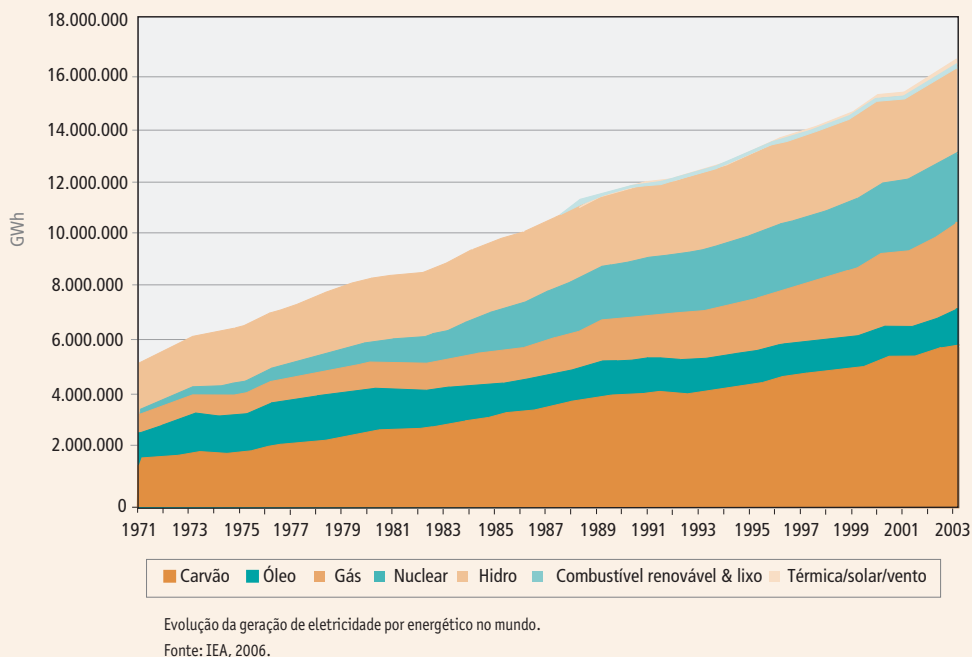
Distribuição das reservas de carvão no mundo

Reservas provadas – Milhões de toneladas				
Região	Antrácito e betuminoso	Sub-betuminoso e lignita	Total	Percentual
América do Norte	115.669	138.763	254.432	28,0
América Central e do Sul	7.701	12.192	19.893	2,2
Europa e Eurásia	112.256	174.839	287.095	31,6
Oriente Médio/África	50.581	174	50.755	5,6
Ásia-Pacífico	192.564	104.325	296.889	32,7
Total	478.771	430.293	909.064	100,0%

Fonte: BP, 2006.

Uma outra possível fonte de energia para geração elétrica é aquela produzida a partir da energia nuclear. Em termos mundiais, os Estados Unidos são o maior consumidor de energia nuclear (30,6%), seguido da França (16,2%) e Japão (10,2%). Em termos de reservas de urânio, a partir de um critério de custo de exploração abaixo de US\$ 130/kg U, as maiores reservas se situam no Cazaquistão e na Austrália.

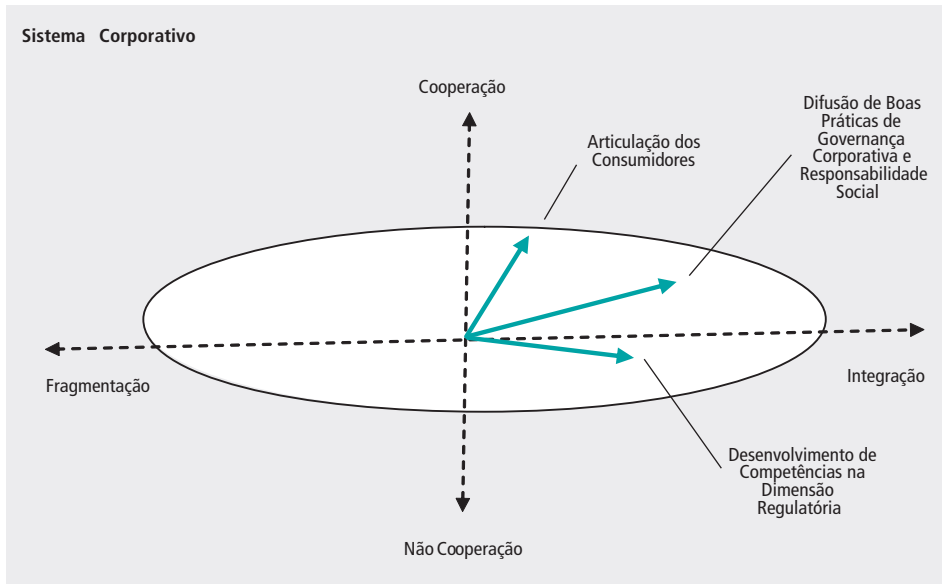
Box 12 – Matriz energética mundial - Demanda



Incertezas ao nível do sistema dos stakeholders

As incertezas consideradas ao nível do Sistema Corporativo estão relacionadas à capacidade de articulação dos consumidores, à difusão de boas práticas de governança corporativa e de responsabilidade social e ao desenvolvimento de competências na dimensão regulatória, conforme mostrado na Figura 3.11.

Figura 3.11 – Cenários mundiais: incertezas consideradas ao nível do sistema dos stakeholders



Conforme destacado na Figura 3.11, o maior ou menor grau de cooperação entre as estratégias das Corporações e da Sociedade, e as estratégias dos Estados frente ao processo de globalização mais integrado ou mais fragmentado são fatores críticos que interferem na direção e no sentido em que estas incertezas irão evoluir. Por exemplo, caso as motivações dos stakeholders direcionem suas estratégias para um ambiente mais cooperativo entre os reguladores e mais integrado entre os consumidores, poderia haver maior aperfeiçoamento do processo regulatório e da articulação dos consumidores.

Articulação dos consumidores

A existência de instituições de proteção aos consumidores de energia, de códigos de defesa específicos e de associações de consumidores é importante indicador do grau de consolidação da Indústria de Energia nos países. Da mesma forma, em um possível ambiente de integração, a capacidade de os consumidores se articularem globalmente para defesa de seus interesses é uma incerteza bastante relevante no horizonte considerado.

Difusão de boas práticas de governança corporativa e responsabilidade social

Algumas empresas já perceberam que determinados segmentos do mercado valorizam as boas práticas de governança corporativa e de responsabilidade social. A disseminação de tais práticas ocorrerá em maior ou menor nível nos próximos anos, sendo função de padrões gerais mais competitivos ou cooperativos.

Desenvolvimento de competências na dimensão regulatória

A capacidade com que os planejadores e reguladoras lidarão com os desafios associados à expansão da oferta de energia no mundo, será função da qualificação e da experiência por esses adquirida. Em um contexto de maiores questionamentos, inclusive ambientais, o desenvolvimento (ou não) de competências implicará em maior robustez (ou maior fragilidade) dos processos de planejamento e regulação.

A Tabela 3.6, a seguir, mostra uma síntese das 18 incertezas consideradas nos cenários mundiais.

Tabela 3.6 – Resumo das incertezas consideradas nos cenários mundiais

Sistema	Incerteza
Ambiental	Disputa por recursos; implementação de regulamentação ambiental global; restrições ambientais naturais.
Sócio-Político	Conflitos étnicos, sociais e religiosos; dinâmica da robustez das organizações sociais; grau de confiança nas instituições.
Econômico	Difusão da regulação dos fluxos financeiros e comerciais; equacionamento do financiamento do excesso de consumo sobre a poupança; grau de disputa dos blocos econômicos.
Setorial	Grau de mobilidade dos fatores; desenvolvimento e difusão de soluções tecnológicas; eficiência e disponibilidade de logística.
Energético	Grau de liberalização; Intensificação e padronização da regulação; organização industrial.
Stakeholders	Articulação dos consumidores; difusão de boas práticas de governança corporativa e responsabilidade social; desenvolvimento de competências na dimensão regulatória.

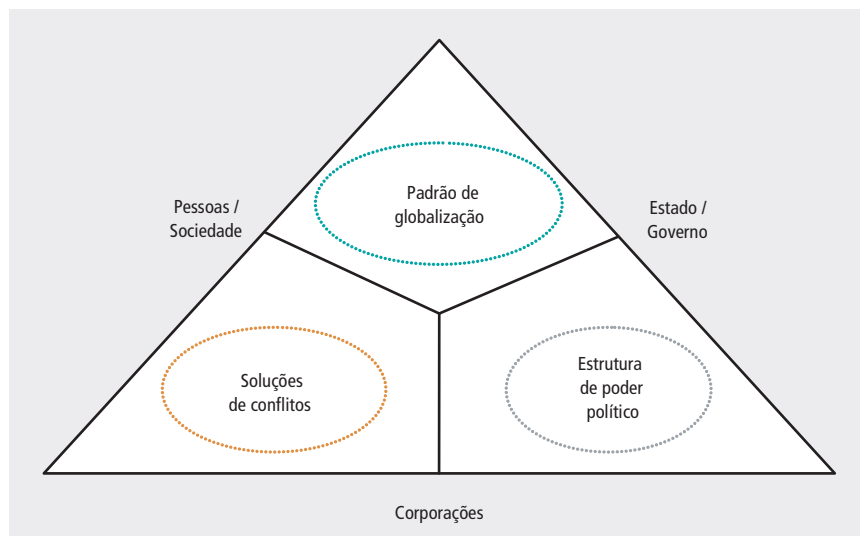
As incertezas discutidas no item anterior podem ser, de uma forma bastante simplificada, agrupadas em três grandes temas ou grupos. Um primeiro tema diz respeito ao modo como se dará a evolução do padrão de globalização que ocorrerá nos próximos anos. Diversas questões tratadas anteriormente, como as relacionadas à regulação dos fluxos financeiro, ao grau de mobilidade dos fatores de produção, ao desenvolvimento/difusão de soluções tecnológicas, e ao próprio grau de disputa dos blocos econômicos, no fundo refletem dúvidas associadas ao desenvolvimento do processo de globalização.

Um segundo tema está relacionado à solução dos conflitos que irão surgir ou que, na maior parte dos casos, já existem e que poderão ser agravados ou atenuados ao longo dos próximos anos. Os conflitos étnicos, sociais, ambientais e religiosos, bem como as disputas por recursos, refletem tensões cuja evolução futura é incerta. As implicações de tal evolução para a Indústria de Energia são de grande importância. Os impactos diretos podem ocorrer sob a forma de instabilidades nos preços dos energéticos e insegurança no suprimento.

Por fim, um terceiro tema que permeia várias incertezas, principalmente associadas à evolução do desequilíbrio dos déficits gêmeos nos EUA, à manutenção das taxas de crescimento da economia mundial e à própria geopolítica da energia, refere-se à estrutura do poder político e econômico no mundo. Apesar da inquestionável força da economia norte-americana, o crescimento da China e demais países asiáticos e mesmo o fortalecimento do Euro, como uma possível futura moeda de referência nas trocas mundiais, também refletem incertezas importantes para a construção dos cenários.

A Figura 3.12 ilustra os temas citados e os principais agentes envolvidos, quais sejam: os Estados ou Governos Nacionais, as Corporações e a própria Sociedade.

Figura 3.12 – Temas e agentes envolvidos



3.3. Caracterização dos cenários mundiais

O mundo nos próximos 25 anos apresentará desafios e oportunidades para o Brasil. Dependendo de como o país defina sua estratégia de posicionamento e a execute com eficiência e eficácia o caminho para a consolidação do desenvolvimento ou a permanência de dificuldades em vários setores da sociedade será pavimentado. A análise prospectiva realizada pela equipe de cenários da EPE, como parte do processo de planejamento energético, procura gerar subsídios para o setor energético nacional posicionar-se estrategicamente neste horizonte, de modo a manter as vantagens competitivas que este setor hoje possui contribuindo para a produtividade da economia nacional.

Algumas tendências podem ser identificadas nos próximos 25 anos independentemente dos cenários prospectados. A valorização da biodiversidade e dos recursos naturais, a valorização de fontes energéticas ambientalmente saudáveis e o avanço da conexão on-line do mundo real e virtual são balizadores consolidados no processo de construção dos caminhos possíveis de futuro. Em paralelo a estes se somam outras tendências definidoras de futuro, como a maior preocupação com a segurança alimentar no mundo – vis a vis as epidemias de vírus –, como a aceleração da dinâmica de nichos tecnológicos promissores – representado pela biotecnologia, nanotecnologia, etc. –, como o aumento dos requisitos de logística de suprimento de recursos para atender ao desenvolvimento econômico mundial – em paralelo ao deplecionamento de recursos naturais e energéticos locais e, como o crescimento de conglomerados e corporações com atuação global, algumas com receitas maiores do que o PIB de países.

Estas tendências estarão englobando e direcionando as 18 incertezas apresentadas no item anterior e caracterizando os três cenários apresentados a seguir:

- Cenário Mundo Uno – Voando em céu de brigadeiro,
- Cenário Arquipélago – Redefinindo as fronteiras,

- Cenário Ilha – Trilhando sob cabo de guerra.

No cenário **Mundo Uno** o mundo está conectado. A globalização assume um padrão onde as nações consolidam o processo de abertura de seus mercados e suas fronteiras para a difusão das relações de comércio e fluxos financeiros multilaterais, as corporações se aproveitam das vantagens competitivas e a prática do outsourcing predomina, as sociedades de diferentes nacionalidades e grupos dentro da mesma nação se conectam através dos avanços da tecnologia. Há um maior equilíbrio de forças na estrutura de poder político e econômico mundial. A governança de instituições multilaterais é compartilhada e as soluções coordenadas e cooperativas prevalecem. A confiança nas instituições aumenta, assim como a influência das organizações sociais no processo decisório político e econômico. O desequilíbrio dos déficits gêmeos dos EUA e a relação de financiamento do excesso de consumo deste país com a geração de poupança na China alcança uma solução de equilíbrio via uma trajetória gradual e coordenada. O equacionamento da insegurança devida aos conflitos étnicos, religiosos e sociais e a insegurança institucional e econômica são resolvidos de maneira satisfatória no mundo.

No cenário **Arquipélago** o mundo se caracteriza por conexões assimétricas. É a globalização dos blocos econômicos. Algumas nações formam blocos e mercados únicos, há barreiras entre blocos e o regionalismo predomina. As relações de comércio e os fluxos financeiros são concentrados entre “nações amigas”. Na sociedade, aqueles conectados com acesso à tecnologia e educação compõem os grupos virtuais mundiais, enquanto outros se agregam em grupos locais nas periferias. Há uma polarização na estrutura de poder político – econômico mundial. Há hegemonia de blocos em detrimento do multilateralismo, sendo o bloco EU / EUA aquele que concentra maior poder em comparação com o bloco composto pelos países asiáticos, incluindo Japão, China, Rússia, os “Tigres” e a Índia. O desequilíbrio dos déficits gêmeos dos EUA e a questão cambial dólar / yuan alcançam uma solução de equilíbrio por meio de ajuste interno norte-americano. A insegurança em mosaico devida aos conflitos étnicos, religiosos e sociais e a insegurança institucional e econômica apresentam-se em diferentes estágios conforme o bloco econômico e a região. Há conflitos e contradições causadas pelo próprio protecionismo nas relações econômicas.

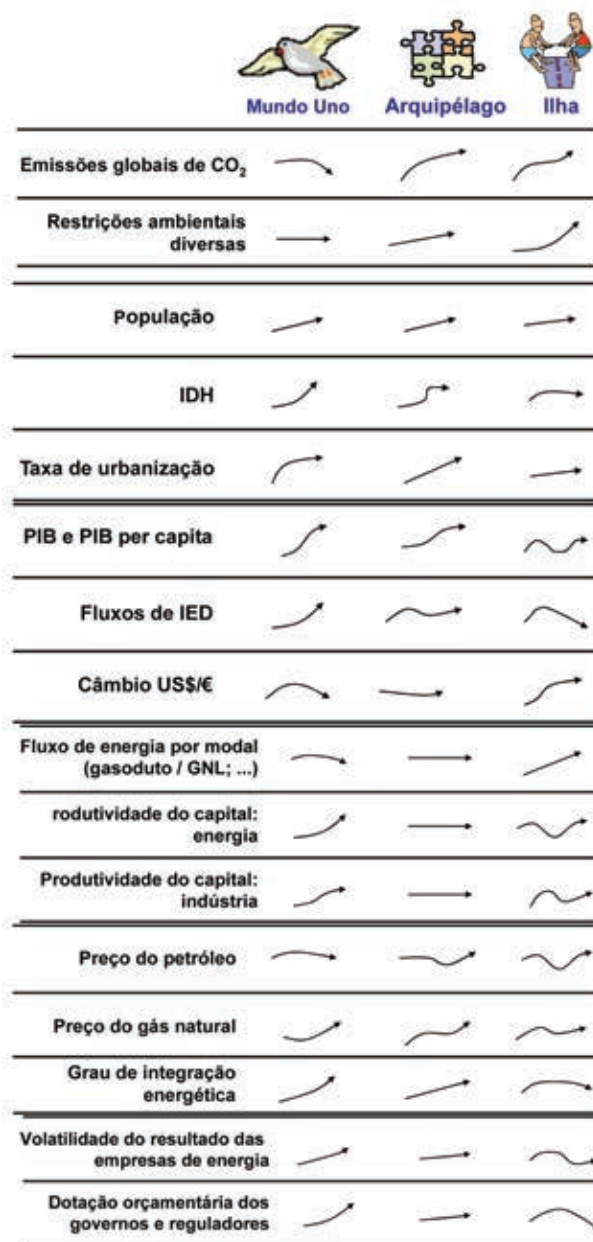
No cenário **Ilha** a globalização assume um padrão instável. As nações, as corporações e a sociedade se posicionam, respectivamente, de modo mais protecionista, com menor esforço por ganhos de produtividade e com atitudes mais defensivas perante o processo de globalização. O multilateralismo retrocede e o mundo é marcado por processos de integração mais regionais. Há protecionismo entre nações, inclusive com desavenças entre parceiros de blocos econômicos. A estrutura de poder político e econômico mundial se caracteriza por um período de reestruturação. Há hegemonia de nações dentro de blocos econômicos tentando se estabelecer ou consolidar. O poder concentra em países selecionados no eixo EUA / EU / Bloco asiático. A solução de ruptura é a possível perante a reação conflituosa entre EUA e China e o equacionamento dos déficits gêmeos norte americanos. A insegurança devida aos conflitos étnicos, religiosos e sociais e a insegurança institucional e econômica difundem-se e há esgarçamento dos conflitos de interesses entre corporações e sociedades, causando aumento de reivindicações sociais aos Estados.

A caracterização destes cenários mundiais é ilustrada através das trajetórias de evolução de alguns indicadores selecionados conforme a Figura 3.13. Já na Tabela 3.7, apresentam-se as taxas médias do crescimento mundial no horizonte do estudo, compatíveis com as tendências de cada um dos cenários.

Tabela 3.7 – Cenários mundiais – Taxas de crescimento (% a.a.)

Cenário Global	Taxas médias de crescimento Período 2005–2030
Mundo Uno Céu de brigadeiro	3,8
Arquipélago Redefinido fronteiras	3,0
Ilhas Cabo de guerra	2,2

Figura 3.13 – Cenário mundiais: Tendência de evolução de indicadores seleccionados



■ 3.4. Cenário Mundo Uno

O processo de humanização que vem ocorrendo nas últimas décadas tem sido fruto de uma reação do indivíduo diante dos efeitos provocados pelo desgaste das instituições multilaterais em decorrência dos conflitos e desavenças de natureza religiosa, social, política e étnica ocorridos nas duas primeiras décadas do século, tanto ao redor do globo como nas vizinhanças das cidades.

A conectividade potencializada pelas novas tecnologias surgidas nesta década, classificada de era pós-internet, propiciou um maior exercício da solidariedade e do cooperativismo. Os avanços institucionais percebidos nos quatro cantos do mundo, desde o resgate das relações familiares, passando pelo maior respeito às regras da OMC, até a instituição de um novo Conselho de Segurança na ONU, que recém teve finalizado seu processo de reestruturação, também se devem ao papel das corporações na promoção e difusão da responsabilidade social, e ao papel dos consumidores, mais articulados globalmente, na defesa de seus direitos. Os observatórios globais vêm se difundindo de maneira intensa e as trocas de experiências vêm permitindo um maior grau de profissionalismo e de desenvolvimento de competências entre as organizações sociais.

A prática deste tipo de cooperação também pode ser percebida na esfera econômica. A consolidação das uniões dos estados nacionais e de seus mercados carreadas pela União Européia e seguida pela Alca / Mercosul, Ásia, etc. levaram a intensificação dos órgãos reguladores e à convergência das práticas institucionais – regulatórias, o que difundiu na esfera tecnológica a prática de alianças estratégicas corporativas para desenvolvimento tecnológico.

É bem verdade que este movimento teve como foco a crescente pressão ambiental das últimas décadas e a busca pelas soluções ambientalmente sadias. O bom funcionamento da regulação dos fluxos financeiros e comerciais, inclusive após o crescimento dos novos instrumentos e taxas de solidariedade global, veio a reboque do fim do ciclo gradual de equacionamento do grande temor da primeira década do século, que foi o desequilíbrio entre o excesso de consumo sobre a poupança, caracterizado pela relação EUA-China. O forte e contínuo crescimento da China nas duas primeiras décadas do século, associado ao regime cambial controlado, gerou elevados saldos comerciais, em especial na primeira década, fortemente concentrados e relacionados ao déficit comercial norte-americano. Esta situação começou a resolver-se com a flexibilização da paridade yuan/dólar para yuan/cesta de moedas, ainda na primeira década do século, e seguiu-se com a maior valorização do yuan coordenada entre os bancos centrais dos principais países da OCDE. A diminuição do déficit comercial da economia norte-americana veio acompanhada da geração de superávits fiscais e do equacionamento do então chamado déficit-gêmeos. Estes ajustes, vale lembrar, causaram as elevações de juros na economia norte-americana, em especial na segunda década do século, e foram as responsáveis pelo baixo crescimento da economia mundial nessa década. A cooperação, neste momento, foi uma estratégia possível apenas devido ao fortalecimento da regulação financeira e comercial global.

O enfraquecimento da hegemonia norte-americana sobre as instituições multilaterais foi condição necessária para que os demais países se articulassem. Ao longo da segunda década deste século, o revés norte-americano após incursões custosas sobre alguns países do Oriente Médio, levou a sociedade americana a buscar novas lideranças mais engajadas em causas “politicamente corretas”, que ao mesmo tempo não implicassem no risco de elevação de tributos, e muito menos no envio de novas tropas para o campo de batalha.

A mudança deste comportamento juntou-se ao forte movimento do terceiro setor, engajado em causas sócio-ambientais, e ao posicionamento das corporações econômicas de setores mais intensivos em tecnologia que anteviram um risco de perda de competitividade e inserção de seus produtos nos mercados globais.

A maior mobilidade dos fatores de produção é condição necessária para o aumento de produtividade e desenvolvimento de maior competitividade. A busca de vantagens competitivas tem consolidado a estratégia de “*outsourcing*” para atender a diversidade do consumo nos quatro cantos do globo. A nova marca dos produtos “*made in world*”, de um lado, representa a participação de diversos fatores de produção nos produtos, e, de outro, atende ao apelo e a nova tendência dos consumidores, por maior respeito das práticas produtivas e comerciais à questão sócio-ambiental. Um dos grandes desafios destas décadas tem sido atender a necessidade de expansão da logística segura. Na primeira década, os conflitos prejudicavam o escoamento dos insumos. Com a amenização dos conflitos e o equacionamento do desequilíbrio EUA – China, nesta década, o desafio deu lugar à necessidade de rápida expansão. Este condicionante aliado às pressões ambientais e ao clima de disputa por recursos naturais têm direcionado a expansão do sistema de infra-estrutura para alternativas mais diversificadas e intensivas em tecnologia, em especial tecnologias mais eficientes de controle de acidentes e redução de emissões de gases de efeito estufa – problema ainda não equacionado de maneira suficiente devido a atrasada ratificação dos EUA aos protocolos de defesa do meio ambiente.

A reação estratégica das corporações tem sido buscar economias de localização (dos recursos naturais) e a prática de alianças estratégicas nos canais de logística. No setor energético, por exemplo, o desenvolvimento de exploração e produção de energia, e, em especial, de expansão de transporte, tem ocorrido via participações compartilhadas. É bem verdade que o movimento continuado de fusões e aquisições nas últimas décadas também tem sido prática comum, formando os grandes conglomerados hoje conhecidos. Este movimento, potencializado ainda no final do século passado com o processo de liberalização dos mercados de energia nos estados nacionais, permitiu que corporações se posicionassem em mercados, antes fechados, com grande perspectiva de crescimento, como Brasil, China e Índia. As chamadas “*global energy companies*” condicionam de maneira mais intensa os padrões de aproveitamento energético e de difusão tecnológica como estratégia de busca de economias de escala relacionados ao desenvolvimento de tecnologia (algumas fontes renováveis alternativas são difundidas através desta prática). A dinâmica dos recursos energéticos nos países e consequentemente a formação das respectivas matrizes energéticas depende da capacidade de os Estados e órgãos competentes em desenvolverem capacitação e estratégias associadas para incentivar as corporações a desenvolverem e aplicarem tecnologias adequadas aos recursos energéticos nacionais.

Num contexto de forte crescimento da economia mundial, da ordem de 3,8% ao ano no período de 25 anos, e de maior conscientização ambiental, a demanda por energia também mostrou expansão, embora as taxas de crescimento tenham sido inferiores às da economia. A análise da evolução da matriz energética mundial nas primeiras décadas do século mostra um forte crescimento da participação das fontes renováveis (por exemplo, energia eólica e solar fotovoltaica), impulsionado pelo fortalecimento dos mecanismos globais de regulação ambiental, principalmente a partir da segunda década do século. A expansão da produção e do comércio mundial de etanol e de óleos vegetais, em associação com a maior disseminação de tecnologias para o melhor aproveitamento dos subprodutos, alterou o perfil de uso da energia em muitos segmentos. No caso dos países que ainda possuíam potencial para expansão dos parques hídricos, houve uma priorização do uso desses recursos.

Deve-se destacar que, a necessidade de redução dos níveis globais das emissões de gases causadores do efeito estufa contribuiu para uma maior utilização da energia nuclear em diversos países, principalmente naqueles com menores recursos naturais para o desenvolvimento de outras fontes energéticas. O sucesso dos projetos conjuntos voltados para o desenvolvimento de reatores mais seguros, envolvendo vários países, contribuiu para que fossem reduzidos os riscos e para a minimização das pressões sociais contra esta forma de geração de energia.

Os derivados de petróleo apresentaram crescimento do consumo apenas nas duas primeiras décadas do século. No caso do gás natural, após duas décadas de expansão do consumo, principalmente a partir do aperfeiçoamento das estruturas de distribuição do gás natural liquefeito (GNL), ocorreu uma estabilização do consumo ao longo da terceira década. Já no caso do petróleo, após o mundo ter atingido o pico de produção, o consumo começou a ser reduzido, em parte pelo desenvolvimento tecnológico no setor de transportes. De forma contrária, este último motivo foi a principal causa para o crescimento da utilização do carvão. A maior garantia do fornecimento, as razoáveis reservas ainda existentes em alguns dos principais países consumidores de energia e o desenvolvimento de tecnologias de geração ambientalmente mais limpas (*clean coal technologies*), contribuíram para tal. Com relação a este último ponto, deve ser citado o desenvolvimento dos sistemas integrados de gaseificação de carvão com ciclo combinado e da tecnologia de combustão em leito fluidizado, que apresentaram maior disseminação no período em função das pressões ambientais existentes.

Pelo lado dos usos finais surgiram várias inovações, mas não ocorreram mudanças de paradigma tecnológico no tempo considerado. No entanto, algumas tendências observadas nos primeiros anos do século foram consolidadas no período. No setor de transportes, ocorreu significativo crescimento do uso de veículos elétricos híbridos e de elétricos a bateria. Os impactos foram sendo assimilados ao longo do período, ressaltando-se a redução do consumo de derivados de petróleo e o significativo aumento da demanda por energia elétrica. Também ocorreu maior participação do uso do hidrogênio como vetor combustível, juntamente com o aperfeiçoamento das células de combustível. A eficiência energética, por sua vez, ganhou forte destaque. Além dos programas direcionados para a indução das práticas e para a disseminação das informações relacionadas à racionalização do uso da energia, ocorreu um processo autônomo de efficientização da economia e de busca de alternativas menos intensivas em energia.

A Figura 3.14 mostra as tendências de evolução dos principais indicadores no cenário Mundo Uno até 2030.

Figura 3.14 – Tendências de evolução de alguns indicadores no Cenário Mundo Uno

Sistema ambiental	Sistema sócio-político	Sistema económico	Sistema setorial	Indústria de energia	Stakeholders
Emissões globais de CO ₂	População mundial	PIB e PIB/percapita	Fluxos de energia por modal (gasoduto / GNL)	Preço do petróleo	Resultado das principais empresas de energia
Restrições ambientais diversas	IDH	Fluxos de IED	Produtividade do capital: energia	Preço do GN	Dotação orçamentária dos governos e reguladores
	Taxa de urbanização	Taxa de câmbio US\$/€	Produtividade do capital: indústria	Grau de integração energética	

A seguir, a Tabela 3.8 mostra a matriz morfológica relativa ao cenário Mundo Uno, com as combinações consistentes das hipóteses de evolução das incertezas mais relevantes.

Tabela 3.8 – Cenário Mundo Uno – Voando em céu de brigadeiro

Sistema ambiental			
Disputa por recursos	Alta	Média	Baixa
Implementação de regulamentação ambiental global	Intensa	Moderada	Fraca
Restrições ambientais naturais (magnitude e frequência)	Forte crescente	Crescimento moderado	Tendência à estabilização
Sistema sócio-político			
Conflitos étnicos, sociais e religiosos	Generalizados	Regionalizados	Amenizados
Dinâmica da robustez das organizações sociais	Crescente	Moderada	Fraca
Grau de confiança nas instituições	Alto	Médio	Baixo
Sistema econômico			
Difusão da regulação dos fluxos financeiros e comerciais	Maior		Menor
Equacionamento do financiamento do excesso de consumo sobre a poupança	Gradual		Ruptura
Grau de disputa dos blocos econômicos	Maior	Manutenção	Menor
Sistema setorial			
Grau de mobilidade dos fatores	Forte	Médio	Fraco
Desenvolvimento e difusão de soluções tecnológicas	Alto	Médio	Baixo
Eficiência e disponibilidade de logística	Adequada	Gargalos específicos	Insuficiente
Sistema energético			
Grau de liberalização	Alto		Baixo
Intensificação e padronização da regulação	Forte e suficiente		Fraca e insuficiente
Organização industrial (poder de mercado)	Alto	Estável	Baixo
Sistema corporativo			
Articulação dos consumidores	Forte		Fraca
Difusão de boas práticas de governança corporativa e responsabilidade social	Crescente	Estabilização	Enfraquecimento
Desenvolvimento de competências na dimensão regulatória	Crescente	Médio	Fraco

■ 3.5. Cenário Arquipélago

O mundo vem se agrupando em blocos e grupos, caracterizando um processo de “redefinição de fronteiras”. Este padrão de globalização pode ser explicado como um processo de reação das nações, das sociedades e das corporações frente ao desgaste que as instituições multilaterais sofreram ao longo das primeiras décadas do século devido aos permanentes conflitos de natureza política, religiosa, social e étnica.

Se, de um lado, a conectividade potencializada pelas novas tecnologias e infra-estruturas de rede é uma realidade, de outro, o acesso não tem sido alcançado da mesma maneira por todos. Regiões do globo permanecem com alto grau de exclusão tecnológica e no âmbito nacional alguns grupos tampouco têm acesso ao “mundo conectado”.

Os mercados regionais são subdivididos entre as grandes corporações, enquanto os estados nacionais, di-

retamente ou através dos blocos econômicos, procuram estabelecer marcos regulatórios para inibir a prática de poder de mercado. Os fluxos financeiros e comerciais vêm se concentrando entre “nações e blocos amigos”. Este movimento de protecionismo entre blocos se intensificou ao longo do processo de ajuste interno dos déficits gêmeos da economia norte-americana.

A desvalorização do dólar frente ao euro e yuan foi necessária e complementar para viabilizar o ajuste. A elevação dos juros domésticos, como política de combate à inflação, retraiu a economia norte americana, reduzindo o consumo interno e conseqüentemente as importações, contribuindo para o ajuste do desequilíbrio na balança comercial. Em paralelo, a contração da economia norte-americana também foi resultado de um ajuste fiscal por parte do governo, como resultado do programa de redução de despesas e fim do corte de tributos. Este processo de ajuste interno causou reações no fluxo de comércio mundial e no fluxo de investimentos, com conseqüências para todos os blocos econômicos, em especial para o bloco dos países asiáticos, sobretudo a China, que teve seu ciclo de elevadas taxas de crescimento interrompido. O grau de desvalorização de ativos reais, em especial de bens imóveis, na economia dos EUA não foi suficiente para disparar um movimento de forte contração de crédito, em parte pelo monitoramento eficiente do FED.

O temporário enfraquecimento da hegemonia norte-americana, tanto econômica quanto política, não veio acompanhada de substituição do eixo de poder mundial, ainda concentrado nos blocos EUA / EU. O bloco asiático também, juntamente com a economia norte-americana, sofreu o revés do ajuste do desequilíbrio mundial que perdurou até a segunda década do século.

A mobilidade dos fatores de produção e o aproveitamento das vantagens competitivas têm permanecido restritos aos blocos econômicos já formados. A própria expansão de logística tem ocorrido favorecendo a integração regional. Os conflitos ocorrem de maneira localizada, assumindo diferentes formas e intensidades, sejam estes de natureza política, religiosa, social ou étnica. A insegurança institucional e jurídica também se apresenta com gravidades diferenciadas.

A estratégia das corporações, no caso do setor energético, tem sido de posicionar-se como dominante em um mercado, tentando penetrar em outros mercados quando possível. Alguns oligopólios regionais formam alianças protegendo seu mercado. A expansão de infra-estrutura e o acesso a reservas também vêm ocorrendo através de investimentos conjuntos. Os marcos regulatórios e os órgãos reguladores dos blocos, ainda em processo de consolidação, encontram dificuldade no enfrentamento ao poder de mercado das corporações. Entretanto, a regulação ambiental mesmo que moderada no nível global, na esfera regional assume intensidades diferentes conforme a região.

Como conseqüência a evolução das matrizes energéticas regionais sofrem interferências distintas conforme a relação Corporação-Estado de cada bloco. Os recursos energéticos regionais tendem a ser mais aproveitados também pelo protecionismo comercial, o que acaba mantendo as tendências de aproveitamento energético do século passado. Os hidrocarbonetos continuam fortes na matriz energética mundial, e há o crescimento do aproveitamento da energia nuclear. As emissões de gases de efeito estufa não são reduzidas.

A Figura 3.15 mostra as tendências de evolução dos principais indicadores no cenário Arquipélago até 2030.

Figura 3.15 – Tendências de evolução de alguns indicadores no Cenário Arquipélago

Sistema ambiental	Sistema sócio-político	Sistema econômico	Sistema setorial	Indústria de energia	Stakeholders
Emissões globais de CO ₂	População mundial	PIB e PIB/percapita	Fluxos de energia por modal (gasoduto / GNL)	Preço do petróleo	Resultado das principais empresas de energia
Restrições ambientais diversas	IDH	Fluxos de IED	Produtividade do capital: energia	Preço do GN	Dotação orçamentária dos governos e reguladores
	Taxa de urbanização	Taxa de câmbio US\$/€	Produtividade do capital: indústria	Grau de integração energética	

A Tabela 3.9 mostra a matriz morfológica relativa ao cenário Arquipélago, com as combinações consistentes das hipóteses de evolução das incertezas respectivas.

Tabela 3.9 – Cenário Arquipélago – Redefinindo as fronteiras

Sistema ambiental			
Disputa por recursos	Alta	Média	Baixa
Implementação de regulamentação ambiental global	Intensa	Moderada	Fraca
Restrições ambientais naturais (magnitude e frequência)	Forte crescimento	Crescimento moderado	Tendência à estabilização
Sistema sócio-político			
Conflitos étnicos, sociais e religiosos	Generalizados	Regionalizados	Amenizados
Dinâmica da robustez das organizações sociais	Crescente	Moderada	Fraca
Grau de confiança nas instituições	Alto	Médio	Baixo
Sistema econômico			
Difusão da regulação dos fluxos financeiros e comerciais	Maior	Menor	
Equacionamento do financiamento do excesso de consumo sobre a poupança	Gradual	Ruptura	
Grau de disputa dos blocos econômicos	Maior	Manutenção	Menor
Sistema setorial			
Grau de mobilidade dos fatores	Forte	Médio	Fraco
Desenvolvimento e difusão de soluções tecnológicas	Alto	Médio	Baixo
Eficiência e disponibilidade de logística	Adequada	Gargalos específicos	Insuficiente
Sistema energético			
Grau de liberalização	Alto	Baixo	
Intensificação e padronização da regulação	Forte e suficiente	Fraca e insuficiente	
Organização industrial (poder de mercado)	Alto	Estável	Baixo
Sistema dos corporativo			
Articulação dos consumidores	Forte	Fraca	
Difusão de boas práticas de governança corporativa e responsabilidade social	Crescente	Estabilização	Enfraquecimento
Desenvolvimento de competências na dimensão regulatória	Crescente	Médio	Fraco

■ 3.6. Cenário Ilhas

A falta de cooperação entre nações, sociedades e corporações foi a tônica do período. Neste contexto, a tentativa de integração entre as nações e entre os mercados retrocedeu, resultando em um processo de fragmentação das relações em âmbito global.

Os conflitos religiosos foram os sinais de um processo de confronto entre os povos. Inicialmente localizados, tais conflitos generalizaram-se. Nos principais países desenvolvidos do ocidente criou-se um forte sentimento de insegurança frente às ações de extremistas que surgiam com frequências crescentes. Em um ambiente de baixo crescimento econômico, de desemprego, de “nacionalismo” exacerbado e de ausência de expectativas positivas, a xenofobia prosperou. Assim, multiplicaram-se os focos de racismo, consolidados nas perseguições a grupos de imigrantes. Estes, sem encontrar condições adequadas de vida nos seus países de origem, pois as desigualdades entre as nações se acentuaram, engrossaram os grupos de excluídos nas grandes cidades.

As organizações sociais que surgiram no início do século, incapazes de ocupar os espaços gerados pelo processo contínuo de descrença e desconfiança nas instituições tradicionais, não tiveram sucesso na minimização das desigualdades entre os povos. As instituições multilaterais, já enfraquecidas no início do século, perderam grande parte da legitimidade pela incapacidade de reação frente aos sucessivos embates por parte de seus membros. O ambiente político tem sido reflexo da fragmentação institucional e social.

Diante do fracasso das tentativas de consolidação de um mercado global único, prevaleceu a iniciativa de formação de blocos econômicos. Entretanto, o não equacionamento das desigualdades institucionais e sócio-econômicas entre os países membros caracteriza a situação de instabilidade e fragmentação dos blocos. A ruptura, no início do século, da relação mantida entre China e EUA, contribuiu para criar um ambiente de incertezas. A ausência de regulação dos fluxos financeiros e comerciais implicou em um processo sem regras definidas, instável, de globalização. O crescimento dos riscos reduziu o potencial de crescimento desses fluxos, apresentando um perfil ainda mais perverso para os países em desenvolvimento. Deve-se destacar que, o crescimento dos fluxos comerciais, mesmo no nível dos blocos comerciais, também foi prejudicado pelos problemas observados nos sistemas logísticos nacionais. Os baixos investimentos realizados pelos países e os constantes ataques aos sistemas para transporte de cargas e de energéticos provocaram aumentos de preços e perda de competitividade.

A perpetuidade desse ambiente de desigualdades entre as nações foi garantida pela não universalização das soluções tecnológicas que surgiram ao longo dos anos. A ausência de padronização, por sua vez, resultou no desenvolvimento de tecnologias que não apresentavam níveis mínimos de compatibilidade. É fato que o próprio ritmo de desenvolvimento tecnológico ficou baixo. As iniciativas conjuntas de desenvolvimento tecnológico nas áreas de energia e meio ambiente, observadas entre alguns países no início do século, foram interrompidas. Deve-se destacar que a própria liberdade de circulação das pessoas entre os países foi bastante inibida. As crescentes barreiras à livre movimentação, justificadas pelo sentimento de insegurança, ocorreram em um ambiente de maior autoritarismo e cerceamento de direitos individuais.

Em nível corporativo, os consumidores mostraram pouca coesão e baixa capacidade de articulação para lutar pelos interesses coletivos. Em um contexto de pouca representatividade institucional e de enfraquecimento dos sistemas de planejamento e das agências regulatórias, as prioridades sociais foram contrapostas aos interesses das grandes corporações. Mesmo as empresas que utilizaram a governança corporativa e a responsabilidade social como diferenciais competitivos no início do século revisaram suas estratégias com o acirramento da disputa sem regras por novos mercados.

Observa-se que os problemas ambientais decorrentes do processo contínuo de degradação dos ecossistemas não representaram sinalização suficiente no horizonte analisado. A intensificação dos desequilíbrios ambientais, traduzida tanto pela maior gravidade das ocorrências registradas quanto pelo próprio crescimento do número de ocorrências, não foi suficiente para a busca de esforços comuns. O fracasso do Protocolo de Kyoto, enfraquecido pela não ratificação por parte dos sucessivos governos dos EUA e pela ausência de um mínimo consenso após 2012, foi um marco negativo para a busca de soluções globais. O único padrão comum de comportamento observado por parte dos países foi a intensificação das disputas por recursos naturais.

Neste ambiente mais conturbado e de maior unilateralismo, o crescimento econômico mundial, da ordem de 2,2% ao ano no período de 25 anos, foi inferior ao observado nos primeiros anos do século. O consumo energético, neste cenário bastante relacionado ao crescimento econômico, também apresentou expansão

segundo taxas menores. Neste contexto, a análise da matriz energética mundial nas três primeiras décadas do século mostra que a demanda foi atendida principalmente a partir de uma maior intensificação do uso dos combustíveis fósseis. No caso do petróleo e do gás natural, o crescimento do consumo ocorreu mesmo com o aumento da flutuação dos preços internacionais. As variações ocorreram em função da falta de investimentos adequados e, principalmente, em decorrência do ambiente de forte instabilidade nas regiões produtoras. Quanto a este último item, destacaram-se os problemas no Oriente Médio e no Norte da África, com a intensificação dos ataques de grupos extremistas às instalações produtoras. O carvão, em função da existência de reservas em maior quantidade e com melhor distribuição espacial, foi o combustível com maior crescimento relativo. Em um ambiente politicamente conturbado, a segurança do abastecimento foi priorizada. Países como a China, no entanto, em função do elevado consumo deste energético tornaram-se importadores ao longo do período. Deve-se destacar que a intensificação do uso do carvão ocorreu apesar das tecnologias de minimização das emissões e de seqüestro de carbono não terem sido priorizadas. Já no caso das fontes renováveis não ocorreu grande difusão de seu uso, devido principalmente à menor importância dada às questões ambientais. No caso da energia nuclear, o crescimento da produção foi pequeno, basicamente associado à entrada em operação de alguns projetos em países como China, Índia e Coréia.

No nível dos usos finais, não ocorreram mudanças profundas na estrutura de consumo da energia. Ocorreram algumas alterações com a expansão de novas tecnologias, principalmente no setor de transportes, mas estas não foram profundas e ficaram concentradas em alguns poucos países. A utilização do hidrogênio como vetor energético ficou ainda em nível experimental. A eficiência energética não foi priorizada, tendo sido dado pouco destaque para os programas voltados para a racionalização do uso da energia.

A Figura 3.16 apresenta as tendências de evolução dos indicadores analisados no cenário Ilhas.

Figura 3.16 – Tendências de evolução de alguns indicadores no Cenário Ilhas

Sistema ambiental	Sistema sócio-político	Sistema econômico	Sistema setorial	Indústria de energia	Stakeholders
Emissões globais de CO ₂	População mundial	PIB e PIB/percapita	Fluxos de energia por modal (gasoduto / GNL)	Preço do petróleo	Resultado das principais empresas de energia
Restrições ambientais diversas	IDH	Fluxos de IED	Produtividade do capital: energia	Preço do GN	Dotação orçamentária dos governos e reguladores
	Taxa de urbanização	Taxa de câmbio US\$/€	Produtividade do capital: indústria	Grau de integração energética	

A Tabela 3.10 mostra a matriz morfológica relativa ao cenário Ilhas, com as combinações consistentes das hipóteses de evolução das incertezas respectivas.

Tabela 3.10 – Cenário Ilhas – Trilhando sob cabo de guerra

Sistema ambiental			
1 – Disputa por recursos	Alta	Média	Baixa
2 – Implementação de regulamentação ambiental global	Intensa	Moderada	Fraca
3 – Restrições ambientais naturais (magnitude e frequência)	Forte crescimento	Crescimento moderado	Tendência à estabilização
Sistema sócio-político			
4 – Conflitos étnicos, sociais e religiosos	Generalizados	Regionalizados	Amenizados
5 – Dinâmica da robustez das organizações sociais	Crescente	Moderada	Fraca
6 – Grau de confiança nas instituições	Alto	Médio	Baixo
Sistema econômico			
7 – Difusão da regulação dos fluxos financeiros e comerciais	Maior	Menor	
8 – Equacionamento do financiamento do excesso de consumo sobre a poupança	Gradual	Ruptura	
9 – Grau de disputa dos blocos econômicos	Maior	Manutenção	Menor
Sistema setorial			
10 – Grau de mobilidade dos fatores	Forte	Médio	Fraca
11 – Desenvolvimento e difusão de soluções tecnológicas	Alto	Médio	Baixo
12 – Eficiência e disponibilidade de logística	Adequada	Gargalos específicos	Insuficiente
Sistema energético			
13 – Grau de liberalização	Alto	Baixo	
14 – Intensificação e padronização da regulação	Forte e suficiente	Fraca e insuficiente	
15 – Organização industrial (poder de mercado)	Alto	Estável	Baixo
Sistema dos corporativo			
16 – Articulação dos consumidores	Forte	Fraca	
17 – Difusão de boas práticas de governança corporativa e responsabilidade social	Crescente	Estabilização	Enfraquecimento
18 – Desenvolvimento de competências na dimensão regulatória	Crescente	Médio	Fraca

4. Cenários nacionais

4.1. Considerações gerais

O Brasil possui vantagens competitivas significativas em algumas áreas, quando comparado com outros países, em especial, o chamado “grupo dos emergentes”. Dentre elas, podemos citar:

- Instituições e estabilidade macroeconômica em processo de consolidação;
- grande mercado com elevado potencial de crescimento;
- abundância de biodiversidade e de recursos naturais;
- fatores de produção competitivos;
- elevado potencial de energia renovável a baixos custos relativos;

- setores da economia com alta competitividade;
- pluralidade cultural e étnica.

Os atuais estágios dos processos de consolidação institucional e de estabilização macroeconômica são duas vantagens que poucos países do grupo possuem simultaneamente. Além disso, o processo histórico de formação do país contribuiu para a existência de uma população mais plural formada por diversos grupos culturais, étnicos e religiosos.

De forma igualmente positiva, a disponibilidade de amplos recursos naturais, podendo-se citar as elevadas reservas de minérios, a possibilidade de expansão da fronteira agrícola, o grande potencial hidrelétrico ainda existente e a auto-suficiência em petróleo, entre outras, são vantagens significativas que o país possui em relação aos demais. Pode-se salientar que, essas características se inserem em um quadro de relativo desconhecimento tanto dos recursos existentes no seu subsolo quanto do potencial de exploração da biodiversidade, principalmente na região Norte do país.

Por outro lado, há sérios obstáculos a serem suplantados, dentre os quais:

- Gargalos de infra-estrutura;
- concentração excessiva da renda, com grande parte da população apresentando baixo poder aquisitivo;
- alguns fatores de produção ainda apresentam baixa competitividade;
- parcela significativa da mão de obra apresenta baixa qualificação;
- alguns setores com baixo desenvolvimento tecnológico;
- mercado de crédito de longo prazo menos competitivo que o observado em alguns países;
- relação litigiosa nos contextos federativo e institucional;
- aplicação da regulação ambiental em geral conflituosa;
- violência e insegurança social nos principais centros urbanos.

Deve-se destacar, entretanto, que os obstáculos podem ser atenuados. Maiores investimentos na área social, principalmente em educação e formação de mão-de-obra, embora apresentem retornos mais demorados, podem gerar resultados significativos no longo prazo. Tais investimentos, associados a políticas efetivas de repartição da renda, poderão contribuir para a redução dos principais problemas sociais hoje existentes.

Investimentos em infra-estrutura também podem, ao longo dos próximos 25 anos, reduzir boa parte dos gargalos hoje existentes. Há que se ter em mente, contudo, que o crescimento da economia, dos fluxos comerciais e a própria melhoria da distribuição de renda da população certamente contribuirão para que tais investimentos precisem ser crescentes.

As questões associadas aos conflitos decorrentes da aplicação da regulação ambiental surgem em função da existência de legislações ambientais, nos diferentes níveis, ainda em formação e, deste modo, passíveis de interpretações e contestações nem sempre uniformes. Tais questões refletem-se, por vezes, na dificuldade em expandir a oferta de energia, pois a falta de estrutura técnico-administrativa e o processo decisório geram aumentos excessivos nos custos das obras.

Do mesmo modo, os cenários nacionais são descritos de forma retrospectiva, considerando-se novamente o ano de 2030 como referência.

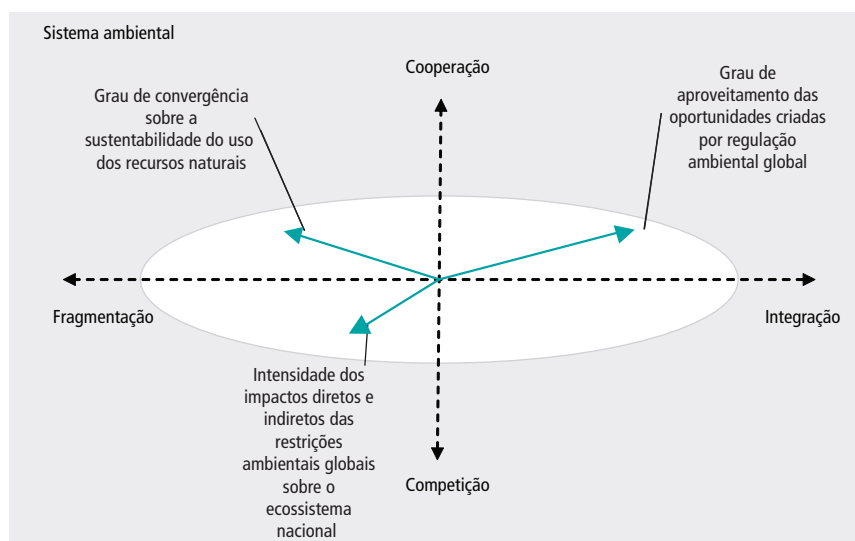
■ 4.2. Incertezas críticas consideradas nos cenários nacionais

Foram consideradas dezoito incertezas no processo de elaboração dos cenários nacionais. Na identificação das incertezas descritas a seguir buscou-se englobar os principais parâmetros que poderão direcionar os cenários no horizonte até 2030 e cuja tendência de evolução seja incerta.

Incertezas relativas ao sistema ambiental

Neste sistema foram consideradas três incertezas: a intensidade dos impactos diretos e indiretos das restrições ambientais globais sobre o ecossistema nacional, o grau de convergência sobre a sustentabilidade do uso dos recursos naturais e o grau de aproveitamento das oportunidades criadas por uma possível regulação ambiental global. Essas incertezas são mostradas na Figura 4.1, a seguir.

Figura 4.1 – Cenários Nacionais: Incertezas consideradas ao nível do sistema ambiental



Intensidade dos impactos diretos e indiretos das restrições ambientais globais sobre o ecossistema nacional

Os desequilíbrios ambientais deverão afetar os países em diferentes magnitudes nos próximos anos. O Brasil também deverá sofrer as consequências desses desequilíbrios. No entanto, em função do clima e de suas características geográficas, é possível que as restrições globais indiretas sejam mais significativas do que as diretamente relacionadas ao meio-ambiente nacional. Como **impactos diretos** podem ser imaginadas fortes variações climáticas mundiais provocando enchentes, secas, poluição urbana, etc. No caso destas últimas devem ser consideradas também as implicações nos níveis dos reservatórios das hidrelétricas. Como **impactos indiretos** podem ser considerados os efeitos econômicos, em âmbito nacional, de desequilíbrios ambientais ocorrendo em outros países. A gripe aviária, por exemplo, gera impactos negativos na economia interna, em função da redução das exportações de frangos, mesmo antes de atingir o território brasileiro. Assim, a **intensidade com que tais restrições atingirão o Brasil** constitui-se em uma incerteza importante nos próximos anos.

Grau de convergência sobre a sustentabilidade do uso dos recursos naturais

Principalmente no caso dos recursos naturais que apresentam usos múltiplos ou que são passíveis de disputa pelos diversos grupos econômicos e sociais, observa-se que há a necessidade de uma ampla discussão sobre **as prioridades de uso**, bem como sobre os impactos decorrentes da utilização ou da não utilização destes. O **grau de conflito** que vem surgindo entre os agentes envolvidos nas discussões sobre a construção de hidrelétricas, criação de áreas de preservação ambiental, delimitação de reservas indígenas, por exemplo, pode tornar-se um empecilho para a expansão da oferta de energia e para o próprio uso sustentável dos recursos nos próximos anos.

Tabela 4.1 – Grau de convergência sobre a sustentabilidade do uso dos recursos naturais

Regiões	1996/1997		1997/1998		1998/1999		1999/2000		2000/2001	
	nº de áreas	hectares	nº de áreas	hectares	nº de áreas	hectares	nº de áreas	hectares	nº de áreas	hectares
Rondônia	3560	141097	8929	201252	4824	119330	14696	268264	15854	276315
Acre	477	17116	1177	12029	596	9263	8438	52907	2857	21845
Amazonas	1205	32735	1250	33084	1358	21968	2461	30967	971	10521
Pará	4397	173754	6336	319656	7655	288550	13818	428350	21668	569754
Tocantins	70	4979	81	2110	60	8284	952	22261	1036	19572
Maranhão	18	856	7	686	37	1964	51	3725	348	3734
Mato Grosso	5228	391491	7460	442040	11155	752748	10745	919230	1433	45234
Brasil	14955	762028	25240	1010857	25685	1202107	51161	1725704	44167	946975

Indicador selecionado: desmatamento no Brasil

Grau de aproveitamento das oportunidades criadas por regulação ambiental global

O Brasil, por apresentar uma série de vantagens no tocante à sua grande extensão territorial, ao seu clima, à sua geografia e, principalmente, à sua matriz energética com grande participação de fontes limpas, pode ser beneficiado com a criação de uma regulação ambiental global. Mecanismos relacionados ao mercado de créditos de carbono, por exemplo, podem ser uma boa oportunidade para o recebimento de investimentos externos no país e para a exportação de biocombustíveis.

O Programa do Álcool e o do Biodiesel representam alternativas nacionais que são ambientalmente mais limpas que as adotadas na maior parte dos países. **O grau com que o país conseguirá se beneficiar de tais mecanismos, sem abrir mão do uso sustentável de seus recursos**, é uma incerteza nos próximos anos.

Box 13 – Bioenergia

A bioenergia é uma das opções-chave no processo de mitigação dos impactos gerados pelas emissões de gases de efeito estufa na atmosfera e na substituição dos combustíveis fósseis. Dentre os objetivos do milênio estabelecidos pela ONU, dois relacionam-se diretamente com o uso energético da biomassa: o primeiro (erradicar a pobreza extrema e a fome) e o sétimo (assegurar o desenvolvimento sustentável).

O Brasil é considerado uma referência mundial na questão da biomassa, graças ao sucesso do programa PROALCOOL lançado na década de 70 para diminuir a dependência externa do petróleo no período dos choques. Atualmente o país é o maior produtor mundial de cana de açúcar, graças a condições propícias de solo e clima. Em regime normal de operação de mercado, o rendimento médio nacional para cada tonelada de cana-de-açúcar moída fornece 71 kg de açúcar, 42 litros de álcool ou 11,5 toneladas de açúcares totais recuperáveis por hectare de cana-de-açúcar cultivada. O uso de bagaço como combustível equivale a 17,5 milhões de toneladas equivalentes de petróleo, o que corresponde a todo o Gás Natural e ao óleo combustível usados no País.

Um fato importante é que a energia renovável produzida pelas usinas para uso externo (principalmente o etanol) é cerca de nove vezes maior que o insumo fóssil utilizado na sua produção, tornando o processo o mais atraente entre os usos comerciais de energia alternativa no mundo, sob o ponto de vista de sustentabilidade, com a redução de emissões de gases de efeito estufa em cerca de 12,7 milhões de ton de Carbono (equivalente). A substituição da gasolina por etanol evitou emissões de 27,5 milhões de toneladas de dióxido de carbono no Brasil em 2003. Adicionalmente, a agroindústria sucroalcooleira do País gera 1 milhão de empregos diretos e abriga 60 mil produtores rurais que fornecem cana-de-açúcar.

O Brasil oferece inúmeras oportunidades para geração de eletricidade a partir da biomassa. O babaçu pode ser cultivado em áreas complementares ao cultivo da cana de açúcar e adotado como biomassa alternativa em um sistema energético. Da mesma forma o bambu também poderia ser cultivado em regime complementar ao da cana de açúcar.

Na esteira do sucesso do Proálcool como combustível nacional renovável em substituição aos derivados de petróleo, o Governo Federal lançou o Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB) para a implementação de forma sustentável, tanto técnica, como economicamente, da produção e uso do Biodiesel, com enfoque na inclusão social e no desenvolvimento regional, via geração de emprego e renda. A Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005, estabelece a obrigatoriedade da adição de um percentual mínimo de biodiesel ao óleo diesel comercializado ao consumidor, em qualquer parte do território nacional. Esse percentual obrigatório será de 5% oito anos após a publicação da referida lei, havendo um percentual obrigatório intermediário de 2% três anos após a publicação da mesma. Diferentes espécies de oleaginosas no Brasil poderão ser utilizadas na produção do biodiesel, entre elas mamona, dendê, girassol, babaçu, soja e algodão.

No final de 2005, o Governo Federal, através dos Ministérios da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, de Ciência e Tecnologia, de Minas e Energia, e de Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, publicou as diretrizes da política de agroenergia, que abrange quatro vertentes principais: (a) álcool; (b) biodiesel; (c) florestas energéticas cultivadas e (d) resíduos agroflorestais. Os principais objetivos declarados nessa política envolvem a expansão do etanol; a implantação da cadeia do biodiesel; o aproveitamento de resíduos e a expansão de florestas energéticas cultivadas; a conciliação dos desses objetivos com a produção de alimentos; o desenvolvimento tecnológico, a geração de emprego e renda, buscando a sustentabilidade dos sistemas produtivos e a valorização das vocações regionais.

Box 14 – Em busca de uma matriz energética mais limpa

O Brasil possui uma grande variedade climática e a maior biodiversidade do planeta. Essas características trazem uma grande vantagem para o país em termos de disponibilidade de recursos naturais, mas ao mesmo tempo, demandam um grande esforço de gerenciamento para garantir que exploração de tais recursos seja feita de forma sustentável.

Como salientado anteriormente, o Brasil pode vir a ter compromissos a serem atingidos no segundo período do Protocolo de Kyoto (após 2012), o que torna importante a obtenção de uma matriz energética mais limpa. A Tabela 1 a seguir, mostra uma comparação que dá idéia da vantagem comparativa brasileira em termos de utilização de fontes renováveis.

Oferta interna energia

	Brasil	OCDE	Mundo
tCO ₂ / tep de OIE	1,70	2,34	2,36
Renováveis / OIE	41%	6%	14%
Perdas* / OIE	10%	27%	26%
Dependência Externa	14%	45%	-

Fonte: BEN, 2005.

* Transmissão, distribuição e transformação.

Várias iniciativas vêm sendo implementadas no Brasil na direção de uma matriz energética mais limpa: a proposta de criação do Protocolo Verde; a criação do Conselho Empresarial de Desenvolvimento Sustentável; o Fundo Nacional do Meio Ambiente; o Programa Nacional de Meio Ambiente; a Lei das Águas; e a Lei de Crimes Ambientais. Isto mostra que a dimensão ambiental vem sendo contemplada não somente nas decisões de políticas públicas, mas também nas estratégias do setor privado.

Assim, variável ambiental não necessariamente constitui-se em impedimento para o crescimento econômico, podendo ser, na verdade, um ponto de atração de investimentos em tecnologias limpas e de desenvolvimento de fontes alternativas de energia. Estes investimentos serão importantes para o país, caso haja compromissos de redução de emissões no segundo período do Protocolo de Kyoto.

Incertezas relativas ao sistema sócio-político

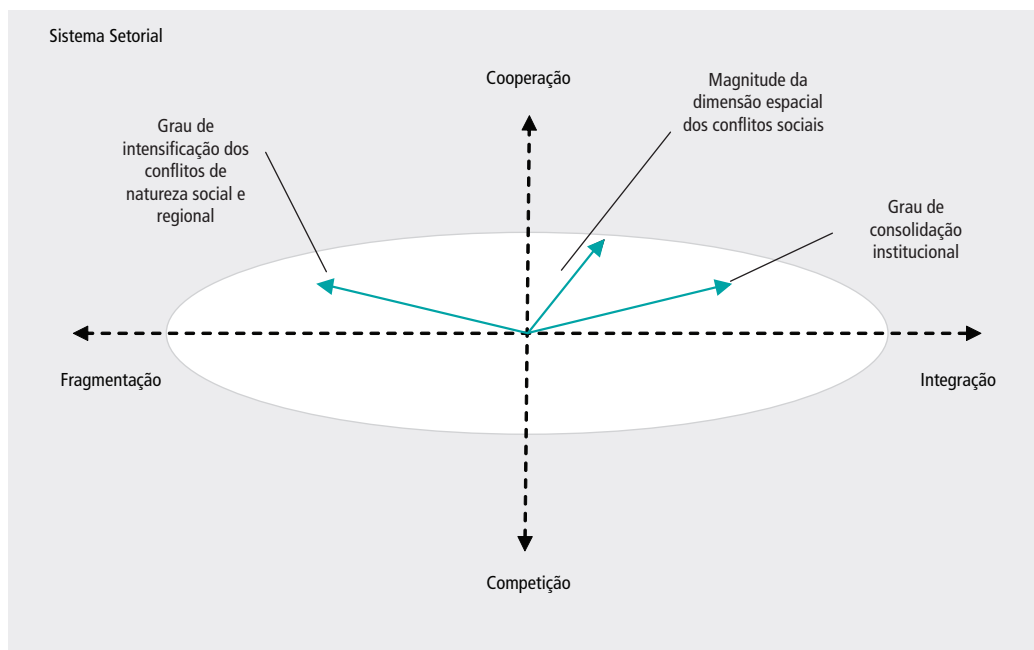
As incertezas relacionadas ao Sistema Sócio-Político referem-se ao grau de consolidação institucional, ao grau de intensificação dos conflitos de natureza social e regional e à magnitude da dimensão espacial dos conflitos sociais. A Figura 4.2, a seguir, ilustra essas incertezas.

Grau de consolidação institucional

O processo de **consolidação institucional** interna é de grande importância para o país. Em democracias jovens não são raros os períodos de maior robustez institucional intercalados com períodos de descrença e questionamento em relação às instituições. Um processo de fortalecimento institucional nesse contexto ocorre a partir do amadurecimento da sustentação popular, da criação de competências internas, de um desenho institucional mais eficiente e transparente e da formação de estruturas de proteção formal. Conforme citado anteriormente, o atual estágio da consolidação institucional no Brasil constitui-se em uma vantagem em relação a outros países emergentes em que as instituições são mais frágeis. Contudo, o processo de con-

solidação institucional é sujeito a percalços ao longo do caminho e a habilidade em contornar problemas pontuais em prol de um objetivo de fortalecimento institucional a longo prazo torna-se a questão crucial a ser analisada no horizonte estudado.

Figura 4.2 – Cenários Nacionais: Incertezas consideradas ao nível do sistema sócio-político



Grau de intensificação dos conflitos de natureza social e regional

A **intensificação ou a redução dos conflitos sociais**, traduzidos em parte por indicadores como o número de assaltos, de assassinatos e de seqüestros, certamente implicarão em diferentes cenários futuros para o Brasil. A evolução do crescimento econômico e a redução dos índices de desemprego são fatores importantes para a minimização dos conflitos, mas não podem ser tratadas como exclusivas, pois mesmo nos períodos de maior crescimento as desigualdades sociais e regionais não foram eliminadas. A capacidade de o país resolver de forma definitiva tais problemas é uma incerteza no horizonte em estudo.

Magnitude da dimensão espacial dos conflitos sociais

Em algumas regiões metropolitanas do Brasil, a densidade demográfica elevada contribuiu para a expansão de áreas com processos acelerados de favelização, em condições de habitação muito desfavoráveis, sem acesso a saneamento básico, por exemplo. De forma equivalente, em algumas regiões rurais a disputa pela posse da terra tem gerado conflitos entre proprietários e trabalhadores sem terra. **A magnitude e a intensidade dos conflitos sociais** podem gerar uma sensação maior de insegurança no país, já abalado pelos crescentes índices de violências nas suas principais capitais, e a minimização desses problemas é fundamental para o pleno desenvolvimento do país, podendo apresentar efeitos importantes para o Sistema Energético Nacional até 2030.

Tabela 4.2 – Grau de intensificação dos conflitos de natureza social e regional
Indicador selecionado: número de homicídios dolosos em 2001

Região	Número de homicídios	Taxa por cem mil habitantes
Norte	1.087	209,6
Nordeste	2.793	224,5
Centro-Oeste	916	70,7
Sudeste	8.140	178,2
Sul	739	58,3
Capital		
Vitória	187	63,2
Porto Velho	201	58,7
Recife	713	49,6
São Paulo	5.174	49,3
Rio de Janeiro	2.098	35,6
Rio Branco	87	33,3
Macapá	89	30,1
Belo Horizonte	681	30,1
João Pessoa	182	30,1
Salvador	721	29,0
Campo Grande	187	27,5
Curitiba	442	27,3
Aracaju	120	25,6
Distrito Federal	531	25,3
Belém	318	24,4
Fortaleza	521	23,9
Boa Vista	49	23,5
Maceió	192	23,5
Manaus	316	21,8
São Luiz	176	19,8
Porto Alegre	252	18,3
Palmas	27	17,9
Goiânia	198	17,8
Teresinha	93	12,8
Florianópolis	45	12,8
Natal	75	10,4

Fonte: MJ/SENASP/DECASP/Coordenação de Estatísticas e Acompanhamento das Políticas, com base em dados das Secretarias Estaduais de Segurança Pública.

Obs.: Os dados da SENASP são mais baixos que os divulgados pela SSP-RJ, porque se referem ao número de registros e não ao de vítimas.

Tabela 4.3 – Magnitude da dimensão espacial dos conflitos sociais
Indicador selecionado: favelização no município do Rio de Janeiro

Especificação	1991	2000	Aumento
nº de favelas no município do Rio	384	513	30,20%
nº de áreas carentes no Estado RJ	661	811	22,70%

Fonte: IBGE

<http://hps.infolink.com.br/peco/cb010128.htm>

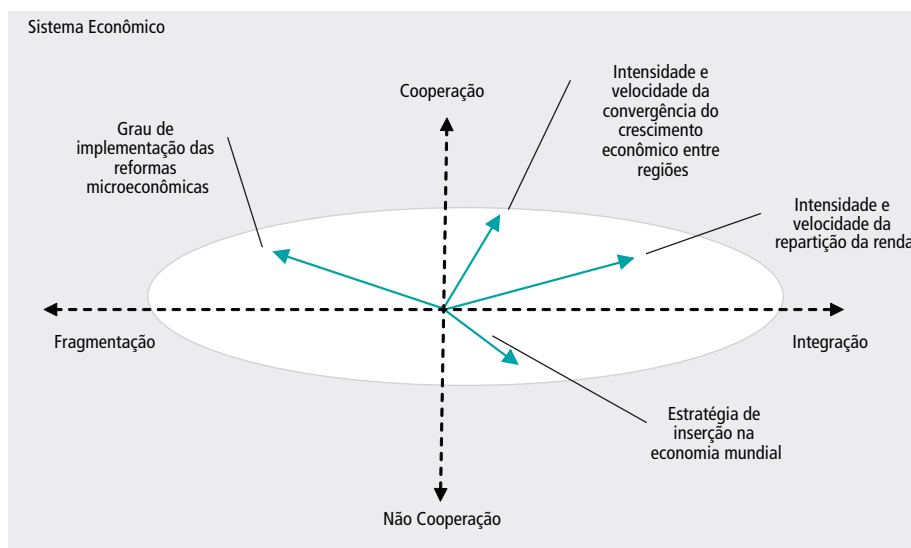
Tabela 4.4 – Magnitude da dimensão espacial dos conflitos sociais
Indicador selecionado: ranking nacional de concentração de favelas

Ranking	Cidade	Favelas
1º	São Paulo	612
2º	Rio Janeiro	513
3º	Fortaleza	157
4º	Guarulhos	136
5º	Curitiba	122
6º	Campinas	117
7º	Belo Horizonte	101
8º	Osasco	101
9º	Salvador	99
10º	Belém	93

Incertezas relativas ao sistema econômico

A intensidade e a velocidade da convergência do crescimento econômico entre as regiões, a intensidade e a velocidade da repartição da renda, o grau de implementação das reformas microeconômicas e a estratégia adotada pelo país para inserção na economia mundial foram as incertezas críticas consideradas no nível do Sistema Econômico. A Figura 4.3, a seguir, ilustra graficamente essas incertezas.

Figura 4.3 – Cenários Nacionais: Incertezas consideradas ao nível do sistema econômico



Intensidade e velocidade da convergência do crescimento econômico entre regiões

Apesar dos avanços recentes, ainda existem grandes desigualdades entre as regiões do país. Estas são traduzidas por diferenças na renda per capita, nos índices de saneamento básico, na posse de eletrodomésticos, nos Índices de Desenvolvimento Humano – IDH, nas taxas de analfabetismo, entre outras. A existência deste hiato pode criar, por exemplo, uma expectativa de crescimento mais acelerado do consumo de energia em algumas regiões, no caso de haver uma redução substancial das diferenças regionais. **A intensidade e a velocidade com que as desigualdades regionais serão reduzidas** são incertezas importantes nos cenários considerados.

Intensidade e velocidade da repartição da renda

O Brasil apresenta, historicamente, indicadores de distribuição de renda bastante desfavoráveis. O índice de Gini do país, por exemplo, está entre os mais elevados do mundo. Apesar dos avanços recentes, uma melhor repartição da renda nacional é fundamental para a redução de muitos dos problemas existentes no país, com impactos significativos na economia nacional. Por exemplo, nos períodos em que ocorreu um aumento mais significativo da renda dos grupos de menor poder aquisitivo, foram observados crescimentos ainda mais acentuados no consumo energético. A existência, hoje, de uma demanda reprimida por alguns bens e serviços provavelmente implicará na repetição de tal processo. Assim, **a intensidade e a velocidade com que ocorrerá uma melhor repartição da renda nacional** são incertezas com efeitos relevantes para a evolução da própria economia nacional.

Grau de implementação das reformas microeconômicas

Existe a possibilidade de que inúmeras reformas sejam discutidas no Congresso Nacional nos próximos anos. As reformas da Previdência, Fiscal e Trabalhista são exemplos. Sem entrar no mérito dos aspectos positivos e negativos da aprovação ou não destas reformas, pois para tal seria necessário analisar os projetos a serem discutidos, é fato que possíveis implicações deverão ser incorporadas na elaboração dos cenários. Salta aos olhos, contudo, que algumas dessas reformas vão requerer um consenso na sociedade extremamente complexo de se costurar. Nesse caso, o **grau de implementação pode variar** de acordo com as percepções objetivas (influenciadas pelas condições de crescimento do país *vis-à-vis* às do mundo e o papel da reformas nesta possível diferença) e subjetivas (noção da importância das decisões individuais sobre o destino coletivo) da população, o que acaba por influir no apoio às reformas microeconômicas.

Box 15 – Índice de desenvolvimento humano (IDH)

A qualidade de vida, embora subjetiva, está relacionada com alguns fatores mensuráveis. Por exemplo, do ponto de vista econômico, o PIB per capita tem sido usado como um instrumento de comparação de qualidade de vida entre países. Como esta medida é, sem sombra de dúvida, muito limitada para este fim, a ONU, através do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), resolveu montar um índice mais representativo, porém ainda sintético, do desenvolvimento de um país, o IDH.

Em termos práticos, o IDH é calculado usando três elementos com pesos iguais: PIB per capita corrigido pelo poder de compra da moeda do país, educação (índice de analfabetismo e taxa de matrícula em todos os níveis de ensino) e longevidade (expectativa de vida ao nascer). O índice varia de 0 (nenhum desenvolvimento humano) a 1 (desenvolvimento humano total). Países com IDH até 0,499 têm desenvolvimento humano considerado baixo; os países com índices entre 0,500 e 0,799 são considerados de médio desenvolvimento humano; países com IDH maior que 0,800 têm desenvolvimento humano considerado alto.

Com base neste índice, a ONU monitora o grau de sucesso de cada país-membro em atingir as Metas do Milênio e, no Brasil, as várias esferas de governo passaram a propor políticas públicas com a intenção de melhorar o índice de desenvolvimento regional por municípios, o IDH-M. Entretanto, o IDH-M é ajustado para considerar, dentro dos componentes que formam o índice, elementos mais adequados a uma unidade de análise menor (isto é, um município ou estado), em especial, no caso de educação.

A tabela a seguir mostra a evolução do IDH-M entre 1991 e 2000 para as Unidades da Federação.

Índice de desenvolvimento humano por unidade de federação

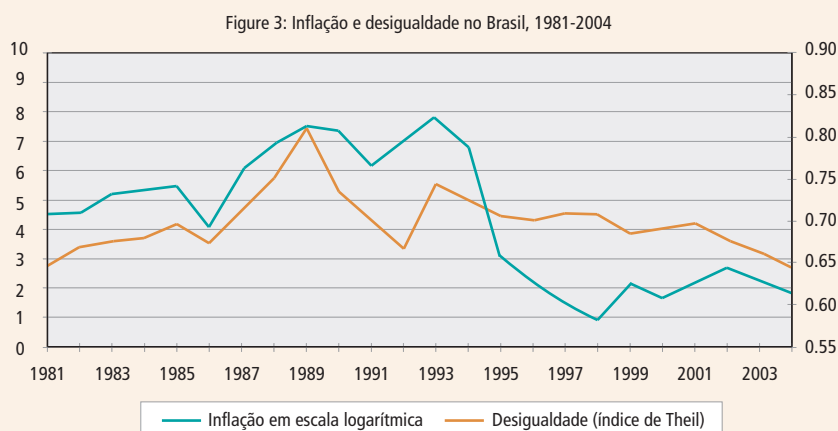
Estado	IDH-M Geral		IDH-M Renda		IDH-M Longevidade		IDH-M Educação	
Ano	1991	2000	1991	2000	1991	2000	1991	2000
DF	0,799	0,844	0,801	0,842	0,731	0,756	0,864	0,935
SC	0,748	0,822	0,682	0,750	0,753	0,811	0,808	0,906
SP	0,778	0,820	0,766	0,790	0,730	0,770	0,837	0,901
RS	0,753	0,814	0,702	0,754	0,729	0,785	0,827	0,904
RJ	0,753	0,807	0,731	0,779	0,690	0,740	0,837	0,902
PR	0,711	0,787	0,678	0,736	0,678	0,747	0,778	0,879
MS	0,716	0,778	0,675	0,718	0,699	0,751	0,773	0,864
GO	0,700	0,776	0,667	0,717	0,668	0,745	0,765	0,866
MT	0,685	0,773	0,661	0,718	0,654	0,740	0,741	0,860
MG	0,697	0,773	0,652	0,711	0,689	0,759	0,751	0,850
ES	0,690	0,765	0,653	0,719	0,653	0,721	0,763	0,855
AP	0,691	0,753	0,649	0,666	0,667	0,711	0,756	0,881
RR	0,692	0,746	0,696	0,682	0,628	0,691	0,751	0,865
RO	0,660	0,735	0,622	0,683	0,635	0,688	0,724	0,833
PA	0,650	0,723	0,599	0,629	0,640	0,725	0,710	0,815
AM	0,664	0,713	0,640	0,634	0,644	0,692	0,707	0,813
TO	0,611	0,710	0,580	0,633	0,589	0,671	0,665	0,826
PE	0,620	0,705	0,599	0,643	0,617	0,705	0,644	0,768
RN	0,604	0,705	0,579	0,636	0,591	0,700	0,642	0,779
CE	0,593	0,700	0,563	0,616	0,613	0,713	0,604	0,772
AC	0,624	0,697	0,603	0,640	0,645	0,694	0,623	0,757
BA	0,590	0,688	0,572	0,620	0,582	0,659	0,615	0,785
SE	0,597	0,682	0,582	0,624	0,580	0,651	0,630	0,771
PB	0,561	0,661	0,543	0,609	0,565	0,636	0,575	0,737
PI	0,566	0,656	0,518	0,584	0,595	0,653	0,585	0,730
AL	0,548	0,649	0,556	0,598	0,552	0,646	0,535	0,703
MA	0,543	0,636	0,505	0,558	0,551	0,612	0,572	0,738
Brasil	0,696	0,766	0,681	0,723	0,662	0,727	0,745	0,849

Box 16 – Distribuição desigual de renda

A análise de indicadores, tais como o consumo de eletricidade per capita, o PIB per capita, o índice de Gini e o Índice de Desenvolvimento Humano, mostra uma relação capaz de comprovar que de fato, os países com maior IDH, são justamente os de maior PIB per capita, maior consumo per capita e não por acaso onde a distribuição da renda é mais equitativa (menores índice de Gini).

Em relação aos países industrializados, o Brasil não é um país rico, mas, comparado a outros países em desenvolvimento, o país estaria entre os que apresentam melhores condições de enfrentar a pobreza. Segundo Barros et al. (2001), o principal problema brasileiro não está na escassez (quer seja absoluta ou relativa) de recursos, mas sim no enorme grau de desigualdade na distribuição da renda, ainda mais quando comparada com países com o mesmo nível de renda per capita do Brasil.

A evolução da distribuição de renda e da inflação mensal (em logaritmo) de 1981 a 2004. Pode-se observar que no passado recente, mesmo anos de crescimento elevado não geraram quedas mais expressivas na desigualdade da distribuição, mas o controle da inflação gerou uma trajetória de lenta redução da desigualdade.



Fonte: Ferreira et al, 2006.

O sucesso das políticas voltadas para a redução das desigualdades depende da seriedade de suas ações, de mecanismos de avaliação claros e eficientes para que o público-alvo seja realmente beneficiado por essas políticas.

Estratégia de inserção na economia mundial

A **estratégia de inserção do país** na economia mundial será função do ambiente internacional no qual esta ocorrerá e da análise dos custos e dos benefícios de cada diferente padrão de inserção. Um processo mais multilateral provavelmente consistiria de uma maior integração do sistema energético nacional, em particular com os países da América do Sul, e de um aumento dos fluxos de produtos e de serviços. Setores com vantagens comparativas mundiais poderiam ser amplamente beneficiados nesse processo, enquanto outros setores poderiam virtualmente desaparecer, frente a uma competição mais intensa. Já, por outro lado, uma inserção menos multilateral representaria a adoção de posições mais regionalizadas, ou mesmo mais individuais, reduzindo o fluxo de comércio e a integração energética entre os países. Alguns setores que antes

eventualmente desapareceriam em um ambiente de comércio mais global, poderiam sustentar sua posição em um ambiente mais restrito para os negócios internacionais.

Tabela 4.5 – Estratégia de inserção na economia mundial
Indicador selecionado: grau de abertura da economia brasileira

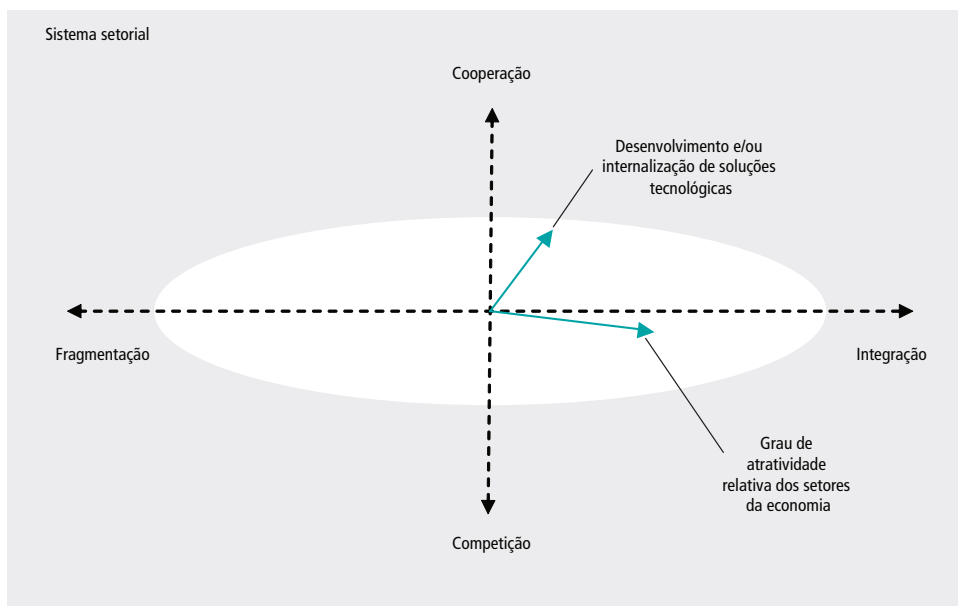
Especificação	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2004
Exportação Brasil (FOB)								
US\$ bi	2,7	8,7	20,1	25,6	31,4	46,5	55,1	96,5
Variação percentual	18,5	9,0	32,1	-5,1	-8,6	6,8	14,7	32,0
Importação Brasileira (FOB)								
US\$ bi	2,5	12,2	23,0	13,2	20,7	49,8	55,8	62,8
Variação percentual	-25,8	-3,4	26,9	-5,5	13,1	50,5	13,3	30,0
PIB								
US\$ bi	42,6	129,9	237,8	211,1	469,3	705,4	602,2	604,0
Grau de abertura (%)	12,3	16,1	18,1	18,4	11,1	13,7	18,4	26,4

Incertezas relativas ao sistema setorial

No Sistema Setorial foram consideradas duas incertezas no processo de elaboração dos cenários: o grau de atratividade relativa dos setores da economia e o desenvolvimento e/ou internalização de soluções tecnológicas.

Essas duas incertezas estão representadas na Figura 4.4, a seguir.

Figura 4.4 – Cenários nacionais: incertezas consideradas ao nível do sistema setorial



Grau de atratividade relativa dos setores da economia

O Brasil apresenta vantagens competitivas em determinados segmentos que poderão ser exploradas em ambientes de maior integração global. A elevada produtividade obtida em um grande conjunto de culturas agrícolas e a expansão dos biocombustíveis, como exemplos, poderiam sinalizar para o crescimento relativo do setor Agropecuário. Por outro lado, com maior crescimento da economia, existe uma tendência de aumento da participação relativa do setor de serviços, como mostram as experiências de outros países. Assim, a forma como se dará a evolução da estrutura setorial do PIB, refletida pela atratividade relativa dos setores, é uma importante incerteza considerada, orientando a formulação dos cenários nacionais.

Tabela 4.6 – Grau de atratividade relativa dos setores da economia
Indicador selecionado: participação do setor de serviços na economia brasileira

Período	% PIB
1970	53
1980	49
1990	60
1997	56
2003	54

Fonte: IPEA

Desenvolvimento e/ou internalização de soluções tecnológicas

A capacidade que os diversos setores da economia apresentarão no tocante ao desenvolvimento de soluções tecnológicas, bem como a intensidade com que as inovações serão internalizadas pelas empresas, serão fatores importantes para o país nos próximos anos. A busca pelo aumento da produtividade, fator tão mais crítico quanto maior for o grau de competição a que as empresas estarão sujeitas, e a capacitação interna serão variáveis importantes nesse processo. O desenvolvimento dos veículos flex fuel no Brasil e a rápida aceitação por parte dos compradores, são exemplos de avanços tecnológicos que, em curto espaço de tempo, foram amplamente disseminados.

Incertezas relativas ao sistema energético

As incertezas consideradas no Sistema Energético foram: políticas energéticas, organização industrial, regime de propriedade, arranjo comercial, arranjo institucional e capacitação para planejamento, execução e controle.

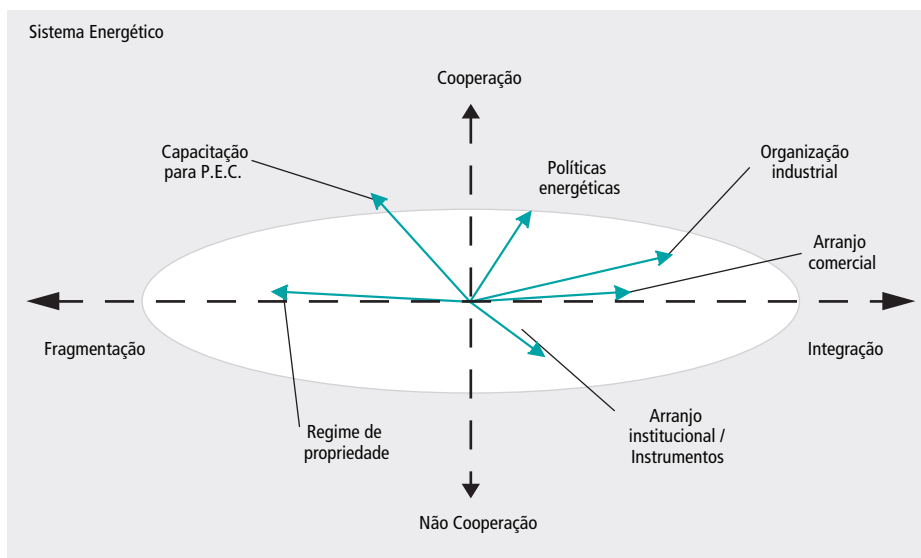
Essas incertezas são mostradas na Figura 4.5, a seguir.

Evolução das políticas energéticas

No horizonte considerado, as **políticas energéticas nacionais** poderão considerar os diferentes segmentos do setor energético (segmento de petróleo e gás natural, segmento elétrico etc.) de uma forma mais integrada ou, revertendo o processo atual, considerando e planejando individualmente cada segmento. Existe também a possibilidade de uma relativa falta de coordenação das políticas, ou seja, cada setor expandindo-se segundo diretrizes próprias e não convergentes com os interesses do país. Os resultados finais de cada padrão

de evolução certamente serão distintos, sendo os impactos tão mais positivos quanto mais convergentes as ações dos diferentes segmentos.

Figura 4.5 – Cenários nacionais: incertezas consideradas ao nível do sistema energético



Organização industrial

A **evolução da organização industrial** no setor de energia é um dos temas mais relevantes para a análise futura do setor. As fusões e aquisições recentes no setor indicam um movimento na direção de formação de empresas de energia e não apenas voltadas para uma determinada fonte energética. Além disso, há um movimento em direção a uma maior internacionalização das empresas, o que poderá gerar disputas dos grandes grupos internacionais sobre as empresas nacionais.

Regime de propriedade

Nos próximos 25 anos, **o regime de propriedade das empresas no setor energético** pode ser prioritariamente público, pode considerar uma maior participação da iniciativa privada ou pode assumir configurações mistas. A participação do setor público está condicionada à sua capacidade de financiamento, no caso de o setor caminhar para uma participação pública mais relevante, ou um aparato regulatório adequado para fazer frente a um setor onde as empresas privadas, em um cenário de maior concentração, predominam.

Arranjo comercial

Basicamente a incerteza considerada neste item refere-se à formatação de negociação entre os agentes, se mais voltada para contratos bilaterais de longo prazo ou se mais baseada nos mercados à vista, a termo e de futuros. O **arranjo comercial** pode ainda variar de acordo com o segmento da indústria energética. Outro ponto diz respeito, no caso dos contratos, ao seu grau de flexibilidade: contratos do tipo “take or pay” embutem menor flexibilidade, mas podem viabilizar preços menores no longo prazo.

Arranjo institucional / Instrumentos

Como destacado anteriormente, **o arranjo institucional** acaba por condicionar os resultados em um determinado mercado. Parte importante dentro deste arranjo refere-se tanto à consolidação institucional (obtida com maior transparência e legitimidade das decisões) quanto aos instrumentos disponíveis para a implementação eficaz das regras do setor. Em particular, duas questões relativas aos instrumentos devem ser abordadas: primeiro, se são suficientes e segundo, se são os mais adequados para atingir os objetivos propostos dentro da configuração institucional adotada.

Capacitação para planejamento, execução e controle - P.E.C.

A capacitação dos agentes do setor energético, no horizonte considerado, para o planejamento, execução e controle poderá ser alta, média ou baixa.

A seguir, a Tabela 4.7 mostra de forma mais sucinta as incertezas consideradas nos cenários nacionais.

Tabela 4.7 – Resumo das incertezas consideradas nos cenários nacionais

Sistema	Incertezas
Ambiental	Intensidade dos impactos diretos e indiretos das restrições ambientais globais sobre o ecossistema nacional; grau de convergência sobre a sustentabilidade do uso dos recursos naturais; grau de aproveitamento das oportunidades criadas por regulação ambiental global.
Sócio-Político	Grau de consolidação institucional; grau de intensificação dos conflitos de natureza social e regional; magnitude da dimensão espacial dos conflitos sociais.
Econômico	Intensidade e velocidade da convergência do crescimento econômico entre regiões; intensidade e velocidade da repartição da renda; grau de implementação das reformas microeconômicas; estratégia de inserção na economia mundial.
Setorial	Grau de atratividade relativa dos setores da economia; desenvolvimento e/ou internalização de soluções tecnológicas.
Energético	Políticas energéticas; organização industrial; regime de propriedade; arranjo comercial; arranjo institucional / instrumentos; capacitação para Planejamento, Execução e Controle- P.E.C.

Assim como nos cenários mundiais, as incertezas dos cenários nacionais foram agrupadas em grandes questões. A primeira delas diz respeito às variáveis mais diretamente associadas aos ajustes institucionais e educacionais. Estas incluem, principalmente, a implementação das reformas microeconômicas e institucionais, o grau de consolidação institucional e a convergência sobre a sustentabilidade do uso dos recursos naturais. Pode-se frisar, no entanto, que este fator crítico é de escopo bastante amplo, englobando também incertezas não diretamente tratadas no item anterior.

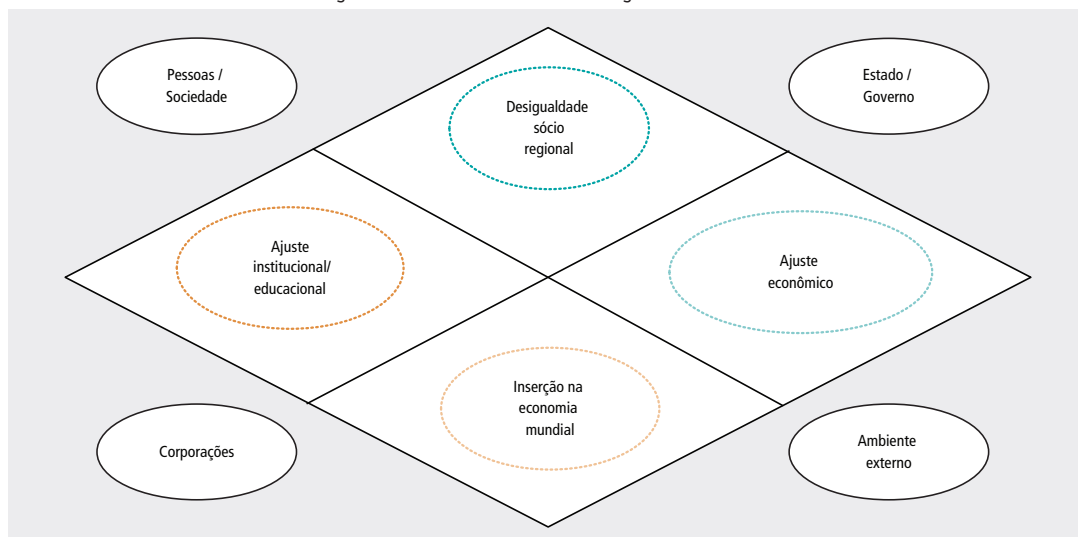
Uma segunda questão reflete as incertezas associadas aos ajustes econômicos que, em algum grau, poderão ser implementados ao longo dos próximos 25 anos. Este fator reflete principalmente os efeitos do grau de implementação das reformas microeconômicas e da gestão macroeconômica sobre a evolução do nível de emprego, a repartição da renda e ao próprio crescimento da economia nacional.

Uma terceira questão se refere ao padrão de inserção do Brasil na economia mundial. Engloba incertezas como a atratividade relativa dos setores da economia, a capacidade do país em desenvolver e internalizar novas tecnologias e a intensidade com que serão aproveitadas as oportunidades que poderão surgir com a implementação de regulações ambientais em âmbito mundial.

Por fim, a quarta questão está associada às desigualdades sociais e regionais existentes no país. Engloba temas como a repartição da renda nacional e os conflitos internos de origem social.

A Figura 4.6 a seguir ilustra as grandes questões citadas e os principais grupos envolvidos, quais sejam: o Estado ou Governo Nacional, as Corporações, a Sociedade e os agentes externos.

Figura 4.6 – Cenários nacionais e agentes envolvidos



■ 4.3. Descrição dos cenários nacionais

Para cada um dos três cenários mundiais descritos anteriormente, o Brasil pode se posicionar de modo a aproveitar as oportunidades ou se defender das ameaças criadas pelo ambiente externo. Um bom posicionamento depende de o país estar preparado de forma adequada para qualquer que seja o contexto mundial, o que significa enfrentar uma série de questões internas com graus de dificuldade diferentes e em estágios diversos de solução do problema.

O encaminhamento das principais questões – ou, dito de outro modo, a gestão mais eficaz do ambiente interno – resume-se a enfrentar os problemas a seguir, sintetizados em 4 grandes áreas:

- Ajuste institucional e educacional: questões relacionadas à educação, ao fortalecimento das instituições e ao desenho mais eficiente de Estado, entre outras.
- Ajuste macroeconômico: questões relacionadas à gestão macroeconômica com ênfase na sustentabilidade da trajetória fiscal e externa, entre outras.
- Reformas microeconômicas e setoriais: questões relacionadas à Previdência, à gestão fiscal, às relações trabalhistas, aos marcos regulatórios para setores de infra-estrutura e às políticas setoriais, entre outras.
- Desigualdade sócio-regional: questões relacionadas à distribuição de renda, ao crescimento regional, à urbanização, à pobreza, ao déficit habitacional e às condições de moradia, entre outras.

A matriz da figura a seguir representa esquematicamente os cenários criados a partir de: por um lado, o ambiente externo (primeira coluna) e, por outro lado, da gestão do ambiente interno que pode ser eficaz (segunda coluna) ou menos eficaz (terceira coluna). A combinação de um ambiente externo e uma determinada forma de administrar a questão interna gera um cenário nacional.

Figura 4.7 – Cenários Nacionais

Nacional Mundial	Gestão eficaz do ambiente interno	Gestão instável do ambiente interno
 Mundo Uno	Na crista da onda	Perdendo a onda
 Arquipélago	Surfando a marola	Pedalinho
 Ilha	Nadando contra a corrente	Náufrago

Quando o país administra bem as questões descritas anteriormente, há três possíveis cenários em que o país cresce a taxas superiores às do mundo:

- **Na crista da onda**
- **Surfando a marola**
- **Nadando contra a corrente**

Por outro lado, quando o país não consegue enfrentar a contento seus problemas domésticos, há outros três possíveis cenários em que o país cresce a taxas equivalentes às do mundo:

- **Perdendo a onda**
- **Pedalinho**
- **Náufrago**

Dos 6 cenários possíveis, analisamos a princípio apenas quatro. Esta escolha se baseou na justificativa a seguir.

Uma análise do contexto mundial atual indica que o cenário Arquipélago é bastante provável. No contexto nacional, por outro lado, é mais difícil antever hoje se a gestão dos problemas domésticos será mais ou menos eficaz no horizonte até 2030 e, portanto, os cenários **Surfando a Marola** e **Pedalinho** foram analisados. Optamos ainda por estudar os cenários mais extremos, **Na Crista da Onda** e **Náufrago**, por suas potenciais consequências para o país.

O cenário **Na Crista da onda** é caracterizado por um elevado nível de desenvolvimento econômico, marcado por uma gestão macroeconômica mais eficaz. Além disso, a implementação e o encaminhamento das reformas microeconômicas potencializam o aumento de investimentos em educação e infra-estrutura, elevando a produtividade total dos fatores e a redução dos gargalos de infra-estrutura. Os dois fatores geram um crescimento econômico mais robusto que ocorre em um ambiente institucional mais consolidado: por exemplo, a aplicação da regulação ambiental torna-se menos conflituosa, depois do correto entendimento da exploração sustentável dos recursos naturais. A inserção do país na economia mundial é feita de modo a potencializar as vantagens comparativas do país, que pode contar adicionalmente com uma marcada reversão da baixa competitividade dos fatores de produção: a qualificação da mão-de-obra é aumentada com maior escolaridade da população; a produtividade da economia sofre ainda um impulso no desenvolvimento

tecnológico dado o ambiente favorável para Pesquisa, desenvolvimento e inovação (P&D&I); e o desenvolvimento do mercado de crédito de longo prazo permite um maior investimento em máquinas e equipamentos. O desenvolvimento econômico leva a uma redução das disparidades sócio-regionais e a um aumento do poder aquisitivo da população, com impacto positivo sobre a distribuição de renda no país. Por fim, uma redução importante nos níveis de violência e de insegurança nos grandes centros urbanos são outros elementos importantes deste cenário.

No cenário **Surfando a Marola**, o crescimento da economia brasileira supera um crescimento mais moderado da economia mundial, por conta de uma gestão mais ativa no encaminhamento dos problemas internos. Há, porém, um processo mais longo na consolidação da estabilidade macroeconômica, resultado, em parte, da dificuldade de aprovação de reformas microeconômicas. Estas, ainda, impedem que os gargalos em infraestrutura sejam totalmente resolvidos. É um cenário marcado principalmente pelo esforço das corporações nacionais na conquista por mercados internacionais, ainda mais porque o mundo, dividido em blocos econômicos, oferece oportunidades parciais de aproveitamento. A produtividade total dos fatores não alcança os mesmos elevados níveis do cenário anterior, pois fica mais concentrada em nichos específicos; as restrições de capital para P&D&I levam à alternativa de internalização, limitando o desenvolvimento tecnológico; e, por fim, um mercado de crédito limitado e de difícil acesso não permite o financiamento da contínua modernização do parque produtivo. Em um cenário de processo de consolidação institucional, a aplicação da regulação ambiental não ocorre sem que haja algum tipo de conflito entre crescimento e aproveitamento dos recursos naturais. Por fim, a desigualdade sócio-regional avança modestamente, com redistribuição parcial de renda; lenta desconcentração regional do crescimento e uma pequena melhoria no quadro de instabilidade social nos grandes centros urbanos.

No cenário **Pedalinho**, o crescimento do país é equivalente ao do cenário mundial, por causa da dificuldade de enfrentar os problemas estruturais internos. Dessa forma, a gestão macroeconômica é mais turbulenta, resultado, entre outros, da dificuldade de aprovação de reformas microeconômicas. Por conta disso, o impacto sobre a infra-estrutura é significativo com gargalos em vários setores, o que impede o país de obter taxas maiores de crescimento. Com uma sustentação institucional frágil e bastante fragmentada, as disputas internas são litigiosas: por exemplo, a aplicação da regulação ambiental é frequentemente contestada. As corporações nacionais procuram seu espaço dentro do bloco econômico ao qual o país pertence, mas a ausência de soluções estruturais para as principais questões internas gera um importante limitador nas possibilidades de mercado das empresas: a baixa qualificação geral da mão-de-obra (com exceção para aquela que é absorvida nos setores mais dinâmicos); as severas restrições de capital para P&D&I e o baixo desenvolvimento tecnológico; e um mercado de crédito de difícil acesso geram uma produtividade total dos fatores muito baixa. Por fim, a desigualdade sócio-regional não melhora neste cenário: a distribuição de renda é modesta, pois concentrada em nichos específicos e em regiões do país e o quadro social ainda é relativamente pouco estável nos grandes centros urbanos.

No cenário **Náufrago** o crescimento do Brasil é no máximo igual à da média mundial. As vantagens comparativas não são potencializadas e as oportunidades de crescimento, mesmo em um ambiente externo mais conturbado, são desperdiçadas. O país vive mais um período de décadas perdidas, com importante reversão no processo de consolidação da estabilidade macroeconômica. Além disso, a paralisação das reformas microeconômicas aumenta o impacto das más condições da infra-estrutura, com gargalos expressivos em diversos

setores. O conflito permanente em que vive a sociedade – como, por exemplo, na questão ambiental – é fruto principalmente de instituições fracas e pouco transparentes, o que acaba afetando inclusive os investimentos. A falta de investimento na economia mantém o quadro de baixa competitividade dos fatores de produção, com baixa qualificação da mão-de-obra, um ambiente desfavorável para P&D&I (o que inviabiliza o desenvolvimento tecnológico e o progresso técnico) e crédito de longo prazo escasso e caro (impedindo qualquer processo de modernização do parque produtivo nacional). Por fim, a desigualdade sócio-regional denota a esgarçada de um processo que se arrasta desde o século passado com má distribuição de renda e a concentração regional do crescimento. Não por outro motivo, a intensificação da violência torna permanente a sensação de insegurança nos grandes centros urbanos, apenas um exemplo dentre os muitos indicadores da exacerbação dos conflitos sociais.

De modo a ilustrar sinteticamente a evolução dos 4 cenários discutidos, apresentamos as taxas médias de crescimento no horizonte analisado na Tabela 4.8 a seguir.

Tabela 4.8 – Taxas de crescimento do PIB
Período 2005-2030 (% a.a.)

Cenário Global	Cenário Nacional	Taxas
<i>Mundo Uno</i>	A1	Brasil > Mundo
<i>Céu de brigadeiro</i>	“Na crista da onda”	(5,1%) (3,8%)
	B1	Brasil > Mundo
<i>Arquipélago</i>	“Surfando a marola”	(4,1%) (3,0%)
<i>Redefinido fronteiras</i>	B2	Brasil ≈ Mundo
	“Pedalinho”	(3,2%) (3,0%)
<i>Ilhas</i>	C	Brasil ≈ Mundo
<i>Cabo de guerra</i>	“Náufrago”	(2,2%) (2,2%)

■ 4.4. Cenário na Crista da Onda

Aspectos institucionais

• Reformas institucionais / Regulação ambiental mundial

As transformações ocorridas na economia brasileira nas duas décadas do século ocorreram simultaneamente ao esforço de aprofundamento das reformas institucionais e regulatórias. A evolução da reforma política ocorrida ao longo destas décadas foi fundamental para o estabelecimento de um novo grau de legitimidade e de transparência nas instituições, em especial no Legislativo, desgastado e contestado na sua forma tradicional de atuação devido às recentes inovações tecnológicas, introduzidas pela urna eletrônica e pelos plebiscitos via internet. A reforma do Estado e as novas instituições supra-nacionais no âmbito do mercado global são reflexo da evolução da sociedade brasileira na direção de uma maior globalização.

Ao mesmo tempo, o fortalecimento dos instrumentos e da regulação ambiental no âmbito global potencializou estes posicionamentos do Brasil e consolidou a criação, não apenas dos mecanismos de desenvolvimento limpo (MDL), mas também de novas taxas sobre viagens e serviços internacionais.

Panorama econômico

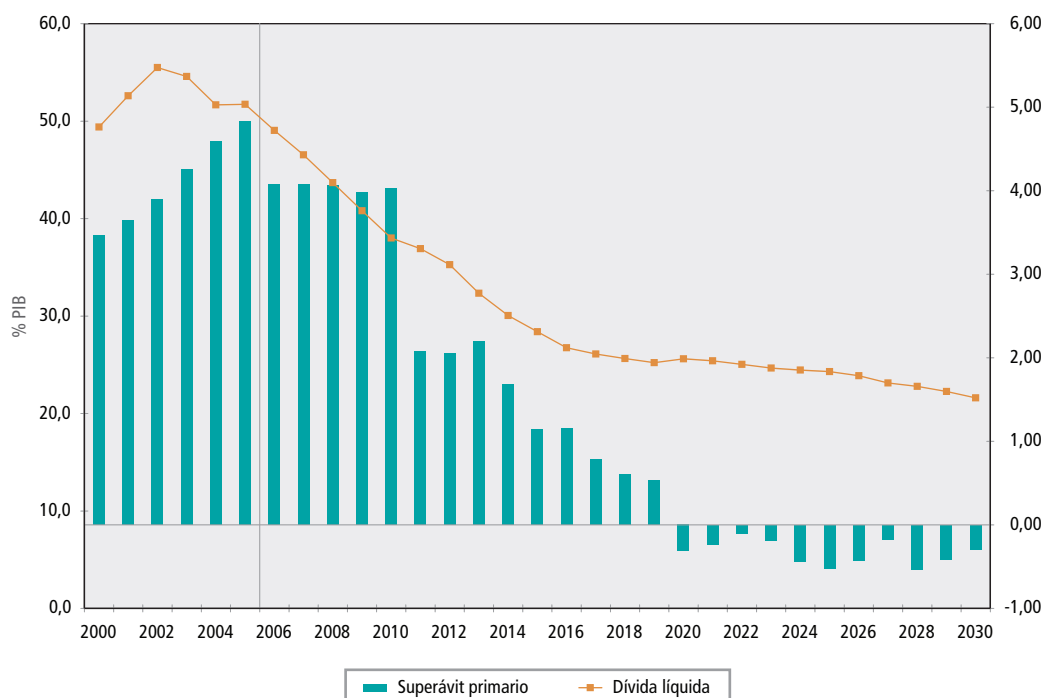
• Crescimento / Questão fiscal / Investimento / Parte externa / Inflação / Emprego / PTF / Atratividade relativa dos setores / Soluções tecnológicas

As condições favoráveis da economia mundial na primeira e na segunda década do século foram condi-

cionantes principais para o equacionamento do problema do desequilíbrio fiscal e da vulnerabilidade externa que perduravam na economia brasileira desde o século passado. O elevado nível de desenvolvimento econômico atual não poderia ocorrer sem os ajustes nas décadas anteriores.

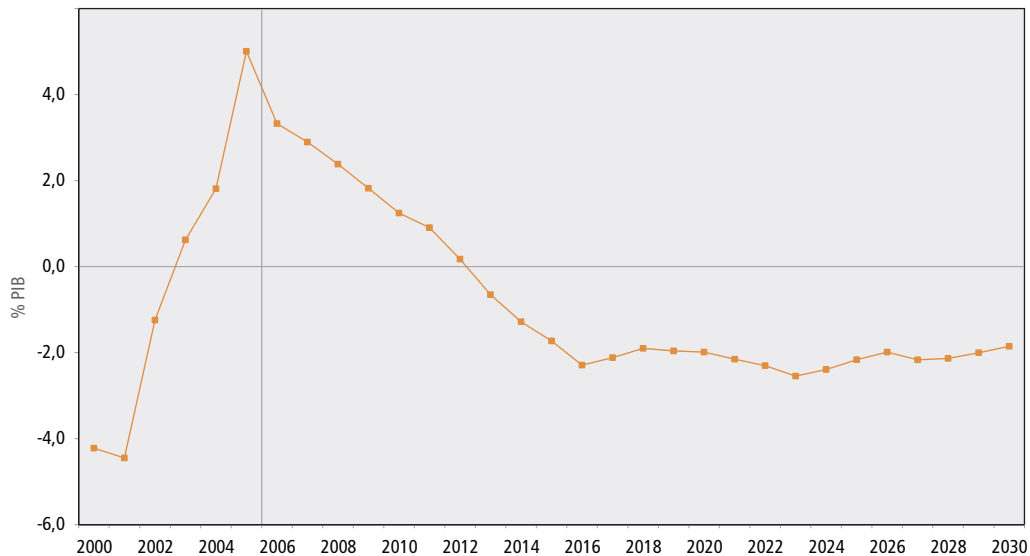
A política fiscal contou com a maturação das políticas mais eficientes de gestão tributária em alguns setores, que reduziram a sonegação e consolidaram os instrumentos de controle do endividamento de Estados e Municípios, e com a Reforma da Previdência, que permitiu o equacionamento do déficit estrutural. Aliás, com o crescimento da expectativa de vida no mundo, vários países vêm ajustando seus sistemas de previdência social, para a nova realidade atuarial. A manutenção do esforço de ajuste fiscal, com os sucessivos superávits primários, e a queda dos juros reais consolidada na segunda década deste século, permitiu a redução do pagamento de juros da dívida pública como proporção do PIB e a própria redução da relação dívida/PIB.

Figura 4.8 – Dívida total líquida e superávit primário



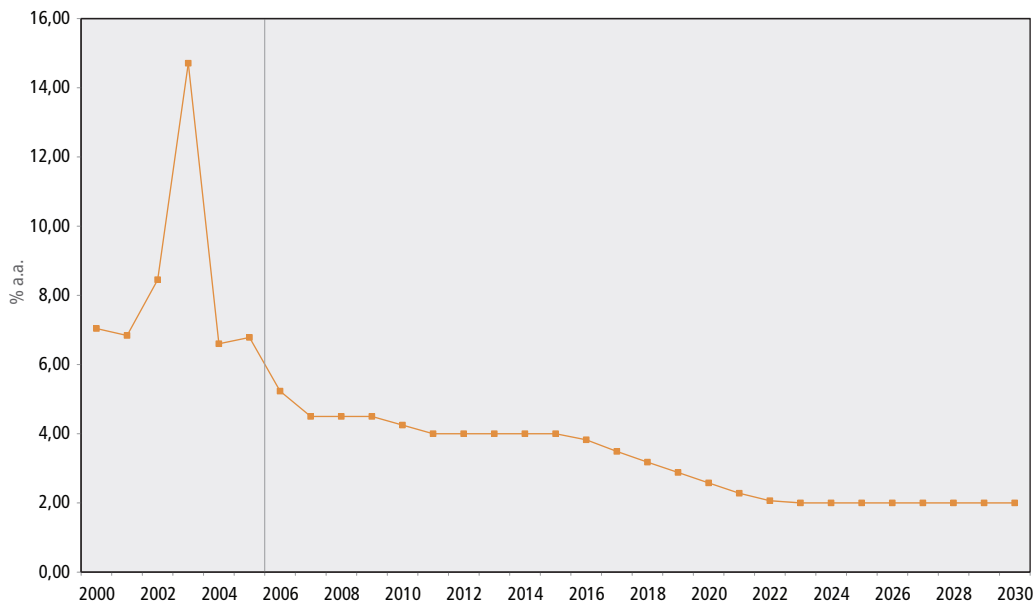
Outro efeito positivo do ajuste fiscal e do afrouxamento da política monetária foi o retorno dos fluxos de investimento externo direto e a redução dos capitais de curto prazo, que criavam distorções sobre o nível da taxa de câmbio. A atual política cambial, que já na primeira década do século era de câmbio flexível, com atuações pontuais do BACEN, foi mantida. Ao longo da primeira década, foram os elevados preços das commodities e semi-industrializados no mercado internacional, fruto do crescimento da demanda mundial e da abertura de novos mercados que permitiram ao Brasil manter saldos elevados na balança comercial. Esta conjuntura favorável foi suficiente para que o acúmulo de reservas e o processo de ajuste macroeconômico e microeconômico preparassem o país para a pequena reversão que se seguiu na economia mundial, decorrente do gradual ajuste nos déficit gêmeos da economia norte-americana, concluído ao final da segunda década do século.

Figura 4.9 – Saldo em transações correntes
Brasil, 2000-2030



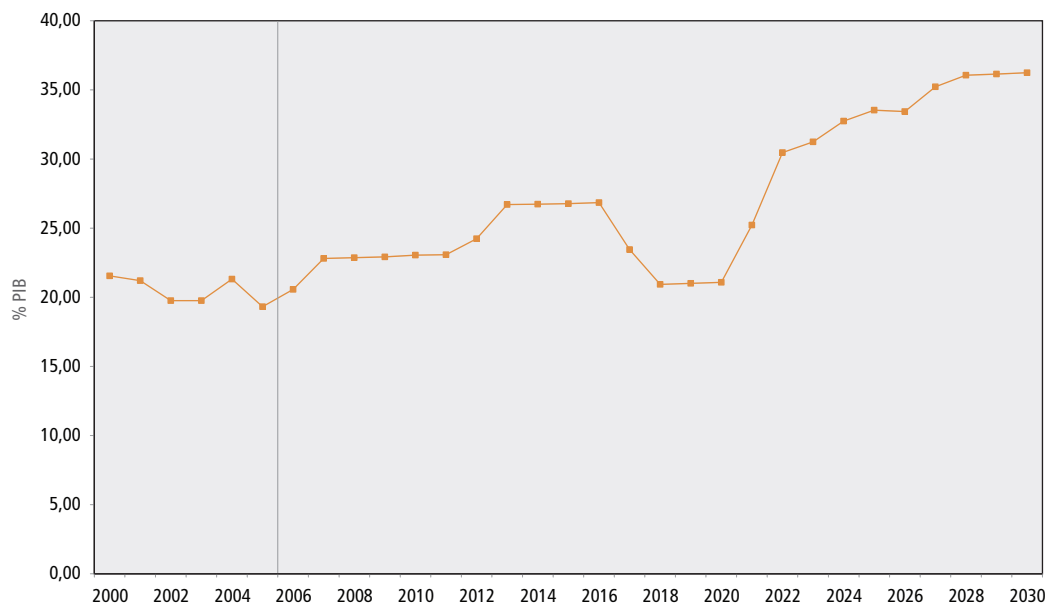
A política de metas de inflação logrou êxito e a baixa volatilidade da inflação dos níveis atuais se justifica pela estabilidade macroeconômica alcançada, pelo nível de *investment grade* obtido nas primeiras décadas do século e pela seqüência de gerações vivendo sob a baixa inflação.

Figura 4.10 – Taxa de inflação
Brasil, 2000-2030



Não poderíamos deixar de mencionar também o processo de recuperação do nível salarial e do emprego que vem ocorrendo e a conseqüente melhoria de distribuição de renda observada nas últimas décadas. Estas foram resultantes da maturação de políticas governamentais eficientes na área de educação, no fomento de indústrias específicas e no desenvolvimento regional, além do aumento da poupança disponível na economia, com o conseqüente aumento do nível de investimento e elevação da produtividade total dos fatores.

Figura 4.11 – Taxa de investimento
Brasil, 2000-2030



A redução substancial da relação dívida / PIB não apenas viabilizou o acesso ao crédito a novos agentes econômicos, como também permitiu que novas prioridades de investimento público fossem postas em prática, em especial no segmento de educação. O distanciamento em relação às outras nações foi um alerta para os governantes brasileiros nos três esferas de governo.

Contribuiu para a melhoria de produtividade também o progresso técnico, fruto de desenvolvimento de tecnologia nacional e fruto da maior transferência de tecnologia, permitida pela prática de alianças cooperativas no âmbito corporativo.

Vale ressaltar que o país tem se destacado pela inovação em alguns nichos nos quais possui vantagens comparativas. Esta tendência, pode-se dizer, foi iniciada com o caso de sucesso que tem sido o álcool da cana de açúcar e os carros *flex-fuel*.

As vantagens comparativas na agroindústria e em alguns nichos de semi-manufaturados têm contribuído com o saldo positivo na conta corrente nestes últimos anos. Mas vale destacar o aumento da participação da receita de serviços nesses anos, fruto do aumento do fluxo de turismo e do aumento da participação do país no mercado de telecomunicações.

Aspectos sócio-regionais

- Repartição da renda / Grau de intensificação dos conflitos de natureza social e regional / Dimensão espacial dos conflitos

A atuação brasileira na comunidade internacional em prol da redução das desigualdades tem conscientizado importantes instituições e corporações, as quais têm desenvolvido novas iniciativas em países ainda necessitados, inclusive no Brasil. Isto se traduz, em outra esfera, na redução da violência urbana, inclusive noticiada na mídia mundial como um novo caso de sucesso, potencializando o aumento do turismo inclusive. Além da melhora das condições econômicas, os programas municipais de inclusão social, a difusão da prática de responsabilidade social pelas corporações e o espírito humanista e solidário vêm auxiliando a redução da violência em geral, em especial, aquela sistêmica e generalizada que era caracterizada pela favelização crescente de centros urbanos, típico da primeira década do século.

Uma discussão importante nos anos recentes tem sido a prática do desenvolvimento sustentável na Amazônia. As licitações das concessões de exploração de áreas instituídas na primeira década do século tiveram sucesso, embora a coordenação dos diversos interesses sobre a região tenha reduzido o potencial de aproveitamento dos recursos naturais, em especial do potencial de aproveitamento energético. Atualmente permanece a discussão nos fóruns internacionais acerca do benefício a ser dado para o Brasil devido à manutenção deste *patrimônio da humanidade*.

A Última década (2020-2030)

Nesta última década a economia nacional passou pela melhor fase da sua história. Apesar do esfriamento do crescimento econômico mundial, o crescimento sustentado no país permitiu aprofundar o equacionamento do passivo social e descentralizar o crescimento antes bastante focado no eixo Sul-Sudeste.

O relativo descolamento do crescimento do Brasil da economia mundial foi fruto do aumento do mercado interno, em especial devido à melhora na distribuição de renda, o que gerou crescimento vertiginoso em vários nichos da indústria (alimentos e bebidas, linha branca, automobilístico) e no setor de serviços, mas, sobretudo, no grande crescimento verificado nos últimos anos da construção civil. A disponibilidade de crédito imobiliário acessível, após a queda nas taxas de juros e o alongamento permitido com o aumento da poupança interna disponível, foram alguns dos condicionantes para o *boom* da construção civil. Os programas de habitação popular, as grandes obras de infra-estrutura, e o chamado “consumo formiga” de materiais de construção também impulsionaram este setor.

Os projetos de infra-estrutura, incluindo os de integração energética potencializaram o desenvolvimento das regiões Norte e Nordeste. A intensidade e velocidade da repartição da renda nestas regiões também refletem as políticas educacionais das décadas anteriores, que lograram manter pelo menos uma geração na escola e, que agora, colhem os frutos em termos de capacitação técnica e maior qualificação da mão-de-obra em geral e consequentemente de produtividade. A grande disponibilidade de recursos naturais, juntamente com a maior oferta de pessoal qualificado e solução de gargalos de infra-estrutura são condicionantes que, para as próximas décadas, prometem um grande impulso de desenvolvimento econômico para estas regiões.

A maior dificuldade nesta última década foi o equacionamento do passivo na área de saúde. Durante muitos anos outras prioridades dificultaram a elevação do padrão de qualidade do segmento de saúde, em especial no acesso e na difusão das novas tecnologias para toda a população. Os programas de saúde em vigor

atualmente procuram resolver este passivo e também têm injetado grandes somas de recursos públicos no setor de serviços.

O setor de serviços vem sendo revolucionado no mundo todo devido às inovações tecnológicas e à rápida penetração no mercado destas inovações. As novas tecnologias de transmissão de informações permitiram a conectividade em qualquer lugar, e isto tem valorizado algumas localidades antes distantes dos principais centros consumidores.

Figura 4.12 – Renda per capita
Brasil, 2000-2030

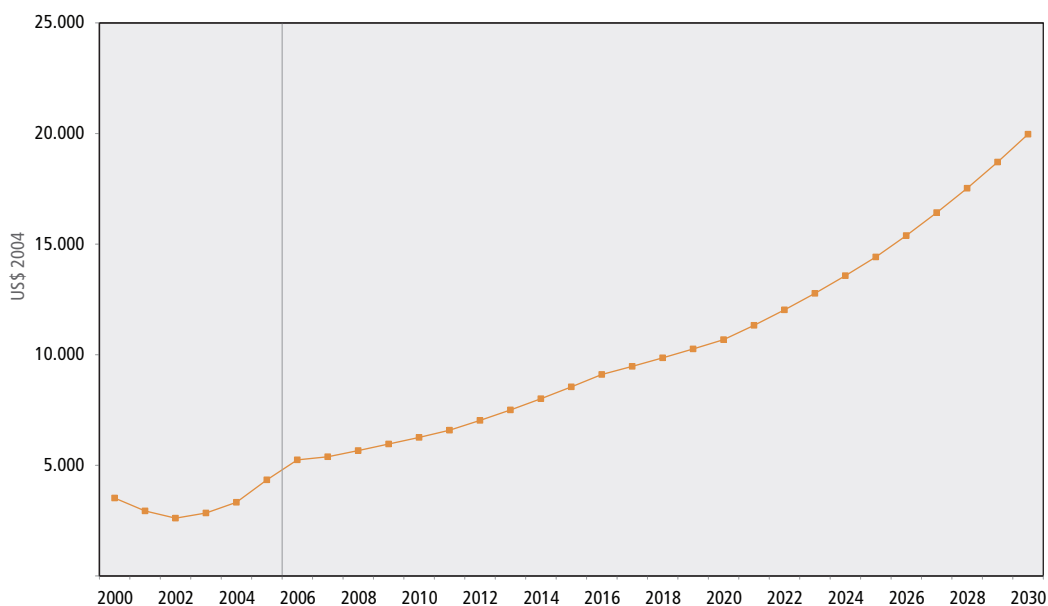


Tabela 4.9 – Matriz morfológica do cenário na Crista da Onda

Sistema ambiental						
Intensidade dos impactos diretos e indiretos das restrições ambientais globais sobre o ecossistema nacional	Alta		Média		Baixa	
Grau de convergência sobre a sustentabilidade do uso dos recursos naturais	Mais rápida		Mais lenta		Nula	
Grau de aproveitamento das oportunidades criadas por regulação ambiental global	Alta participação		Média participação	Baixa participação	Sem oportunidades	
Sistema sócio-político						
Grau de consolidação institucional	Maior		Menor		Estável	
Grau de intensificação dos conflitos de natureza social e regional	Maior		Estabilização		Menor	
Magnitude da dimensão espacial dos conflitos sociais	Alta		Média		Baixa	
Sistema econômico						
Intensidade e velocidade da convergência do crescimento econômico entre regiões	Alta Rápida	Alta Média	Média Média	Média Lenta	Baixa Lenta	
Intensidade e velocidade da repartição da renda	Alta Rápida	Alta Média	Média Média	Média Lenta	Média Lenta	Baixa Média
Grau de implementação das reformas microeconômicas	Completo		Parcial		Nulo	
Estratégia de inserção na economia mundial	Mais multilateral			Menos multilateral		
Sistema setorial						
Grau de atratividade relativa dos setores da economia	Maior participação Serviços		Maior participação Agropecuária		Manutenção	
Desenvolvimento e/ou internalização de soluções tecnológicas	Maior Alta	Menor Alta	Menor Média	Menor Baixa	Maior Baixa	
Sistema energético						
Políticas energéticas	Integradas		Setoriais		Descoordenadas	
Organização industrial	Concentrada Verticalizada		Concentrada Desverticalizada	Mais aberta Verticalizada	Mais aberta Desverticalizada	
Regime de propriedade	Maior participação pública		Misto		Maior participação privada	
Arranjo comercial	Mais LP Mais flexível		Mais LP Menos flexível	Mais CP Mais flexível	Mais CP Menos flexível	
Arranjo institucional / Instrumentos	Mais adequado Suficientes		Mais adequado Insuficientes	Menos adequado Suficientes		Menos adequado Insuficientes
Capacitação para P.E.C.	Alta		Média		Baixa	

■ 4.5. Cenário Surfando a Marola

Aspectos institucionais

• Reformas institucionais / Regulação ambiental mundial

Os avanços no marco regulatório dos mercados permitiram ao país o adequado aproveitamento da dinâmica da concorrência entre empresas, em mais um exemplo do contínuo fortalecimento das instituições nacionais. Sua consolidação, no entanto, ainda depende do desafio de responder apropriadamente à maior intensificação dos conflitos ligados a temas sociais. Assim, questões como invasões de terras, conflitos agrários na Amazônia e tráfico de drogas ganham maior dimensão no país e, das instituições, é demandado esforço mais intenso para manutenção da ordem econômica e social do país.

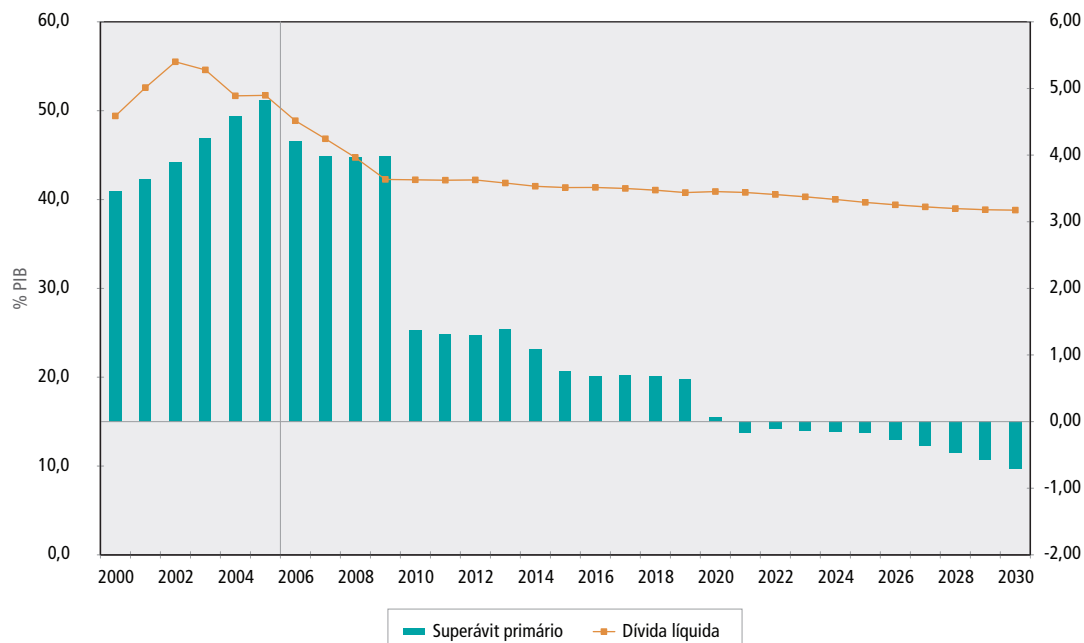
Em relação à regulação ambiental no âmbito global, as vantagens do país no mercado de crédito de carbono não puderam ser plenamente aproveitadas. O país aproveita, via projetos privados, as poucas alternativas de instrumentos de mercado criadas internacionalmente para mitigação dos impactos ambientais. Motivadas pelas práticas globais disseminadas quanto ao meio ambiente, as corporações reproduzem este comportamento no país, fazendo com que avanços na área ambiental fiquem estagnados ou avancem de forma mais lenta. Neste contexto de prevalência das corporações, as oportunidades de negócios na área de meio ambiente (tais como aproveitamento de créditos de carbono e bolsas de resíduos) são aproveitadas quando identificadas como econômicas. Isto tende a favorecer projetos específicos de usos de fontes alternativas que sejam elegíveis a estes projetos.

Panorama econômico

• Crescimento / Questão fiscal / Investimento / Parte externa / Inflação / Emprego / PTF / Atratividade relativa dos setores / Soluções tecnológicas

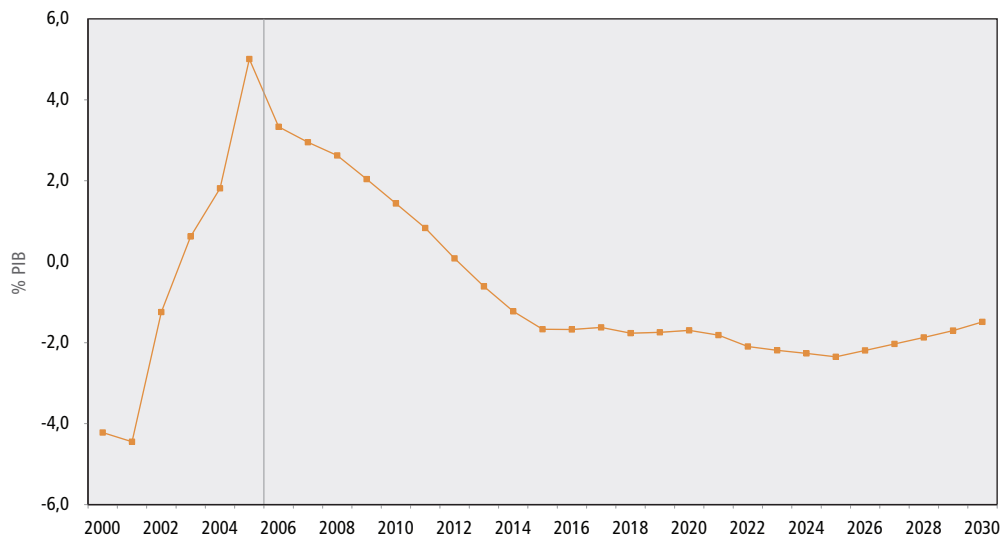
A economia brasileira tem se beneficiado, até certo ponto, do ambiente favorável aos negócios que vem sendo observado na economia internacional, em particular nos nichos em que possui maiores de vantagens competitivas. O atual nível de desenvolvimento econômico apesar de manter relativamente a estrutura de crescimento da economia, vem apresentando, desde a década de 20, uma pequena melhora no desempenho relativo entre as regiões do país. Isto não teria sido possível sem a manutenção da responsabilidade fiscal e sem o monitoramento da questão da vulnerabilidade externa, principalmente durante a queda do crescimento do comércio mundial ocorrida depois da primeira década do século, resultado do ajuste interno da economia norte-americana.

A política fiscal, por um lado, se beneficiou com a maior eficiência da administração tributária, por conta tanto de mecanismos mais eficazes de fiscalização quanto pelo aumento da formalidade com a consolidação da reforma trabalhista. Entretanto, a reforma da Previdência, embora com nítidos avanços em relação ao sistema do início do século, não foi capaz de resolver alguns desajustes estruturais, como, por exemplo, o enfrentamento da questão do envelhecimento da população. A manutenção da responsabilidade fiscal permitiu a consolidação do processo de juros reais relativamente baixos na segunda década deste século e, como consequência, a redução da relação dívida/PIB.

Figura 4.13 – Dívida total líquida e superávit primário
Brasil, 2000-2030

Ao longo da primeira década, os elevados preços das *commodities* e semi-industrializados no mercado internacional, reflexos tanto do crescimento da demanda mundial quanto da abertura de mercados dentro do bloco, permitiram ao Brasil alcançar saldos positivos na balança comercial, ainda mais por conta da restrição a importações de outros blocos. A política cambial continua seguindo o regime de câmbio flexível com atuações esporádicas do BC no mercado de divisas. Assim, mesmo durante o ajuste norte-americano nos seus déficits gêmeos, o país conseguiu passar relativamente incólume à redução do ritmo de crescimento do comércio mundial (gerada pela significativa contração de demanda dos Estados Unidos até o final da segunda década do século) graças ao encaminhamento das principais questões internas a partir do final da década de 10.

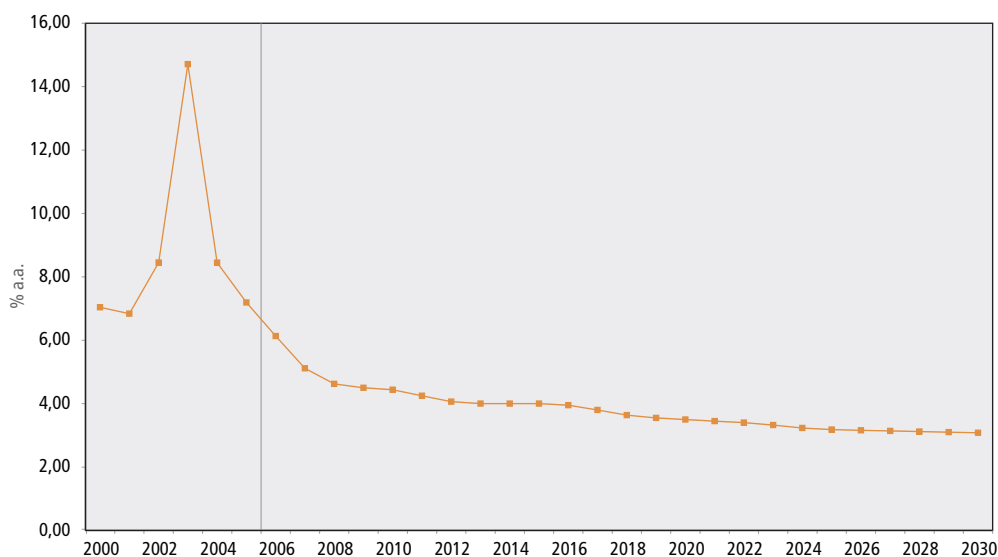
Figura 4.14 – Saldo em transações correntes
Brasil, 2000-2030



Os fluxos de investimento externo direto sofreram pequena reversão durante o processo de ajuste norte-americano, mas logo retomaram níveis compatíveis com as oportunidades existentes nos setores com boa inserção na economia mundial.

A política de metas de inflação foi bem sucedida em trazer a inflação aos mesmos níveis observados nos países desenvolvidos, resultado tanto da boa gestão macroeconômica quanto do bom encaminhamento dado às questões microeconômicas.

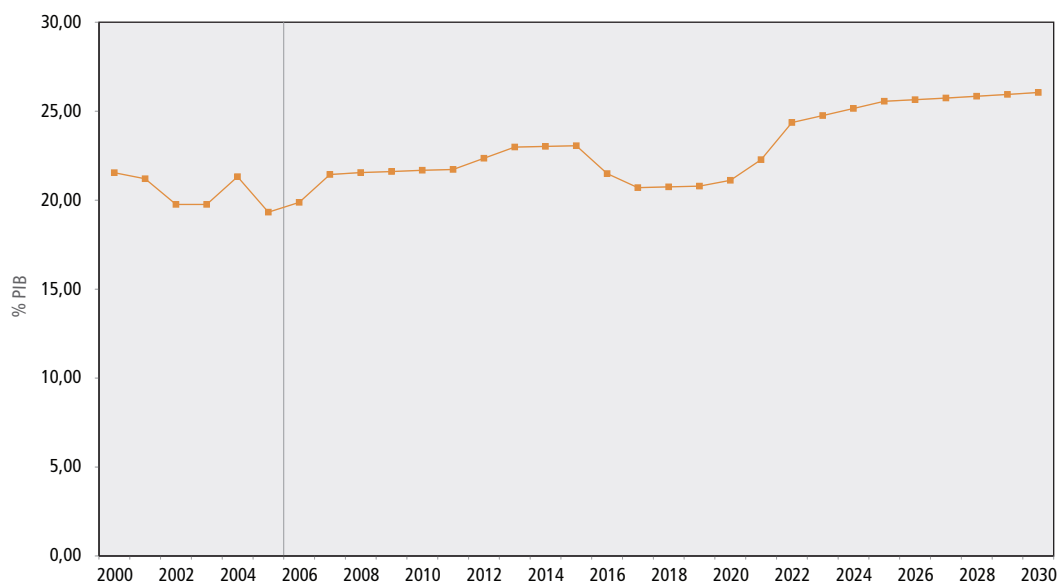
Figura 4.15 – Taxa de inflação
Brasil, 2000-2030



O crescimento do nível salarial e do emprego observado nos últimos anos ficou concentrado nos setores com vantagens comparativas. Entretanto, a flexibilização introduzida pelas reformas trabalhistas possibilitou que outros setores, mesmo sem vantagens comparativas, mas relacionados com os setores mais dinâmicos da economia, pudessem também se desenvolver e, com isto, manter a demanda por trabalho aquecida.

A estabilidade macroeconômica que se seguiu após o combate à inflação, deu ênfase aos ajustes microeconômicos, mesmo que parciais e focados no aumento de produtividade de alguns setores da economia. Em particular, os investimentos externos impulsionaram setores atrativos ao capital com foco para exportação (agropecuária e os semi-industrializados). Por outro lado, o desenvolvimento tecnológico não alcançou sua plenitude em um mundo ainda fragmentado em blocos. A transferência de tecnologia esteve limitada apenas aos membros do bloco no qual o Brasil se insere, embora algumas soluções encontradas estejam sendo tentadas internamente.

Figura 4.16 – Taxa de investimento
Brasil, 2000-2030



As vantagens competitivas na agroindústria e em nichos de semi-manufaturados e de manufaturados têm contribuído com o saldo positivo na conta corrente nestes últimos anos. Pertencer a um bloco econômico tem custos e benefícios: por um lado, algumas vantagens poderiam ter melhor aproveitamento em um mundo mais multilateral, visto que, em alguns setores, estamos entre os mais eficientes produtores mundiais. Por outro lado, alguns setores exportadores incorreriam em sérias perdas, pois suas vantagens se limitam claramente às fronteiras do bloco.

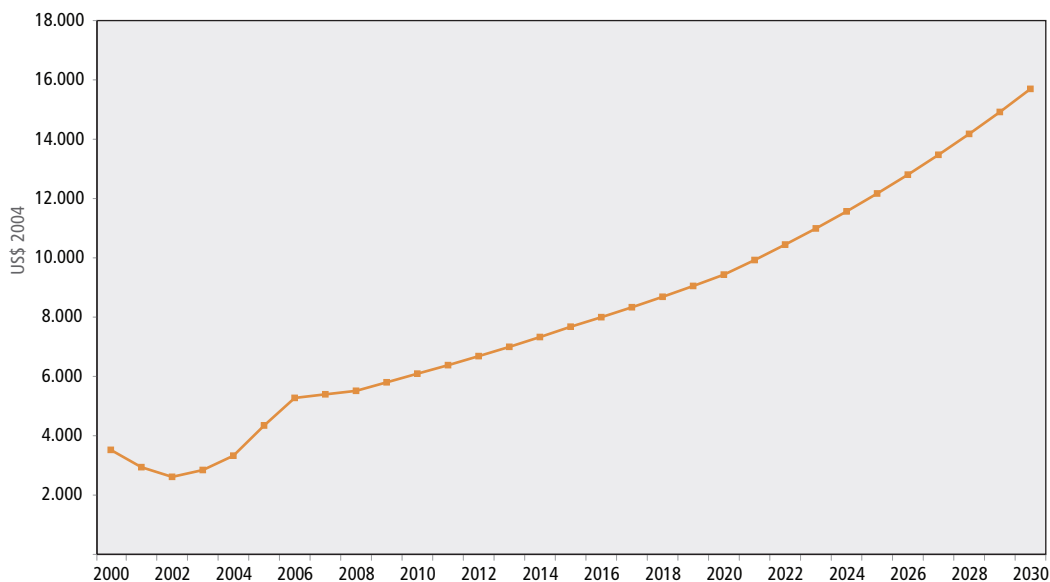
Aspectos sócio-regionais

- Repartição da renda / Grau de intensificação dos conflitos de natureza social e regional / Dimensão espacial dos conflitos

Se por um lado, o equacionamento macroeconômico tem sido positivo para alavancar setores da economia, as políticas públicas ainda não têm sido suficientes para aumentar a intensidade e velocidade da repartição da renda nacional. O receio do descontrole fiscal restringiu parcialmente a atuação do Estado no exercício de políticas públicas, cuja capacidade de atuação no equacionamento do elevado passivo social acumulado no século passado tem sido insuficiente, apesar do aumento das verbas orçamentárias destinadas à questão social, o que acaba por se refletir na atual magnitude espacial dos conflitos sociais.

Uma discussão importante nos anos recentes tem sido a prática do desenvolvimento sustentável na Amazônia. Entretanto, a implementação da regulação ambiental no país ainda permanece conflituosa, apesar de vários pontos de atrito do passado terem sido dirimidos ao longo dos anos. Isto restringiu severamente o potencial de aproveitamento dos recursos naturais, em especial do potencial de aproveitamento energético.

Figura 4.17 – Renda per capita
Brasil, 2000-2030



A última década (2020-2030)

Nesta última década, a economia nacional cresceu, embora mantendo seu caráter relativamente desigual. É certo que esta desigualdade poderia ter se acentuado, não fosse uma gestão mais eficaz dos problemas internos, possibilitando reduzir de forma significativa o chamado “Custo Brasil”. Em termos regionais, nesta última década, a convergência de crescimento econômico ainda foi lenta, ainda que se observem melhorias no PIB per capita regional, mas a distância entre as regiões não se alterou significativamente, apesar da diminuição do desnível. Como corolário, a distribuição de renda ainda se mostra heterogênea intra e inter-regionalmente.

O aumento de produtividade da economia também é limitado aos setores mais ligados às atividades exportadoras. A flexibilização introduzida pela nova legislação trabalhista permitiu que os ganhos advindos da formação do bloco econômico ao qual o país pertence pudessem se espalhar para outros setores, mesmo sem vantagens comparativas significativas. Por outro lado, as corporações procuram incentivar a formação de mão-de-obra especializada apenas para os setores mais dinâmicos, mas sem preocupações quanto ao equacionamento geral do problema educacional, papel essencialmente associado ao Estado, conforme percepção da sociedade na década atual.

A integração da infra-estrutura energética na América Latina se consolidou através das estratégias das grandes empresas multinacionais instaladas na região, que aproveitaram as boas oportunidades de mercado e o acesso a reservas dos países. Os projetos desenvolvidos foram apenas aqueles que se mostraram economicamente vantajosos dentro das estratégias corporativas de utilização dos recursos energéticos da região.

■ 4.6. Cenário Pedalinho (B2)

Aspectos institucionais

- Reformas institucionais / Regulação ambiental mundial

O país não tem mostrado muitos avanços sobre como resolver os conflitos de interesse em torno dos seus recursos naturais, já que a fragmentação das instituições nacionais é notória. Os direitos de propriedade têm sido alvos de contestação no judiciário que, por conta de uma legislação pouco homogênea, tem baseado suas decisões com base no caráter social dos litígios.

Em relação à regulação ambiental no âmbito global, as vantagens do país no mercado de crédito de carbono não puderam ser totalmente aproveitadas tanto por problemas mundiais – já que o mercado não se desenvolveu a contento – como por problemas internos – resultantes de legislação ambiental pouco clara. Poucos projetos privados apresentam-se economicamente viáveis como oportunidades de negócios na área de meio ambiente.

Tabela 4.10 – Matriz morfológica do cenário Surfando a Marola

Sistema ambiental						
Intensidade dos impactos diretos e indiretos das restrições ambientais globais sobre o ecossistema nacional	Alta		Média		Baixa	
Grau de convergência sobre a sustentabilidade do uso dos recursos naturais	Mais rápida		Mais lenta		Nula	
Grau de aproveitamento das oportunidades criadas por regulação ambiental global	Alta participação		Média participação		Baixa participação	Sem oportunidades
Sistema sócio-político						
Grau de consolidação institucional	Maior		Menor		Estável	
Grau de intensificação dos conflitos de natureza social e regional	Maior		Estabilização		Menor	
Magnitude da dimensão espacial dos conflitos sociais	Alta		Média		Baixa	
Sistema econômico						
Intensidade e velocidade da convergência do crescimento econômico entre regiões	Alta Rápida	Alta Média	Média Média		Média Lenta	Baixa Lenta
Intensidade e velocidade da repartição da renda	Alta Rápida	Alta Média	Média Média	Média Lenta	Média Lenta	Baixa Média
Grau de implementação das reformas microeconômicas	Completo		Parcial		Nulo	
Estratégia de inserção na economia mundial	Mais multilateral			Menos multilateral		
Sistema setorial						
Grau de atratividade relativa dos setores da economia	Maior participação Serviços		Maior participação Agropecuária		Manutenção	
Desenvolvimento e/ou internalização de soluções tecnológicas	Maior Alta	Menor Alta	Menor Média		Menor Baixa	Maior Baixa
Sistema energético						
Políticas energéticas	Integradas		Setoriais			Descoordenadas
Organização industrial	Concentrada Verticalizada		Concentrada Desverticalizada		Mais aberta Verticalizada	Mais aberta Desverticalizada
Regime de propriedade	Maior participação pública		Misto		Maior participação privada	
Arranjo comercial	Mais LP Mais flexível		Mais LP Menos flexível		Mais CP Mais flexível	Mais CP Menos flexível
Arranjo institucional/Instrumentos	Mais adequado Suficientes		Mais adequado Insuficientes		Menos adequado Suficientes	Menos adequado Insuficientes
Capacitação para P.E.C.	Alta		Média			Baixa

Panorama econômico

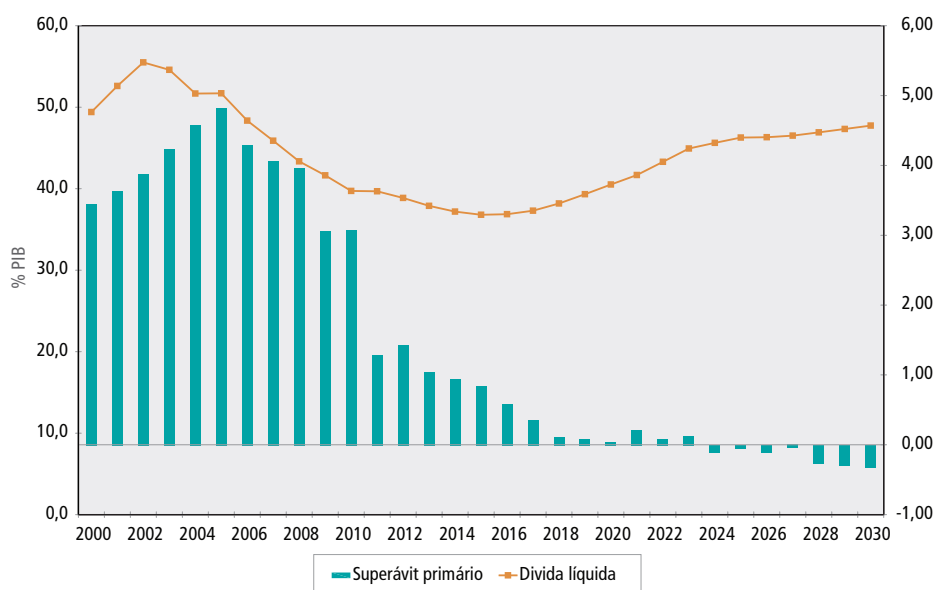
• Crescimento / Questão fiscal / Investimento / Parte externa / Inflação / Emprego / PTF / Atratividade relativa dos setores / Soluções tecnológicas

A menor taxa de crescimento do PIB mundial na segunda década do século, por conta da persistente falta de uma solução dos problemas das principais economias (especialmente China e EUA), afetou a economia brasileira. Depois de um início promissor no fim da primeira década do século, o ritmo mais acelerado de crescimento econômico do país foi substituído pelo ritmo de baixo crescimento, tão característico do fim do século passado. O ambiente favorável aos negócios, que vem sendo observado especialmente dentro do bloco econômico ao qual o país pertence, é aproveitado apenas pelos setores em que o país possui maiores de vantagens competitivas. O atual nível de desenvolvimento econômico foi obtido mantendo-se a estrutura de crescimento setorial da economia.

Os processos de maior austeridade na condução da política fiscal e da redução de vulnerabilidade externa sofreram importante inflexão, principalmente durante a queda do crescimento do comércio mundial (resultado do ajuste interno da economia norte-americana) ocorrida depois da primeira década do século.

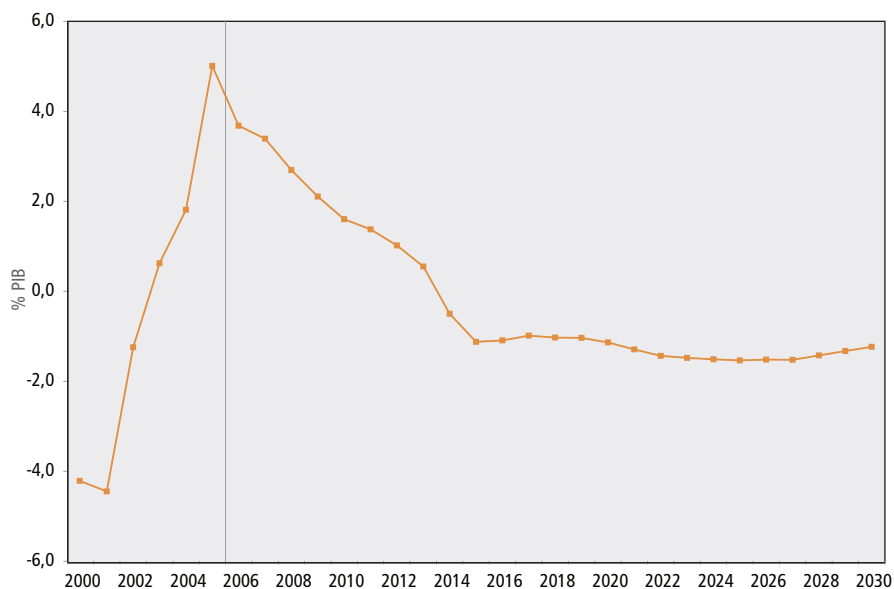
Na esfera fiscal, além da situação econômica mundial adversa, o país não conseguiu criar as condições suficientes para reverter internamente o processo de estagnação: as reformas microeconômicas ficaram praticamente estagnadas, pois não se conseguiu obter consenso suficiente sobre sua importância entre as autoridades políticas para avançarem de maneira mais robusta. Por conta disto, a política fiscal adotada foi incapaz de resolver os incessantes pleitos de equacionamento do passivo social. A estrutura tributária ainda reflete a divisão dos diferentes níveis de governo com vários impostos acumulados sendo cobrados da sociedade. O gasto do governo continua significativo, principalmente por conta da despesa corrente da máquina administrativa e dos vários programas de transferência de renda. A reforma da Previdência avançou muito pouco e o sistema previdenciário tem um desafio ainda maior gerado pelo relativamente rápido processo de envelhecimento da população.

Figura 4.18 – Dívida total líquida e superávit primário
Brasil, 2000-2030



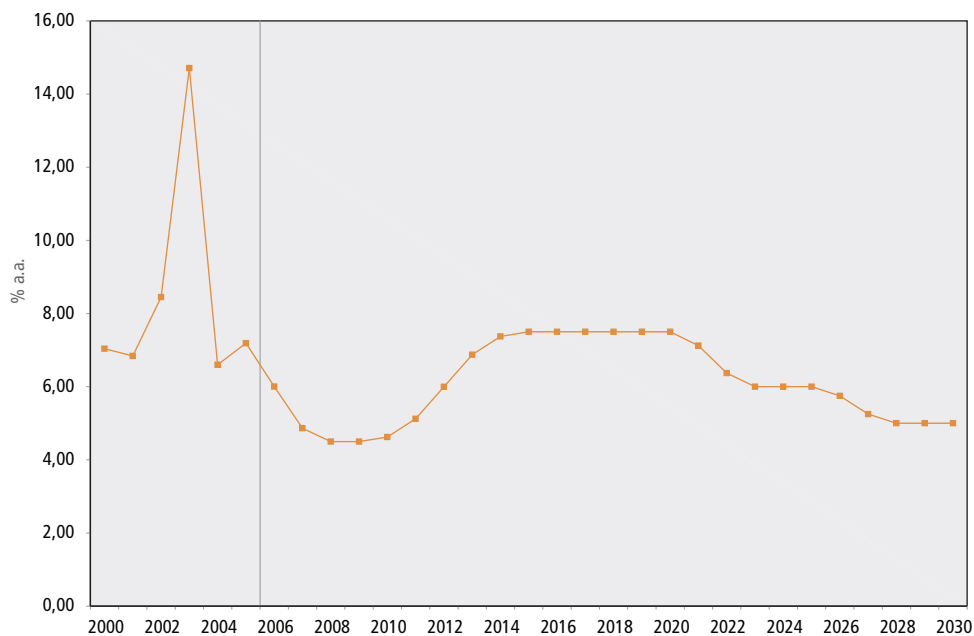
Pelo lado da vulnerabilidade externa, além da pouco eficiente política econômica, sua evolução pode também ser explicada pelo impacto da longa e lenta solução para os déficits gêmeos da economia norte-americana e pela redução do ritmo de crescimento da economia mundial, por causa do fracasso de instituições multilaterais para a promoção do comércio entre países. Além disso, os investimentos externos foram pouco significativos, já que as perspectivas do início da segunda década de baixo crescimento para as décadas seguintes acabaram se confirmando. A falta de recursos externos deixou mais evidente a dificuldade de financiamento às empresas, dada ao nosso limitado mercado de crédito doméstico de longo prazo.

Figura 4.19 – Saldo em transações correntes
Brasil, 2000-2030



A política monetária continua baseada no sistema de metas para a inflação que, embora tenha reduzido as taxas de juros, não garantiu uma taxa de crescimento muito alta. Isto acabou tendo efeito importante sobre a evolução dívida/PIB que, depois da queda obtida na primeira década do século, sofreu um aumento mais significativo no início da segunda década, pressionada ainda pela questão da Previdência.

Figura 4.20 – Taxa de inflação
Brasil, 2000-2030

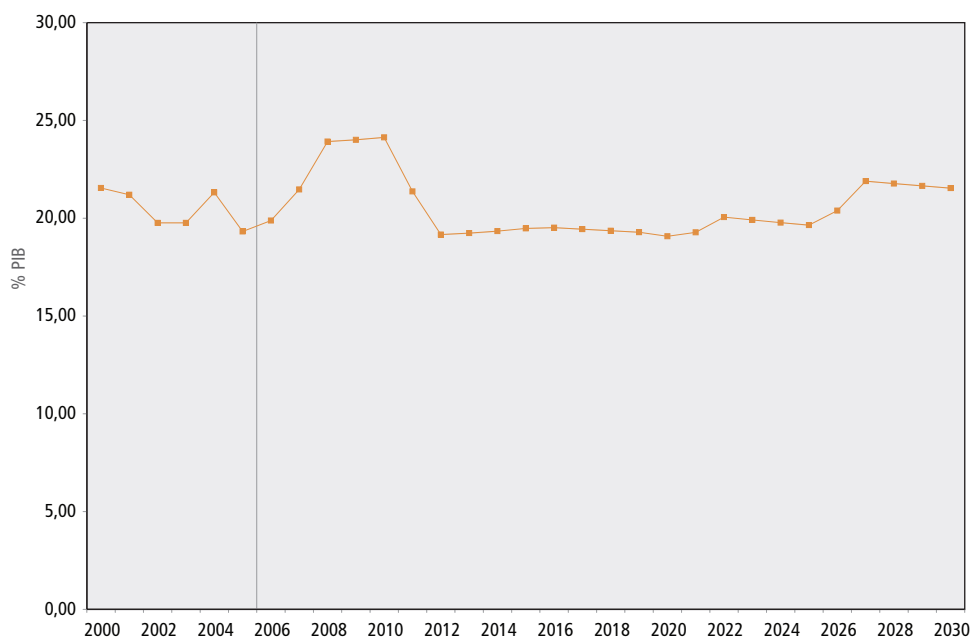


O crescimento do nível salarial e do emprego observado nos últimos anos ficou concentrado apenas nos setores com vantagens comparativas, ainda mais por causa do numeroso contingente de mão-de-obra não-qualificada, resultado de anos de parques investimentos em educação básica, e da questão da informalidade não totalmente resolvida.

A estabilidade macroeconômica que se seguiu após o combate à inflação, deu pouca ênfase aos ajustes microeconômicos, com reformas parciais e focadas no aumento de produtividade de alguns setores da economia.

A baixa produtividade total dos fatores também foi outro fator de limitação a maiores taxas de crescimento, já que a significativa produtividade das ilhas de excelência da economia brasileira (isto é, os setores com vantagens comparativas) não se espalhou para os demais setores. Assim, embora tenha havido interesse da sociedade e das empresas em busca de uma maior inserção do país na economia mundial, a pouca representatividade dos organismos multilaterais nos processos decisórios e a divisão do mundo em blocos ocasionaram um aproveitamento parcial das vantagens comparativas do Brasil, principalmente no setor da agropecuária e alguns setores industriais.

Figura 4.21 – Taxa de investimento
Brasil, 2000-2030



A lenta evolução das reformas microeconômicas impediu ainda que todos os gargalos em infra-estrutura, principalmente no setor de transportes, pudessem ser resolvidos neste período, com sérias conseqüências sobre os saldos da balança comercial das duas últimas décadas. Por outro lado, alianças estratégicas entre empresas brasileiras e internacionais – surgidas principalmente nas duas últimas décadas – têm permitido uma maior internalização das tecnologias, mas isto não gerou desenvolvimento tecnológico suficiente para que nossas empresas se destacassem no cenário internacional, com raras exceções.

Aspectos sócio-regionais

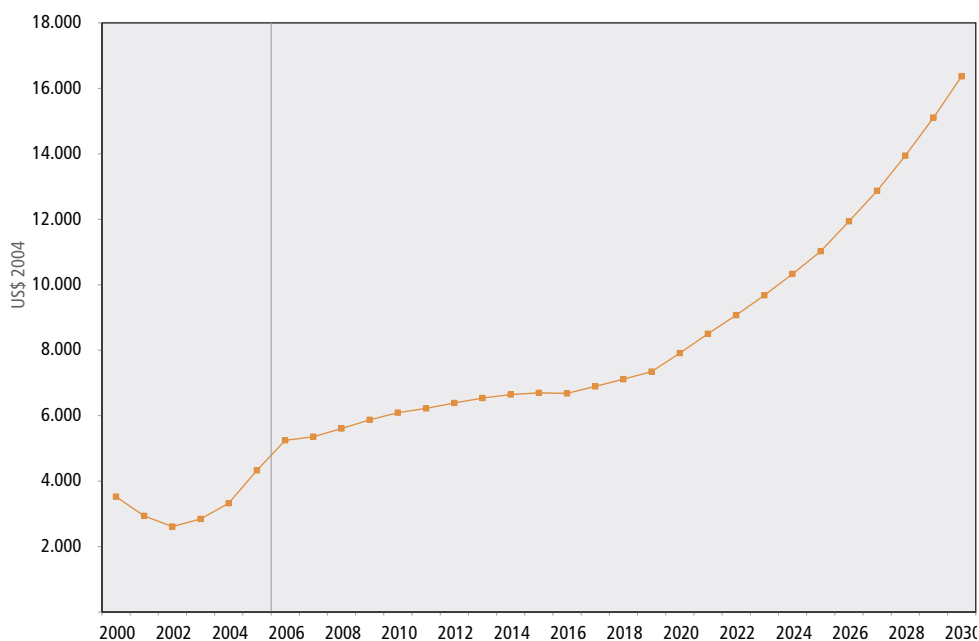
- Repartição da renda / Grau de intensificação dos conflitos de natureza social e regional / Dimensão espacial dos conflitos

Consoante a manutenção nos padrões desiguais de desenvolvimento regional, a distribuição de renda, depois da relativamente rápida queda na primeira década, tem caído de forma menos veloz do que a sociedade gostaria.

A intensidade dos conflitos sociais, regionais e mesmo sua propagação foram contidas pelas inúmeras redes de solidariedade criadas no país, já que a ação do Estado encontrou dificuldade em ser implementada com os frequentes atritos entre as diversas esferas de governo. Estas redes de solidariedade, por sua vez, foram fundamentais para amenizar os efeitos da baixa convergência econômica entre as diversas regiões, cujo efeito sobre a evolução da distribuição de renda foi de melhoria, mas mantendo a desigualdade entre as regiões.

A partição da sociedade em dois grandes estratos sociais verificada nesta última década veio acompanhada da manutenção das tensões no meio urbano. A lenta e baixa repartição da renda impediu que a camada mais pobre da população fosse incorporada no mercado consumidor interno, o que, dada a sua dimensão, poderia ter gerado taxas de crescimento mais elevadas. O baixo crescimento do setor de serviços se justifica neste contexto da mesma forma que a maior participação da agropecuária.

Figura 4.22 – Renda per capita
Brasil, 2000-2030



A última década (2020-2030)

Nesta última década, a economia nacional cresceu, embora mantendo seu caráter relativamente desigual. O país vive na atual década a *desigualdade tecnológica (Finlândia)* onde parte da população se insere na conectivi-

dade global por possuir as condições educacionais e financeiras para ter acesso às novas tecnologias e formas de comunicação. A outra parte forma a legião dos *desconectados globais*. São excluídos dos benefícios trazidos pela tecnologia e interatividade. O pouco desenvolvimento tecnológico nacional e a conseqüente alta internalização de tecnologia do exterior posicionam o país no rol dos importadores de soluções tecnológicas, que concentrados em camadas sociais mais altas e em nichos econômicos mais privilegiados dificultam sua disseminação. Por conta disso, o aumento de produtividade fica limitado a setores específicos da economia.

A exacerbação do ambiente competitivo tem fomentado a busca constante por novas competências e distanciado cada vez mais aqueles com acesso ao conhecimento daqueles com baixo acesso ao conhecimento. A manutenção de níveis elevados de desemprego se justifica pela baixa inserção da mão-de-obra não-qualificada nos novos nichos de negócio que surgem com o novo impulso de crescimento econômico no país, com foco na exportação e nos mercados internacionais.

Em termos regionais, nesta última década, a convergência de crescimento econômico ainda é lenta e a distância entre as regiões se mantém em níveis elevados. Os resultados da política econômica, condicionados pela falta de solução aos principais problemas internos, não poderiam mesmo reverter a desigualdade inter-regional presente na economia brasileira: na atual década, as regiões mais desenvolvidas do Sul e Sudeste ainda concentram a maior parte da riqueza do País.

O aumento de produtividade da economia também ficou limitado aos setores ligados às atividades exportadoras, já que as ações na área de educação, por conta do interesse das empresas, mantiveram-se limitadas à formação de mão-de-obra especializada apenas para os setores mais dinâmicos, sem nenhuma preocupação quanto ao equacionamento geral do problema educacional. As sérias limitações orçamentárias do Estado impediram uma ação mais sistemática para o enfrentamento do problema educacional, principalmente no aumento da qualidade do ensino.

A integração da infra-estrutura energética na América Latina se consolidou através das estratégias das grandes empresas multinacionais instaladas na região, que aproveitaram as poucas oportunidades de mercado e o acesso a reservas dos países. Os projetos desenvolvidos foram apenas aqueles que se mostraram economicamente vantajosos dentro das estratégias corporativas de utilização dos recursos energéticos da região.

Tabela 4.11 – Matriz morfológica do cenário Pedalinho

Sistema ambiental					
Intensidade dos impactos diretos e indiretos das restrições ambientais globais sobre o ecossistema nacional	Alta		Média		Baixa
Grau de convergência sobre a sustentabilidade do uso dos recursos naturais	Mais rápida		Mais lenta		Nula
Grau de aproveitamento das oportunidades criadas por regulação ambiental global	Alta participação	Média participação		Baixa participação	Sem oportunidades
Sistema sócio-político					
Grau de consolidação institucional	Maior		Menor		Estável
Grau de intensificação dos conflitos de natureza social e regional	Maior		Estabilização		Menor
Magnitude da dimensão espacial dos conflitos sociais	Alta		Média		Baixa
Sistema econômico					
Intensidade e velocidade da convergência do crescimento econômico entre regiões	Alta Rápida	Alta Média	Média Média	Média Lenta	Baixa Lenta
Intensidade e velocidade da repartição da renda	Alta Rápida	Alta Média	Média Média	Média Lenta	Média Lenta Baixa Média
Grau de implementação das reformas microeconômicas	Completo		Parcial		Nulo
Estratégia de inserção na economia mundial	Mais multilateral			Menos multilateral	
Sistema setorial					
Grau de atratividade relativa dos setores da economia	Maior participação Serviços		Maior participação Agropecuária		Manutenção
Desenvolvimento e/ou internalização de soluções tecnológicas	Maior Alta	Menor Alta	Menor Média	Menor Baixa	Maior Baixa
Sistema energético					
Políticas energéticas	Integradas		Setoriais		Descoordenadas
Organização industrial	Concentrada Verticalizada		Concentrada Desverticalizada		Mais aberta Verticalizada Mais aberta Desverticalizada
Regime de propriedade	Maior participação pública		Misto		Maior participação privada
Arranjo comercial	Mais LP Mais flexível		Mais LP Menos flexível		Mais CP Mais flexível Mais CP Menos flexível
Arranjo institucional / Instrumentos	Mais adequado Suficientes		Mais adequado Insuficientes		Menos adequado Suficientes Menos adequado Insuficientes
Capacitação para P.E.C.	Alta		Média		Baixa

■ 4.7. Cenário Náufrago

Aspectos institucionais

- Reformas institucionais / Regulação ambiental mundial

O enfraquecimento das instituições nacionais tornou dramático o desafio de responder de forma adequada à maior intensificação dos conflitos ligados a temas sociais como invasões de terras, conflitos agrários na Amazônia e tráfico de drogas. Um esforço intenso é requerido permanentemente do Estado para que a manutenção da ordem econômica e social do país não seja quebrada.

De forma acentuada a partir de meados da primeira década, com o fracasso das negociações pós-Kyoto, a disputa pelo uso dos recursos naturais gerou inúmeros conflitos. Adotando critérios pouco discutidos, os órgãos ambientais internacionais e os diversos grupos de interesse não buscaram soluções conjuntas para a utilização dos recursos disponíveis. Tal fato criou mais barreiras para o aproveitamento pleno e sustentável

dos recursos. Ainda nesta esfera, as implicações dos desequilíbrios ambientais tornaram-se mais intensas e mais graves para o país. Sem uma preocupação global efetiva, direcionada para a redução das emissões de poluentes e de gases causadores do efeito estufa, não foram privilegiadas combinações “ambientalmente limpas” de fontes e de tecnologias energéticas. Ocorreu um crescimento da participação dos combustíveis fósseis na matriz energética nacional, sendo que este ocorreu em detrimento das fontes renováveis e da priorização dos programas de racionalização do uso da energia.

Assim, as boas perspectivas de aproveitamento dos mecanismos de desenvolvimento limpo (MDL) que existiam no início do século não puderam ser aproveitadas pelos países em desenvolvimento, inclusive o Brasil.

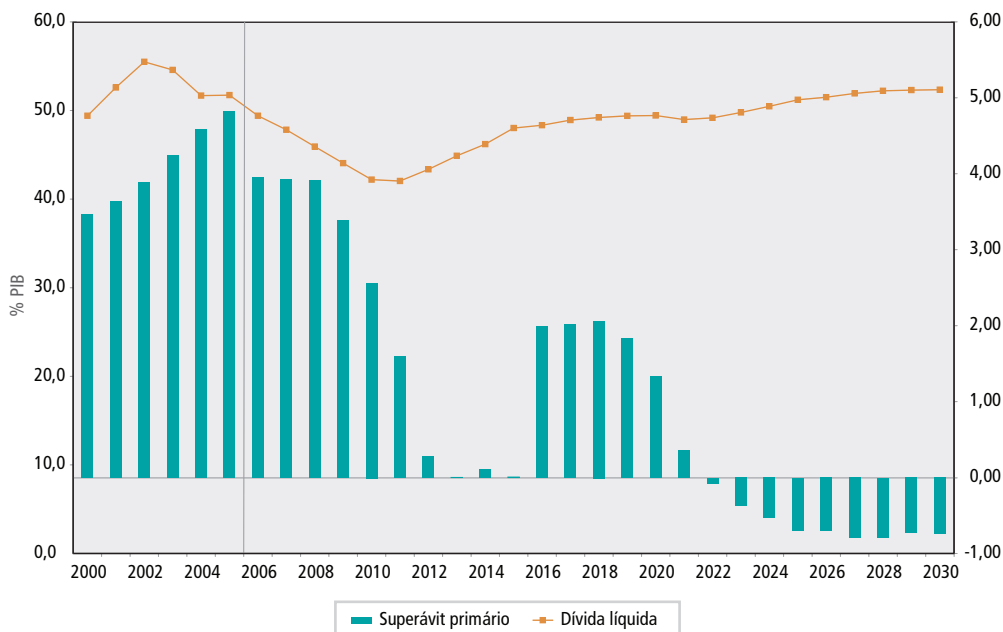
Panorama econômico

• Crescimento / Questão fiscal / Investimento / Parte externa / Inflação / Emprego / PTF / Atratividade relativa dos setores / Soluções tecnológicas

As condições desfavoráveis da economia mundial nas primeiras décadas do século foram condicionantes principais para o rompimento da continuidade do crescimento da economia brasileira ao final da primeira década do século, perpetuando até a presente década o *stop and go* e, com isto, o baixo nível de desenvolvimento. De um lado, a retomada do desequilíbrio fiscal e, de outro, o retorno da vulnerabilidade externa, caracterizada pelo fim dos elevados saldos comerciais positivos, resultaram na manutenção da rígida política monetária que se seguiu até a década seguinte.

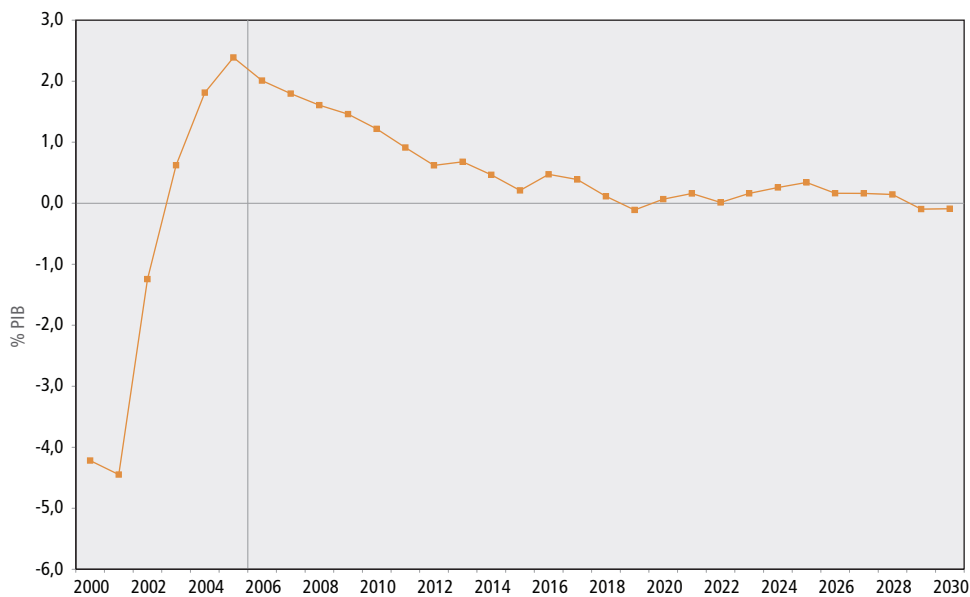
O desequilíbrio fiscal foi resultado, além da situação econômica mundial adversa, da estagnação das reformas microeconômicas. A situação fiscal é piorada pelo já conhecido caráter essencialmente regressivo da estrutura tributária. O gasto do governo continua em uma trajetória preocupante, principalmente com os sucessivos déficits do sistema previdenciário, em um cenário de envelhecimento da população e de baixa taxa de natalidade. Consequentemente a trajetória de redução da relação dívida / PIB sofreu reversão consolidando-se entorno dos níveis observados no início do século.

Figura 4.23 – Dívida total líquida e superávit primário
Brasil, 2000-2030



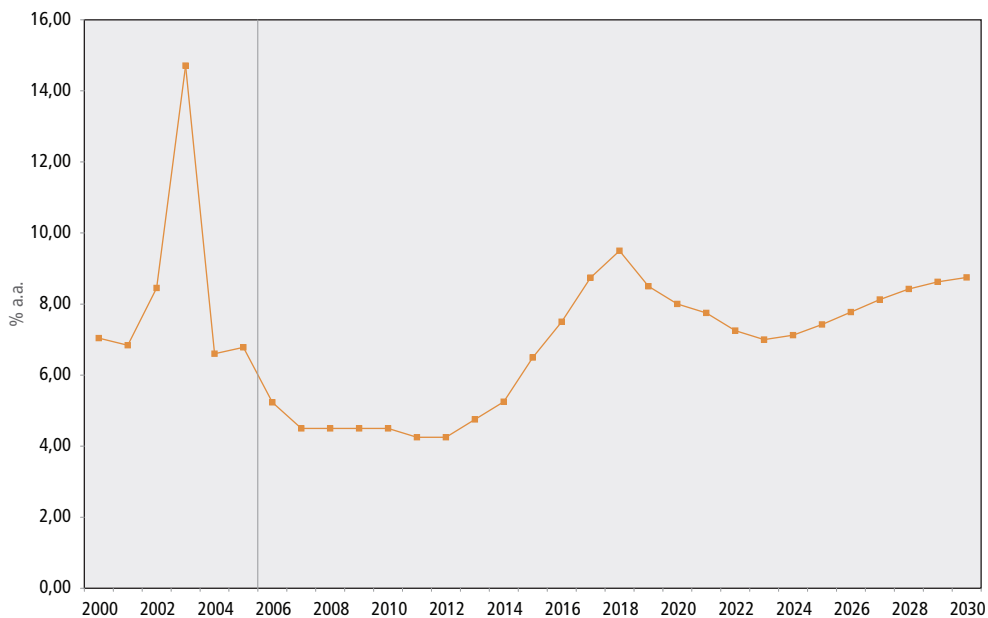
O retorno da vulnerabilidade externa pode ser explicado pelo impacto da ruptura causada pela economia norte-americana, o que afetou gravemente o ritmo de crescimento da economia mundial. O risco-país associado a maior aversão ao risco e piora das expectativas dos agentes em todo o mundo contribuiu para a redução dos fluxos financeiros e para a elevação do custo de crédito. A consequente redução do fluxo de IED e mesmo de capitais especulativos provocou desvalorização real da moeda, apesar das tentativas de intervenção das autoridades monetárias. A falta de recursos externos deixou mais evidente a dificuldade de financiamento às empresas, dado o nosso limitado mercado de crédito doméstico de longo prazo.

Figura 4.24 – Saldo em transações correntes
Brasil, 2000-2030



A política de metas de inflação não sendo bem sucedida deu lugar a um ambiente de nova elevação da inflação, após todo o esforço entre os anos 90 e início deste século, dando lugar a tentativas heterodoxas de controle inflacionário.

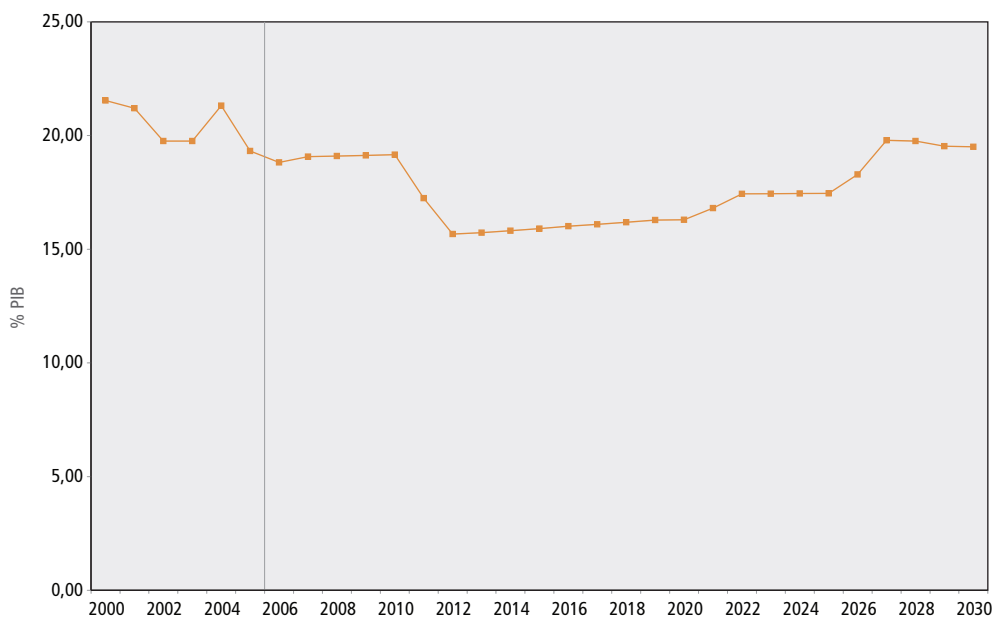
Figura 4.25 – Taxa de inflação
Brasil, 2000-2030



O nível de emprego e a massa salarial mantiveram-se estagnados em patamares baixos durante as duas primeiras décadas, embora atualmente, nesta última década, tenha se verificado uma pequena elevação da repartição da renda.

Por conta ainda das restrições fiscais e da dificuldade de implementação e finalização das reformas microeconômicas (trabalhista, fiscal, tributária, previdência e etc), não houve investimentos significativos em educação e infra-estrutura, prejudicando a produtividade total dos fatores. Em um ambiente de menor crescimento mundial e níveis baixos de intercâmbio comercial, poucos setores da economia (em especial a agricultura) são capazes de gerar divisas.

Figura 4.26 – Taxa de investimento
Brasil, 2000-2030



Por fim, embora tenha se verificado menor transferência de tecnologia e muito menos de desenvolvimento tecnológico expressivo no âmbito nacional, alguns nichos, como a indústria de segurança nacional, se aproveitaram de algumas inovações tecnológicas potencializadas pelos conflitos internacionais para aumentar a sua eficácia de atender aos segmentos de mercado mais favorecidos. As tecnologias mais demandadas nestas últimas décadas têm se relacionado aquelas onde há busca de equacionamento e mitigação de impactos ambientais e otimização do uso dos recursos, devido ao fracasso da tentativa de implementação de regulação ambiental global e da crescente disputa pelos recursos naturais.

Aspectos sócio-regionais

- Repartição da renda / Grau de intensificação dos conflitos de natureza social e regional / Dimensão espacial dos conflitos

A conjuntura econômica deteriorada verificada nestas primeiras décadas aprofundou as disparidades sócio-regionais e mantiveram os patamares de distribuição de renda no país.

As políticas sociais em geral foram prejudicadas e o crescimento do passivo social deteriorou significativamente o tecido social e a realidade nos principais centros urbanos.

Os indicadores sociais, mesmo nesta última década, embora a melhoria do crescimento econômico, permaneceram ruins. Este resultado foi em grande parte fruto da situação fiscal deteriorada pela qual o setor público vem passando, fato que resultou na incapacidade de investimento na área social, em especial educação e saúde. Este contexto, associado ao surgimento de novas doenças e do recrudescimento das enfermidades do século passado, em parte causadas pelo desequilíbrio dos ecossistemas, gerou a verificada deterioração do sistema de saúde no país.

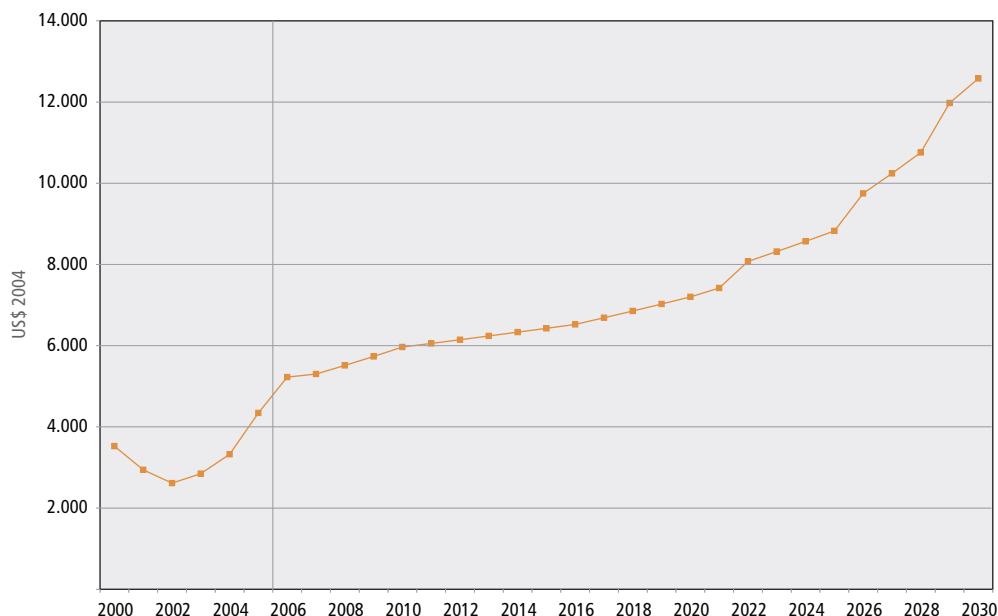
O papel das instituições e organizações sociais, como igrejas e ONGs tem sido fundamental para auxiliar na mitigação dos impactos sociais. Entretanto, a desarticulação destas e o menor grau de consolidação institucional, fenômeno que acompanha estas últimas três décadas, reduz a capacidade da sociedade em reverter o quadro esgarçado dos conflitos de natureza social.

A situação de crise observada desde a segunda década do século vem gerando um forte crescimento das tensões sociais no país. Nas grandes cidades a violência vem assumindo proporções consideráveis. O número de assaltos e de seqüestros aumentou de forma significativa.

A expansão do número de favelas, concentrando parcela não desprezível da população, ocorreu de forma bastante desordenada. O ambiente de desemprego foi resultado principalmente do baixo crescimento econômico. Este foi agravado na segunda década do século com a ruptura da situação instável da economia norte-americana, na época marcada pelos déficits gêmeos. O contexto de crise e de baixo crescimento da economia mundial, situação observada até hoje, afetou diretamente a economia do país.

Deve-se destacar que a concentração espacial aumentou na medida em que várias famílias buscavam ocupação, na maioria das vezes sem sucesso, nos grandes centros urbanos. Este processo foi continuamente alimentado pelas desigualdades entre as regiões do país, um problema não resolvido plenamente durante as três primeiras décadas do século. No campo a situação é pouco diferente, pois o número de invasões aumentou muito e os conflitos tornaram-se mais freqüentes. Efetivamente o poder público pouco pôde fazer para impedir tal situação, dada a extensão do problema. Este fato, no entanto, contribuiu para um parcial sentimento de desconfiança nas instituições.

Um dos pilares da crise por que passa o país continua sendo a forte concentração da renda nacional. Apesar dos avanços obtidos no início do século, poucas melhoras foram conseguidas nas duas últimas décadas. Atualmente as disparidades contribuem muito para o agravamento das tensões sociais.

Figura 4.27 – Renda per capita
Brasil, 2000-2030

A última década (2020-2030)

Nesta última década, a pequena reação da economia nacional acompanhou a melhoria do cenário internacional. Entretanto, como os condicionantes para o crescimento sustentado não foram equacionados nas décadas anteriores, as restrições de infra-estrutura, os gargalos setoriais e de logística mantiveram a estrutura de crescimento desigual entre regiões no país.

A escassez de crédito e a restrição de renda têm dificultado a redução do déficit habitacional, contribuindo para a redução da participação da renda do setor de construção civil a longo destes anos. O processo de favelização consolidou grandes bolsões de pobreza dentro das metrópoles.

Ocorreram poucas alterações na estrutura setorial da economia. Em um contexto de baixo crescimento da economia interna, apenas a agropecuária apresentou pequeno destaque. De forma equivalente, as exportações de produtos agropecuários apresentaram pequeno crescimento, fruto das vantagens relativas que o país possui. É fato que o ambiente internacional, mais pautado por acordos bilaterais, não contribuiu para o aumento das vendas externas. Em um ambiente globalmente mais fechado, poucos dos avanços tecnológicos que surgiram nos últimos anos foram efetivamente internalizados pelo país. O desenvolvimento de soluções tecnológicas nacionais também ficou abaixo das expectativas, função dos insuficientes investimentos realizados nos últimos anos.

As potencialidades de crescimento do turismo e do segmento de comércio e serviços identificadas no início do século não se concretizaram devido a onda de violência urbana, de restrição da renda mundial e da estagnação da renda per capita. Em comparação com a realidade mundial, vale ressaltar, houve uma deterioração relativa maior.

Tabela 4.12 – Matriz morfológica do cenário naufrago

Sistema ambiental						
Intensidade dos impactos diretos e indiretos das restrições ambientais globais sobre o ecossistema nacional	Alta		Média		Baixa	
Grau de convergência sobre a sustentabilidade do uso dos recursos naturais	Mais rápida		Mais lenta		Nula	
Grau de aproveitamento das oportunidades criadas por regulação ambiental global	Alta participação	Média participação		Baixa participação	Sem oportunidades	
Sistema sócio-político						
Grau de consolidação institucional	Maior		Menor		Estável	
Grau de intensificação dos conflitos de natureza social e regional	Maior		Estabilização		Menor	
Magnitude da dimensão espacial dos conflitos sociais	Alta		Média		Baixa	
Sistema econômico						
Intensidade e velocidade da convergência do crescimento econômico entre regiões	Alta Rápida	Alta Média	Média Média	Média Lenta	Baixa Lenta	
Intensidade e velocidade da repartição da renda	Alta Rápida	Alta Média	Média Média	Média Lenta	Baixa Lenta	Baixa Média
Grau de implementação das reformas microeconômicas	Completo		Parcial		Nulo	
Estratégia de inserção na economia mundial	Mais multilateral			Menos multilateral		
Sistema setorial						
Grau de atratividade relativa dos setores da economia	Maior participação Serviços		Maior participação Agropecuária		Manutenção	
Desenvolvimento e/ou internalização de soluções tecnológicas	Maior Alta	Menor Alta	Menor Média	Menor Baixa	Maior Baixa	
Sistema energético						
Políticas energéticas	Integradas		Setoriais		Descoordenadas	
Organização industrial	Concentrada Verticalizada		Concentrada Desverticalizada		Mais aberta Verticalizada	Mais aberta Desverticalizada
Regime de propriedade	Maior participação pública			Misto		Maior participação privada
Arranjo comercial	Mais LP Mais flexível		Mais LP Menos flexível		Mais CP Mais flexível	Mais CP Menos flexível
Arranjo institucional / Instrumentos	Mais adequado Suficientes		Mais adequado Insuficientes		Menos adequado Suficientes	Menos adequado Insuficientes
Capacitação para P.E.C.	Alta		Média		Baixa	

5. Referências bibliográficas

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS, Plano Nacional de Recursos Hídricos, ANA, Secretaria de Recursos Hídricos, Ministério do Meio Ambiente, 2003.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTE TERRESTRE, Anuário Estatístico 1º Trimestre 2005, ANTT, 2005.

ARAÚJO, J. L e OLIVEIRA, A., Diálogos da Energia. Reflexões sobre a última década 1994-2004. Rio de Janeiro: 7 Letras, 2005.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES, Anuário Estatístico 2005, ANFAVEA, 2005.

BACHA, E. "Privatização e Financiamento no Brasil. 1997-99". In: João Paulo dos Reis Velloso (coord.), Brasil: Desafios de um país em transformação, Rio de Janeiro: José Olympio Editora (IX Fórum Nacional).

BIELSHOWSKY, Ricardo. Pensamento Econômico Brasileiro: o ciclo ideológico do desenvolvimento. Rio de Janeiro: IPEA/Inpes (série PNPE, n. 19), 1988.

BONELLI, Regis. "Política Econômica e Mudança Estrutural no século XX", in: Estatísticas do século XX, Rio de Janeiro: IBGE, 2003.

BRASIL, Ministério de Minas e Energia. Balanço Energético Nacional, Brasília, Disponível em <<http://www.mme.gov.br>>, Acesso em: dez. 2005.

CASTRO, Antônio Barros de e Souza, Francisco E. Pires de. A Economia Brasileira em Marcha Forçada, Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1985.

CASTRO, L. B. Economia Brasileira e Contemporânea (1945-2004), Rio de Janeiro: Ed. Campus, 2005.

CENTRO DE MEMÓRIA DA ELETRICIDADE NO BRASIL. Caminhos da Modernização. Cronologia do setor de energia elétrica brasileiro. 1850-1998.

COMPANHIA DE PESQUISAS DE RECURSOS MINERAIS (CPRM). (2002) "Excursão Virtual Pela Serra do Rio do Rastro". Superintendência Regional de Porto Alegre.

Eletrobras. www.eletrobras.com.br (acesso em 27/12/2005)

EPE, Estudos Setoriais: Produção Física dos Grandes Consumidores de Energia, Rio de Janeiro, 2005.

FRANCO, G.H.B. "A Inserção Externa e o Desenvolvimento", Revista de Economia Política, vol.18 – julho-setembro, pp 121-147, 1998.

FURTADO. "As Grandes Opções da Política Energética Brasileira – o setor industrial de 80 a 85", Revista Brasileira de Energia, Vol.1 n. 2 p 77-92, 1990.

FURTADO, A., "Crise energética e trajetórias de desenvolvimento tecnológico". Seminário O Brasil em Desenvolvimento. Rio de Janeiro, UFRJ, 2003.

GIAMBIAGI, F., "Necessidade de Financiamento do Setor Público: 1991/96 – bases para a discussão do ajuste fiscal no Brasil", Pesquisa e Planejamento Econômico, vol.27, abril, pp.185-220, 1997.

_____. "Estabilização, Reformas e Desequilíbrios Macroeconômicos: Os anos FHC". In: Castro, L.B. (org.), Economia Brasileira e Contemporânea (1945-2004), Rio de Janeiro: Ed. Campus, pp. 166-195, 2005.

_____. "Rompendo com a Ruptura: o Governo Lula (2003-2004)" In: Castro, L.B. (org.), Economia Brasileira e Contemporânea (1945-2004), Rio de Janeiro: Ed. Campus, pp. 196-217, 2005.

GIAMBIAGI, F. e F. Pastoriza (1997) “Modelo de Consistência Macroeconômica”, BNDES, Texto para Discussão 52, 1997.

GODET, (1993)

HERMANN, Jennifer. Economia Brasileira e Contemporânea (1945-2004), Rio de Janeiro: Ed. Campus, 2005.

HORTA, Maria Helena, Guina Piani e Honório Kume. “A Política Cambial e Comercial”. In: Perspectivas da Economia Brasileira. Rio de Janeiro: IPEA, 1992.

IBGE. Estatísticas do século XX. Rio de Janeiro: IBGE, Centro de Documentação e Disseminação de Informações, 2003.

_____. Pesquisa por tema. Via web site: www.ibge.gov.br

LA ROVERE, Emilio L.; COSTA, Ricardo C.; PEREIRA JR, Amaro O.; MARTINS, Leila W. “Second Generation Model - SGM Brazil: Improved Treatment of Biomass”. Report of 2nd Phase, 2nd Stage. Programa de Planejamento Energético, COPPE/UFRJ, 2005.

LOPES, F., O Choque Heterodoxo – Combate à Inflação e Reforma Monetária, Rio de Janeiro: Ed. Campus, 1986.

MODIANO, E. “A Ópera dos Três Cruzados”. In: Marcelo de Paiva Abreu (org.) A Ordem do Progresso: cem anos de política econômica republicana, 1889-1989. Rio de Janeiro, Ed. Campus, 1989.

OBSTFELD, M. e K. ROGOFF “The Unsustainable US Current Account Position Revisited”, NBER Working Paper 10869, disponível em <<http://www.nber.org/papers/w10869>>, 2005.

OLIVEIRA, R. G. , 2004.

PASTORE, Affonso C. “A Reforma Monetária do Plano Collor”. In: Clóvis de Faro (org.), O Plano Collor – Avaliação e Perspectiva, Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora, 1990.

Petrobrás. www.petrobras.com.br (acesso em 27/12/2005)

RESENDE, André Lara. “A Moeda Indexada: uma proposta para eliminar a inflação inercial”. In: José M. Rego (org.) Inflação e Hiperinflação: Interpretações e Retórica. São Paulo: Bional, 1986.

ROSA, L.P (org.).(1984) Energia e Crise. Petrópolis: Ed Vozes

SCHAFFER, Roberto; COHEN, Claude; ALMEIDA, Mauro A.; ACHÃO, Carla C.; CIMA, Fernando M. “Energia pobreza: problemas de desenvolvimento energético e grupos sociais marginais em áreas rurais e urbanas do Brasil”. CEPAL – Serie recursos naturales e infraestructura. Santiago do Chile. 2003.

SIMONSEN, Mário Henrique. A Inflação Brasileira: lições e perspectivas. Revista de Economia Política, vol. 5, outubro-dezembro, pp. 15-30, 1985.

_____. Inflação: Gradualismo x Tratamento de Choque. Rio de Janeiro: APEC Editora, 1970.

SÜFFERT, R. L, BAJAY, S. V e LIMA, C.R. Energia, Sociedade e Desenvolvimento Sustentável: O Caso da Reposição de Florestas Plantadas no Rio Grande do Sul. Disponível em <http://www.aondevamos.eng.br/verdade/artigos/enersoc.htm>. (Acesso em 27/12/05)

SZKLO, A.S. (2005) Fundamentos do Refino de Petróleo. Rio de Janeiro: Ed Interciência. 207p.

TOLMASQUIM, M.T e SZKLO, A. S. Como atender as necessidades energéticas do país de forma sustentável? Energia, fontes alternativas e sustentabilidade. Disponível em <http://www.ebape.fgv.br/cids/NOVO%20DEBATE%20>

EnergiaSzklo.html.(acesso em 27/12/05)

TOLMASQUIM, M. T (1989). Adaptações aos choques do petróleo e estilo de desenvolvimento 1973/85. in La Rovere, E. L. e Robert, M (ed) (1989). Capacitação para a tomada de decisões na área de energia. Planejamento Energético: elementos para um novo enfoque. Projeto FINEP/ONUD/UNESCO – BRA 82/004

TOLMASQUIM, M. T; SZKLO, A. S. (Coordenadores) (2000). A Matriz Energética Brasileira na Virada do Milênio”. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ; ENERGE.

Participantes da Empresa de Pesquisa Energética – EPE

Coordenação Geral

Mauricio Tiomno Tolmasquim
Amílcar Guerreiro

Coordenação Executiva

James Bolívar Luna de Azevedo
Renato Pinto de Queiroz

Equipe Técnica

Agenor Gomes Pinto Garcia
Carla da Costa Lopes Achão
Claudio Gomes Velloso
Emilio Hiroshi Matsumura
Inah Borges de Holanda
Jeferson Borghetti Soares
José Manuel Martins David
Ricardo Gorini de Oliveira

O MERCADO DE ENERGIA ELÉTRICA: EVOLUÇÃO A LONGO PRAZO

SUMÁRIO

1. Introdução	161
2. Evolução histórica do consumo de energia elétrica	162
2.1. A inserção da energia elétrica no contexto energético nacional.....	162
2.2. Evolução do consumo final de energia elétrica por setor e por região geográfica	164
2.3. Energia elétrica e economia.....	168
3. Metodologia de projeção.....	169
3.1. Descrição geral do processo de simulação	169
3.2. Metodologia de estimação da demanda de energia	170
3.2.1. Descrição do módulo macroeconômico	173
3.2.2. Descrição dos módulos setoriais	173
4. Premissas básicas	181
4.1. Cenário demográfico e de domicílios	181
4.2. Cenários econômicos.....	187
4.2.1. Caracterização dos cenários mundiais	187
4.2.2. Descrição dos cenários nacionais	188
4.3. Premissas setoriais	191
4.3.1. Premissas comuns	191
4.3.2. Premissas específicas aos cenários	195
4.4. Eficiência energética	209
5. Perspectivas de evolução do consumo de energia elétrica.....	212
5.1. Perspectivas de evolução da participação da energia elétrica no consumo total de energia.....	212
5.2. Energia elétrica e economia.....	214
5.3. Composição setorial do consumo de energia elétrica	215
6. Referências bibliográficas.....	224

1. Introdução

A elaboração de cenários constitui-se na avaliação dos possíveis futuros e das trajetórias associadas, com o fim precípuo de fundamentar a definição e a escolha das estratégias mais apropriadas diante de diferentes alternativas.

Entretanto, planejar com o foco num horizonte de longo prazo é uma tarefa bastante complexa, principalmente em um ambiente de rápidas mudanças, já que, mesmo para um grupo restrito de variáveis, o número de incertezas a se considerar é elevado. Torna-se essencial, portanto, que tal tarefa seja baseada principalmente na qualidade da análise, sem desconsiderar evidentemente o valor da boa utilização das ferramentas técnicas. Como consequência, os resultados obtidos dependem não somente das hipóteses econômicas e energéticas, de uma base de dados adequada, da qualidade da informação disponível e das visões de futuro estabelecidas, mas, sobretudo, do entendimento da complexa relação entre todos esses elementos.

Nesse contexto, são aqui apresentadas as trajetórias e as respectivas condicionantes associadas a cada cenário, detalhando de forma relativamente simples, mas não menos rigorosa, os resultados consistentes com cada cenário delineado.

Portanto, ao avaliar as potenciais janelas de oportunidade e os eventuais obstáculos, este estudo permite uma profunda reflexão sobre os rumos do setor energético e, por conseguinte, torna-se mais nítido o papel do planejamento no seu pleno desenvolvimento.

Deve-se chamar atenção para o fato de que os resultados aqui apresentados fazem parte de um relatório parcial relativo aos cenários de evolução do consumo de energia elétrica, no horizonte até 2030. Posteriormente, no relatório final, serão ainda consideradas as trajetórias de oferta de energia associados ao conjunto de cenários analisados, quando será possível avaliar a competitividade entre os principais energéticos, incluindo-se a eletricidade.

Este documento é dividido em seis capítulos, incluindo este primeiro de caráter introdutório. A retrospectiva histórica do consumo de energia elétrica no Brasil é mostrada no segundo capítulo. No terceiro capítulo, por sua vez, a metodologia adotada para a projeção é detalhada, sendo descrita a ferramenta utilizada para tal. No quarto capítulo são descritas as premissas básicas, divididas em premissas demográficas, econômicas e setoriais. Por fim, no quinto capítulo são apresentados os resultados da projeção da demanda de energia elétrica.

Deve-se chamar atenção para o fato de que os resultados aqui apresentados fazem parte de um relatório parcial relativo aos cenários de evolução do consumo de energia elétrica, no horizonte até 2030. Posteriormente, no relatório final, serão consideradas ainda as trajetórias de oferta de energia associados ao conjunto de cenários analisados, quando será possível avaliar a competitividade entre os principais energéticos, incluindo-se a eletricidade.

2. Evolução histórica do consumo de energia elétrica

Neste capítulo é apresentada a evolução histórica do consumo de energia elétrica no Brasil. Inicialmente, busca-se mostrar, de forma bastante concisa, a importância desta forma de energia no contexto energético nacional. Em seguida, é apresentada a evolução do seu uso nos principais setores de consumo e nas regiões do país. Na terceira parte do capítulo, são analisadas as variações no tempo dos principais indicadores econômicos e energéticos.

■ 2.1. A inserção da energia elétrica no contexto energético nacional

Dos 191 milhões de tep correspondentes ao consumo final do país em 2004, a parcela correspondente à energia elétrica foi de aproximadamente 16,2% (EPE/MME, 2005).¹ Este número reflete um forte crescimento no uso da energia elétrica ao longo do tempo, pois desde 1970 o crescimento anual médio do consumo de eletricidade foi de 6,7%. No mesmo ano, o energético representava apenas 5,5% do consumo, conforme pode ser observado na Tabela 1.

A maior participação da energia elétrica ocorreu simultaneamente a diversas alterações na matriz energética nacional. De fato, o forte crescimento do consumo final, de 62,1 milhões de tep em 1970 para 191,1 milhões de tep em 2004,² incorporou algumas mudanças nos padrões de uso da energia. Dentre essas, a mais acentuada foi a perda de participação da lenha, que representava 46% do consumo final do país em 1970. No ano de 2004, no entanto, sua participação passou a representar apenas 8% do consumo. Entre outras alterações, pode-se também destacar o crescimento do uso dos subprodutos da cana de açúcar, do gás natural e dos derivados de petróleo.

1 É importante frisar que os valores aqui apresentados para energia hidráulica e eletricidade consideram o coeficiente de equivalência teórico, onde 1kWh = 860 kcal (EPE/MME, 2005).

2 Dos valores do consumo final, é importante destacar que foram utilizados para fins energéticos 60,6 milhões de tep em 1970 e 178,2 milhões de tep em 2004.

Tabela 1 – Consumo final e taxas de crescimento
Brasil, 1970 e 2004

Discriminação	Consumo final (mil tep)		Participações percentuais		Taxa de crescimento (% a.a.)
	1970	2004	1970	2004	
Gás natural	70	12.185	0,1	6,4	16,4
Carvão mineral	88	3.594	0,1	1,9	11,5
Lenha	28.345	15.752	45,6	8,2	-1,7
Bagaço de cana	3.149	20.273	5,1	10,6	5,6
Outras fontes prim. renováveis	142	4.018	0,2	2,1	10,3
Gás de coqueria	250	1.342	0,4	0,7	5,1
Coque de carvão mineral	1.182	6.817	1,9	3,6	5,3
Eleticidade	3.410	30.923	5,5	16,2	6,7
Carvão vegetal	1.590	6.353	2,6	3,3	4,2
Álcool etílico	310	6.961	0,5	3,6	9,6
Outras secundárias - alcatrão	60	224	0,1	0,1	4,0
Subtotal derivados de petróleo	23.510	82.688	37,9	43,3	3,8
Óleo diesel	5.393	32.657	8,7	17,1	5,4
Óleo combustível	6.600	6.431	10,6	3,4	-0,1
Gasolina	7.446	13.642	12,0	7,1	1,8
Gás liquefeito de petróleo	1.367	7.182	2,2	3,8	5,0
Nafta	6	7.169	0,0	3,8	23,2
Querosene	1.138	2.450	1,8	1,3	2,3
Gás de cidade	132	0	0,2	0,0	-100,0
Outras secundárias de petróleo	227	8.994	0,4	4,7	11,4
Produtos não-energ.de petróleo	1.202	4.163	1,9	2,2	3,7
Total	62.106	191.128	100,0	100,0	3,4

Fonte: EPE/MME, 2005.

Foram várias as causas para as mudanças citadas anteriormente. No entanto, é válido destacar que as crises de preços do petróleo no mercado internacional na década de 70, os processos de industrialização e de urbanização, o aumento populacional, o crescimento das preocupações com o meio ambiente e o próprio desenvolvimento tecnológico na oferta e no uso da energia estão entre as principais. Com relação a este último item, devem ser ressaltados os avanços da indústria nacional na exploração de petróleo em águas profundas, a expansão hídrica do setor elétrico com a construção de hidrelétricas de grande porte e o desenvolvimento do programa do álcool para uso veicular. A capacidade do país em reduzir a dependência de fontes externas e se ajustar às diversas restrições que surgiram na área energética, ampliando a oferta, foi significativa.

É igualmente válido destacar que também pelo lado da demanda ocorreram mudanças que contribuíram para as alterações observadas na matriz energética nacional. No caso do aumento do uso da energia elétrica, por exemplo, ocorreu uma ampla expansão do número de consumidores residenciais ligados à rede de distribuição, ampliando os índices de eletrificação no país, bem como a grande penetração de aparelhos eletroeletrônicos nas residências contribuindo, consequentemente, para o aumento do consumo residencial do energético. De forma equivalente, o padrão de crescimento do setor de serviços, observado no crescimento

do número de *shopping centers* e hipermercados, contribuiu para elevar a demanda pelo uso final de condicionamento de ar. Já com relação ao petróleo, o aumento da frota de veículos impulsionou a demanda por derivados ao longo dos anos e, a partir da criação do Proálcool, por álcool etílico.

■ 2.2. Evolução do consumo final de energia elétrica por setor e por região geográfica

Na Tabela 2, a seguir, é apresentada a evolução do consumo final de energia elétrica pelos principais setores entre 1970 e 2004, em GWh.

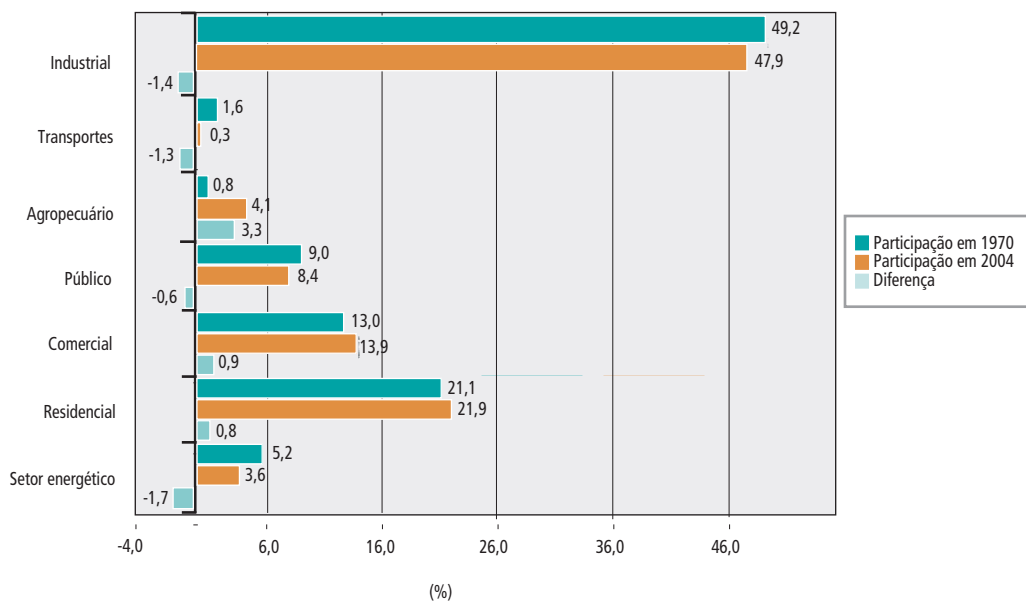
Tabela 2 – Consumo final de energia elétrica nos principais setores (GWh)
Brasil, 1970-2004

Consumo / ano	1970	1980	1990	2000	2004
Consumo final energético	39.668	122.705	217.657	331.638	359.564
Setor Energético	2.080	4.171	6.837	10.479	12.818
Residencial	8.365	23.263	48.666	83.613	78.577
Comercial	5.158	13.804	23.822	47.510	50.082
Público	3.565	10.386	18.133	29.200	30.092
Agropecuário	317	2.038	6.666	12.856	14.895
Transportes	648	823	1.194	1.250	1.039
Ferrovário	648	823	1.194	1.250	1.039
Industrial	19.535	68.220	112.339	146.730	172.061
Cimento	1.038	3.221	2.938	4.456	3.754
Ferro-gusa e aço	1.998	8.921	12.775	14.717	16.889
Ferro-ligas	574	2.902	6.211	6.398	7.659
Mineração e pelotização	453	2.714	5.955	7.429	9.292
Não-ferrosos e outros metálicos	3.343	11.102	25.543	28.970	33.907
Química	2.646	7.980	13.315	17.251	21.612
Alimentos e bebidas	1.757	6.280	10.335	16.173	19.851
Têxtil	1.936	4.576	6.266	6.983	7.776
Papel e celulose	1.667	5.089	7.688	12.144	14.098
Cerâmica	559	1.931	1.838	2.720	3.050
Outros	3.564	13.504	19.475	29.489	34.173

Fonte: EPE/MME, 2005.

Já na Figura 1, são mostradas as variações nas participações destes mesmos setores no período.

Figura 1 – Variações percentuais nas participações dos setores no consumo de energia elétrica (1970-2004)
Brasil, 1970-2004



Fonte: EPE/MME, 2005.

Conforme pode ser observado, em 2004 o setor industrial era o principal consumidor de energia elétrica no país, participando com 47,9% do total. Em relação a 1970, é possível observar que houve uma pequena queda na participação do setor, pois este representava 49,2% do total naquele ano. Em valores absolutos, no entanto, o aumento do consumo foi significativo: de 19.535 GWh para 172.061 GWh.

Entre os principais segmentos do setor industrial, destaca-se o de não-ferrosos e outros da metalurgia, tendo participado com 19,7% (33.907 GWh) do consumo industrial de energia elétrica em 2004. A participação deste segmento, que inclui as indústrias de alumínio, já era significativa em 1970: 17,1%. Em seguida, destacam-se os segmentos química, alimentos e bebidas e ferro gusa e aço, cujas participações em 2004 foram 12,6%, 11,5% e 9,8%, respectivamente.

No caso do setor residencial, o consumo de energia elétrica subiu de 8.365 GWh para 78.577 GWh, entre 1970 e 2004. No período, a participação do setor no consumo final de energia elétrica passou de 21,1% para 21,9%. Boa parte do aumento do consumo ocorreu em função das vantagens comparativas que este energético apresenta em relação aos demais. De fato, os principais usos finais da energia nas residências são para condicionamento de ar, iluminação, cocção e aquecimento de água. Para os dois primeiros, o uso da energia elétrica é praticamente cativo. Já para cocção e, principalmente, aquecimento de água a energia elétrica tem competidores.

É importante frisar que em 2001, em função do racionamento de energia elétrica nas regiões Norte, Nordeste e Sudeste, ocorreu uma redução do consumo deste energético no país e, em especial, no consumo médio por domicílio. O consumo total já se recuperou e é possível que este fato seja revertido nos próximos anos. É fato que ocorreu uma maior efficientização dos domicílios, mas, por outro lado, os índices de posse de eletrodomésticos ainda devem subir, fruto da melhoria da renda da população (e da própria redução dos índices de concentração da mesma).

Com relação ao setor comercial, é importante destacar sua forte heterogeneidade, sendo composto por empresas do comércio propriamente dito, de comunicações, instituições financeiras, Serviços Industriais de Utilidade Pública - SIUP menos geração elétrica, setor financeiro, hotéis, supermercados, padarias, hospitais, entre outros. A eletricidade representava 59% de toda a energia consumida no setor em 1970 e evoluiu para 81% em 2004. A participação do setor no consumo final de energia elétrica em 2004 foi da ordem de 13,9%.

No setor de transportes, inversamente ao observado no setor comercial, a participação da energia elétrica no consumo final é bastante reduzida: inferior a 1%. Conforme observado na Tabela 3, em 2004 foram consumidos apenas 1.039 GWh em transportes, concentrados no modal ferroviário; muito pouco considerando o elevado consumo dos demais energéticos no setor, principalmente derivados de petróleo e gás natural.

Já no setor agropecuário, o consumo de energia elétrica em 2004 foi da ordem de 14.895 GWh, o que representou pouco mais de 4% do consumo final deste energético no país. Para o crescimento do uso da energia elétrica entre 1970 e 2004 contribuíram o aumento da mecanização e, principalmente, a adoção mais geral de práticas de irrigação nas plantações.

De acordo com a classificação do Balanço Energético Nacional, o consumo final do setor energético é composto pelo consumo de energia final nos campos de extração de petróleo e gás natural; nas minas de carvão mineral; nas refinarias de petróleo; nas unidades de processamento de gás natural - UPGN; nas centrais elétricas de serviço público e autoprodutoras; nas coquearias; nas destilarias; nas carvoarias e nas outras transformações. Em 2004, o consumo de energia elétrica no setor foi de 12.818 GWh, o que representou 3,6% do consumo final desse energético. Destaca-se que em 1970 a participação era de 5,2%.

No setor público o principal energético consumido é a eletricidade, participando com 79% do consumo total do setor. As principais destinações desta incluem iluminação pública, distribuição de água e tratamento de esgotos. Em 1970 foram utilizados 3.565 GWh desse energético, atingindo 30.092 GWh em 2004.

Na Tabela 3, a seguir, são mostradas as evoluções do consumo de energia elétrica por região geográfica. Conforme EPE (2006d), do consumo final de energia elétrica foram excluídos os valores correspondentes à autoprodução de energia, resultando no mercado de fornecimento³ que, em seguida, foi aberto por região geográfica.

3 O mercado de fornecimento engloba o consumo dos consumidores cativos e livres, mas não a autoprodução de energia.

Tabela 3 – Consumo final de energia elétrica: autoprodução, mercado de fornecimento (GWh)
Brasil e Regiões, 1970-2004

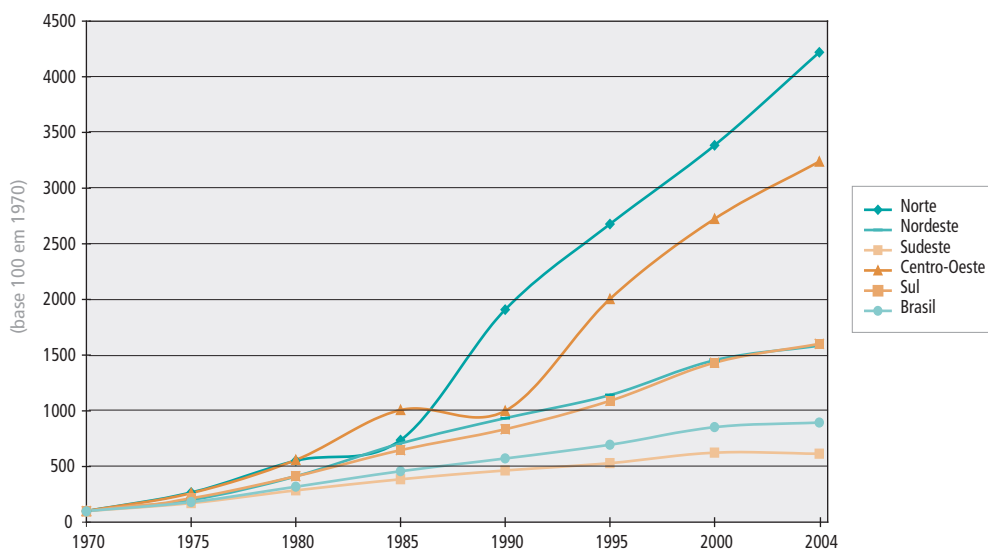
Consumo / ano	1970	1980	1990	2000	2004
Consumo final de energia elétrica	39.668	122.704	217.658	331.638	359.565
Autoprodução	3.709	8.342	11.907	25.010	37.912
Mercado de fornecimento	35.959	114.362	205.751	306.628	321.653
Sudeste	27.974	79.872	129.721	174.473	172.029
Sul	3.492	14.401	29.133	50.001	55.924
Nordeste	3.409	14.066	31.829	49.553	54.017
Centro-Oeste	618	3.455	6.174	16.829	20.015
Norte	466	2.568	8.894	15.772	19.668

Fonte: EPE, 2006.

Como pode ser observado, em 2004 a região Sudeste apresentou o maior consumo de energia elétrica dentre as regiões, 172.029 GWh, tendo participado com 53,5% do mercado de fornecimento do país. Por outro lado, os menores consumos foram registrados nas regiões Norte e Centro-Oeste: 6,1% e 6,2% do mercado. Essas variações em algum grau refletem as diferenças entre os números de habitantes das regiões do Brasil, mas também são resultado de padrões de desenvolvimento econômico históricos que privilegiaram a concentração espacial.

Apesar do exposto, é interessante observar que as regiões de menor consumo de energia elétrica vêm apresentando taxas de crescimento mais elevadas, o que é mostrado na Figura 2, a seguir. Não ignorando a menor base de consumo observada nessas regiões, é possível identificar uma tendência de redução das desigualdades regionais no tocante ao consumo de energia elétrica, principalmente a partir da segunda metade da década de 80.

Figura 2 – Evolução do mercado de fornecimento de energia elétrica (base 100 em 1970)
Brasil e Regiões, 1970-2004



Fonte: EPE/MME, 2005.

■ 2.3. Energia elétrica e economia

Em 1970, o Brasil apresentava um Produto Interno Bruto - PIB de cerca de R\$ 500 bilhões (em valores de reais de 2005) e uma população de 93 milhões de habitantes. Os consumos finais de energia e de energia elétrica eram equivalentes a 60,6 milhões tep e 39,7 TWh, respectivamente.

A Tabela 4 mostra que, trinta e cinco anos após, o PIB era 4 vezes maior (R\$ 1.938 bilhões), a população havia dobrado (185 milhões de habitantes), o consumo final de energia, triplicado (183,4 milhões tep) e, por fim, o consumo de energia elétrica foi o que apresentou o crescimento mais expressivo, crescendo quase 10 vezes: 375,2 TWh.

Tabela 4 – Indicadores econômicos e energia elétrica
Brasil, 1970-2004

Discriminação	1970	1980	1990	2000	2004	Média no período
PIB (R\$ bilhões de 2005)	501	1.145	1.339	1.739	1.895	
Variação entre períodos (% a.a.)	-	7,2	1,9	2,2	2,2	4,0% a.a.
População total (milhões)	93	119	147	171	182	
Variação entre períodos (% a.a.)	-	2,1	2,0	1,5	1,6	2,0% a.a.
PIB per capita (R\$ de 2005/hab)	5.387	9.622	9.109	10.170	10.406	
Variação entre períodos (% a.a.)	-	4,9	-0,1	0,8	0,6	2,0% a.a.
Consumo final de e. elétrica (TWh) ⁽¹⁾	39,7	122,7	210,8	321,2	346,7	
Variação entre períodos (% a.a.)	-	11,9	4,0	4,6	1,9	6,6% a.a.
Elasticidade-renda	-	1,66	2,47	2,06	0,94	1,68

Nota: 1 - Exclusive o consumo do setor energético.

Os valores da tabela refletem o fato de que o contexto econômico e o panorama do setor energético guardaram uma forte correlação neste período: se, em alguns momentos, os planos econômicos e as crises externas afetaram o consumo energético, em outros, como no período do racionamento de energia, foi o sistema energético que limitou a trajetória de expansão do crescimento.

Entre as diversas perturbações no contexto econômico que ocorreram nos últimos anos, podem ser destacados os Planos Cruzado e Cruzado II em 1986, o Plano Bresser em 1987, o Plano Verão em 1989, os Planos Collor I e Collor II em 1990, o Plano Real em 1994, a crise financeira internacional no final da década de 90 (com suas conseqüências na economia nacional) e a volatilidade de 2002. Já os distúrbios associados ao setor energético foram menos freqüentes, podendo ser citadas as crises de 1973 e 1979, quando os preços do petróleo no mercado internacional aumentaram fortemente; a crise do PROALCOOL no final da década de 80, e o racionamento de energia elétrica em 2001 e 2002.

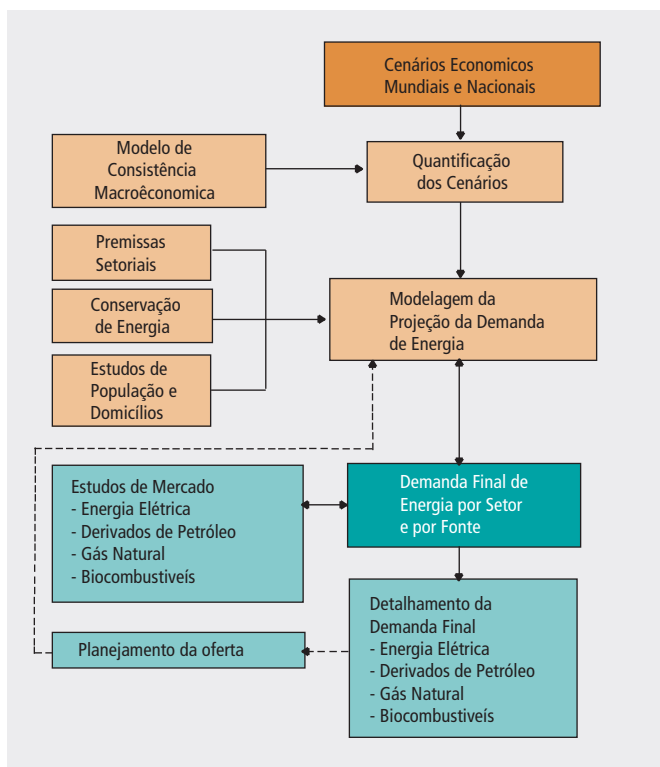
Especificamente em relação ao consumo de energia elétrica, pode-se observar uma desaceleração mais expressiva no seu crescimento ao longo do período entre 1970 a 1985 – acompanhando, embora de forma menos intensa, a evolução do crescimento do PIB. Após 1985, entretanto, a relação entre o crescimento do consumo de energia elétrica e o PIB é menos aparente, ainda mais durante o período do racionamento. Após o racionamento a relação entre os crescimentos do consumo e da economia volta a valores semelhantes aos do período antes do racionamento.

3. Metodologia de projeção

■ 3.1. Descrição geral do processo de simulação

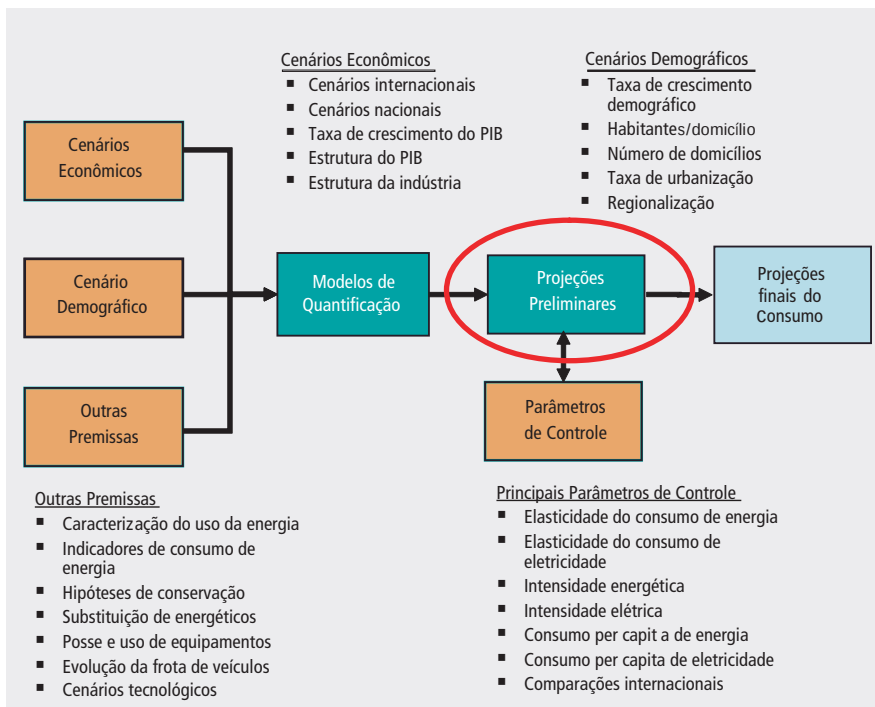
Neste capítulo é apresentada a descrição geral da metodologia utilizada nos estudos de projeção da demanda final de energia elétrica no Brasil para os próximos 25 anos. Cumpre notar que a modelagem da demanda final de energia elétrica no longo prazo, conforme ilustrada na Figura 3, corresponde a apenas uma das etapas do processo de planejamento do setor energético como um todo.

Figura 3 – Processo de planejamento do setor energético no longo prazo



Desta forma, nota-se que as projeções de demanda final de energia elétrica são municiadas com resultados de estudos específicos, tais como o relatório de Cenários Econômicos Nacionais 2005-2030 e o de Cenário Demográfico e de Domicílios 2005-2030 (EPE, 2006a e 2006b). Na Figura 1 ilustra-se como este trabalho está inserido no processo de planejamento de longo prazo. Os resultados apresentados neste estudo formam um conjunto de projeções preliminares da demanda de energia para o horizonte de 2030 que, por sua vez, subsidiarão os estudos de oferta, além das projeções finais de consumo de energia.

Figura 4 – Estudo da demanda de energia elétrica no processo de planejamento de longo prazo



Para a estimativa de evolução da demanda de energia utilizou-se como ferramenta de simulação o Modelo Integrado de Planejamento Energético - MIPE, desenvolvido no Programa de Planejamento Energético da COPPE em 1997. No caso do setor residencial, a quantificação seguiu o modelo adotado em Achão (2003) e Schaeffer *et al.* (2004).

O MIPE é um modelo técnico-econômico de projeção de demanda e de oferta de energia e de emissões de CO₂ advindos do uso de energia. O modelo permite avaliar a implicação de cenários prospectivos de padrões de uso da energia e estilos de desenvolvimento nas trajetórias de demanda e de oferta de energia projetadas para o Brasil para o horizonte de análise. Sua escolha como modelo de projeção balizou-se principalmente na abertura setorial disponível para estimativa de consumo de energia e por sua utilização em trabalhos anteriores com o mesmo escopo.⁴

Na próxima seção, descreve-se com mais detalhes o papel do MIPE na metodologia de estimação das projeções de demanda.

3.2. Metodologia de estimação da demanda de energia

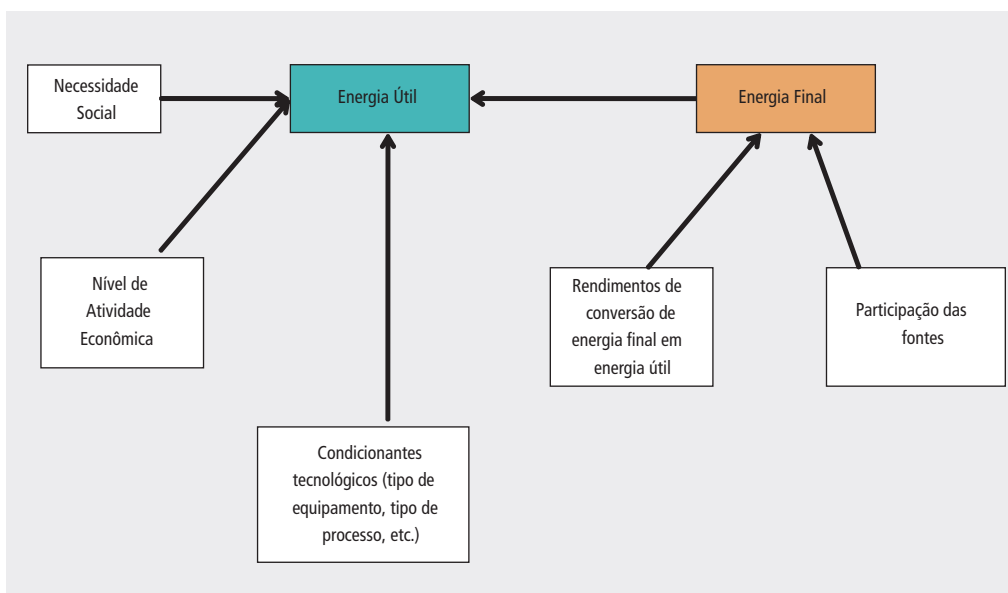
Embora este documento trate da evolução do mercado de energia elétrica especificamente, tendo em vista a abordagem e a estrutura empregadas no MIPE, optou-se por descrever nesta seção a metodologia de projeção de demanda de energia como um todo.

⁴ Entre outros, pode-se citar a realização da projeção da Matriz Energética Brasileira 2000-2020 em 2001 e a elaboração do "Plano de Longo Prazo - Projeção da Matriz 2022" em 2002, ambos para o Ministério das Minas e Energia - MME. Ademais, deve-se destacar o estudo que originou a concepção do modelo MIPE, gerando, também a edição do livro "A matriz energética brasileira na virada do milênio", publicado em 2000.

Dessa forma, são considerados inicialmente os determinantes diretos da demanda de energia, compreendendo que esta é condicionada pela necessidade de consumo de energia de um equipamento específico, como é o caso de uma caldeira, de um motor elétrico ou de combustão interna.

A necessidade de energia corresponde à energia útil que satisfaz uma dada premência (geração de calor, por exemplo) e realiza uma atividade econômica (produção de bens e serviços), inserida em um contexto físico e tecnológico (clima, processo de produção etc.). A energia útil se relaciona diretamente ao processo produtivo e independe das fontes de energia empregadas.⁵ Em contraste, a energia final demandada depende das fontes utilizadas e dos rendimentos de conversão. Assim, uma vez definidas a energia por forma de utilização, as participações das fontes e os rendimentos obtêm-se a energia final. Estas considerações são ilustradas na Figura 5.

Figura 5 – Inter-relações de condicionantes gerais para energia útil/energia final



Fonte: Tolmasquim e Szklo, 1997.

O MIPE utiliza um conjunto de variáveis de entrada por segmento da demanda final de consumo de energia, exatamente no mesmo grau de desagregação utilizado no Balanço Energético Nacional, ou seja, setores industrial (desagregados ainda em onze diferentes segmentos),⁶ comercial, residencial, público e de transportes. Este conjunto de variáveis, por sua vez, pode ser relacionado com premissas adotadas de acordo com cada cenário.⁷

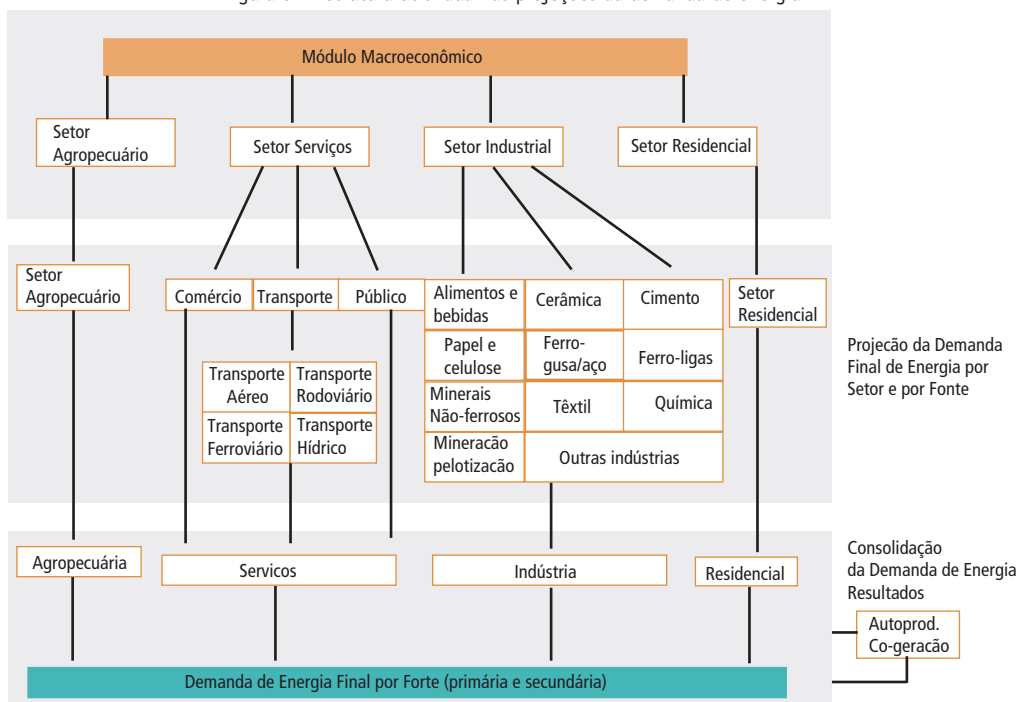
A estrutura básica para a projeção da demanda setorial utilizada neste estudo é apresentada na Figura 6

5 Um exemplo é o nível de iluminação demandado para determinados fins. A demanda pelo serviço energético “iluminação” exige determinada quantidade de lúmens/m², que podem ser ofertados com a utilização de lâmpadas incandescentes ou fluorescentes.

6 Os onze segmentos são: cimento, cerâmica, ferro-gusa e aço, ferro-ligas, mineração e pelotização, metais não ferrosos e outros metais, papel e celulose, alimentos e bebidas, química, têxtil e outras indústrias.

7 Para uma visão mais específica da modelagem realizada no MIPE, sugere-se consultar Tolmasquim e Szklo (2000).

Figura 6 – Estrutura utilizada nas projeções da demanda de energia



Fonte: Elaboração própria a partir de Tolmasquim e Szklo, 1997.

Pode-se ver que o MIPE está dividido em módulos,⁸ caracterizados a seguir:

- **Módulo 1** – módulo macroeconômico – no qual se definem as variáveis de cenário e a evolução setorial do PIB. Os resultados obtidos neste módulo incluem: (i) PIB anual; (ii) valor adicionado da indústria, agropecuária e de serviços; (iii) evolução da população urbana e rural; (iv) PIB per capita; (v) número de domicílios por ano.

- **Módulo 2** – módulo de demanda de energia – no qual se definem as variáveis de análise de cada segmento de cada setor, para obtenção das respectivas demandas de energia útil e final. Os resultados de demanda por energia final por segmento são consolidados respectivamente em um dos seguintes setores: indústria, comércio e setor público, transportes, residencial, e agropecuário.

Na implementação do modelo para este estudo, além da atualização para o ano base de 2004, procedeu-se à introdução de algumas alterações estruturais no MIPE, a saber:

- desagregação da demanda de energia final na indústria química, permitindo considerar explicitamente a indústria de soda-cloro, responsável pelo uso eletroquímico no setor;
- introdução da tecnologia de transporte baseada em veículos elétricos; e
- Na quantificação da demanda de energia no setor residencial brasileiro, por utilizar-se de uma outra metodologia, adotada em Achão (2003) e Schaeffer *et al.* (2004), e descrita mais adiante.

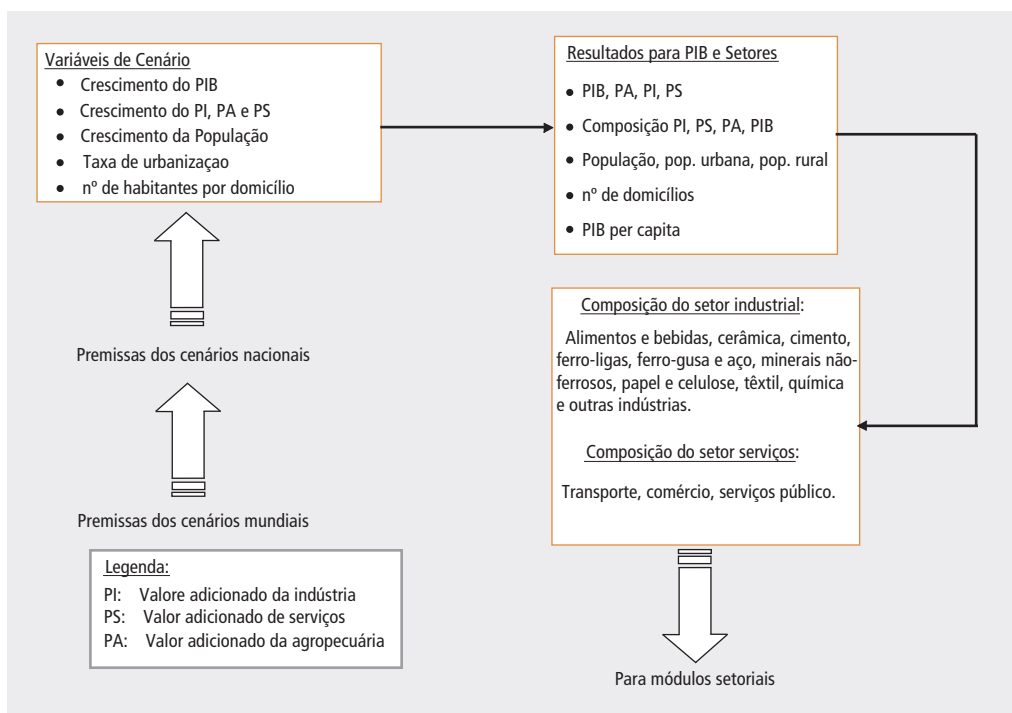
8 O MIPE apresenta ainda um módulo de oferta de energia.

■ 3.2.1. Descrição do módulo macroeconômico

Este módulo corresponde à primeira etapa do processo de projeção. Entretanto, como o MIPE não realiza testes de consistência macroeconômica, a definição da evolução de variáveis tais como o crescimento do PIB, a composição estrutural do PIB na economia e as taxas de crescimento devem ser realizados exogenamente, sendo variáveis de entrada no MIPE.

Na Figura 7 apresenta-se o esquema típico de entrada de dados para o módulo macroeconômico.

Figura 7 – Entrada e saída de dados do módulo macroeconômico



Fonte: Tolmasquim e Szklo, 1997.

Em termos operacionais, a utilização do modelo parte da definição da estrutura setorial da economia em cada um dos quatro cenários econômicos nacionais abordados neste trabalho, gerando como primeiro resultado o valor adicionado de cada setor na economia. A partir da definição da taxa de crescimento anual do PIB e do valor adicionado devido à indústria, serviços e agropecuária em cada cenário, geram-se, como resultado os valores adicionados de cada um dos seus respectivos segmentos, bem como suas participações anuais relativas. Estas se constituem em variáveis exógenas para o módulo setorial descrito a seguir.

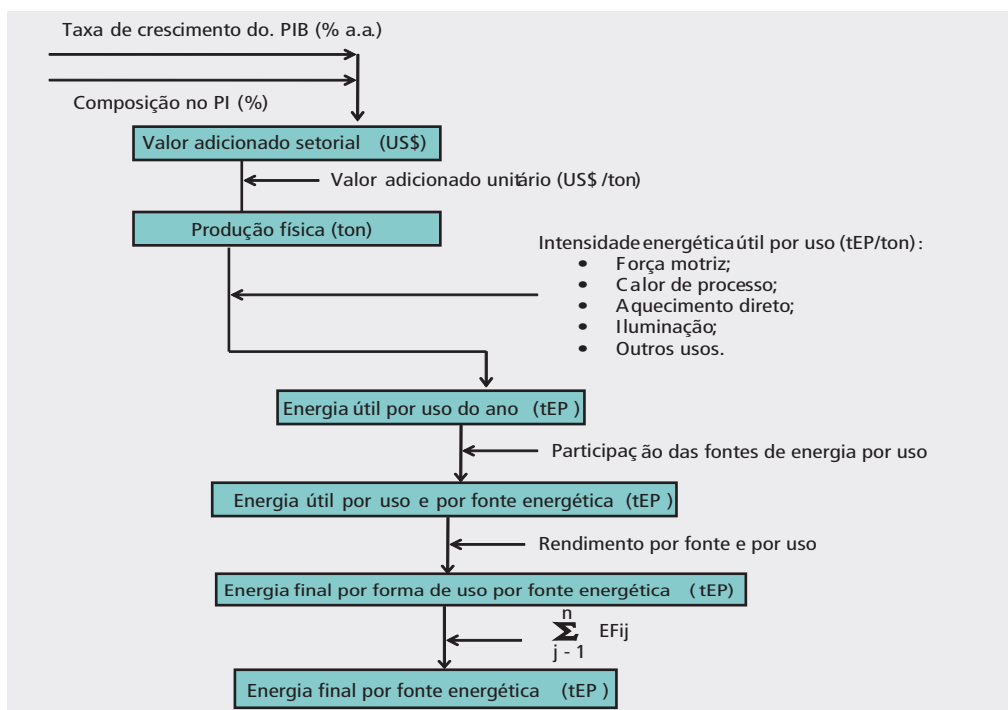
■ 3.2.2. Descrição dos módulos setoriais

Setor industrial

O valor adicionado de cada segmento é uma variável de entrada para a estimativa do consumo setorial de energia, estabelecido em termos da energia útil demandada por uso e fonte, o que favorece o tratamento de questões relacionadas à eficiência energética envolvida em usos específicos da energia. Por conta da

estrutura de dados disponíveis para a realização das estimativas da demanda de energia neste horizonte, a estrutura de usos compreende a mesma abertura observada no Balanço de Energia Útil - BEU, ou seja: calor de processo, aquecimento direto, força motriz, refrigeração, eletroquímica e iluminação. Em geral, o processo de estimativa da demanda setorial de energia no setor industrial brasileiro pode ser resumido por meio da figura abaixo.

Figura 8 – Processo geral de estimativa da demanda de energia nos segmentos do setor industrial no MIPE



Fonte: Tolmasquim e Szklo, 1997.

No setor industrial, são consideradas variáveis independentes:

i) Indicadores físicos para a projeção: estimados a partir da energia útil por forma de destinação e da produção física do segmento para um ano determinado. Permite-se, ainda, o estabelecimento de hipóteses tanto sobre a participação de cada energético no uso final de energia em certa destinação (por exemplo, para geração de calor de processo), quanto sobre ganhos tecnológicos de cada unidade produtiva (o que significa também hipóteses sobre a penetração de uma nova tecnologia ou a substituição de tecnologias);

ii) Participação de cada tecnologia na produção de determinado produto: variável que permite, entre outras, avaliar os impactos de uma substituição tecnológica no processo produtivo.

iii) Participação de cada fonte em uma destinação específica: pode-se verificar as possibilidades de substituição de energéticos e o impacto de programas de incentivos ao uso de determinadas fontes energéticas, cujo potencial se mostrar promissor;

iv) Rendimentos de conversão de energia final em energia útil ou consumos específicos de equipamentos: variáveis que permitem avaliar os impactos da substituição tecnológica.

Em particular, foram adotadas premissas específicas em relação a estas variáveis, detalhadas a seguir por setor.

Cimento

São variáveis de interesse específico a este segmento:

- i) consumo específico de calor (kcal/kg de clínquer): relacionando à tecnologia específica de calcinação das matérias primas empregadas;
- ii) participação por tipo de cimento portland produzido: envolvendo a predominância ou não de tipos de cimento mais energia-intensivos;
- iii) teor de adições ativas ao cimento: incluindo-se hipóteses sobre a participação de materiais residuais na produção de cimento, tais como a escória de alto forno e materiais pozolânicos.

Ferro-gusa e aço

No caso da indústria de ferro-gusa e aço, segmenta-se o processo produtivo em etapas, o que permite considerar mais explicitamente questões de alterações tecnológicas no horizonte de análise. Assim, variáveis específicas incluem:

- i) participação de tecnologias e rendimentos de conversão na etapa de redução: permite estimar o consumo associado de coque de carvão mineral, carvão vegetal e eletricidade, para a indústria como um todo;
- ii) participação de tecnologias e rendimentos de conversão na etapa de aciaria, incluindo LD/BOF e aciaria elétrica;
- iii) participação de tecnologias e rendimentos de conversão na etapa de laminação, considerando laminação a quente a frio;
- iv) percentual de eletricidade co-gerada, pelo aproveitamento de gases combustíveis produzidos no processo siderúrgico, tais como: gás de alto-forno, gás de aciaria e gás de coqueria.

Papel e Celulose

A desagregação da demanda de energia na indústria de papel e celulose considera as diferenças de consumo de energia conforme a estrutura de produção no país, ou seja, conforme predominem plantas de produção de celulose, integradas de produção de papel e celulose ou exclusivas em papel. Isto permite considerar diferenças no consumo específico de energia de acordo com o perfil do cenário.

Assim, variáveis adicionais na indústria de papel e celulose consideram:

- i) participação dos tipos de papel na produção física;
- ii) consumo específico de energia térmica e elétrica para produção de celulose;
- iii) consumo específico de energia térmica e elétrica para produção por tipo de papel;
- iv) participação da lixívia na geração total de eletricidade da indústria.

Química

A estimativa da demanda de energia final na indústria química brasileira apresenta, em sua versão original, a possibilidade de realização de hipóteses de crescimento da co-geração a gás natural neste segmento industrial. Com isto, pode-se avaliar a conseqüente redução da demanda de eletricidade junto ao Sistema

Interligado Nacional, enquanto aumenta a demanda por gás natural. Na versão mais recente, foram introduzidas modificações que explicitamente tratam da indústria de produção de soda-cloro, considerando as seguintes variáveis:

- i) participação de diferentes tecnologias de produção de soda-cloro, permitindo considerar hipóteses sobre a evolução relativa de processos baseados em células de mercúrio, diafragma e de membrana;
- ii) consumo específico de eletricidade por tecnologia de produção.

Metais não-ferrosos e outros metais da metalurgia

A indústria de alumínio, por sua importância para a evolução da demanda de energia, é o enfoque principal deste segmento. Como resultado, são variáveis de interesse:

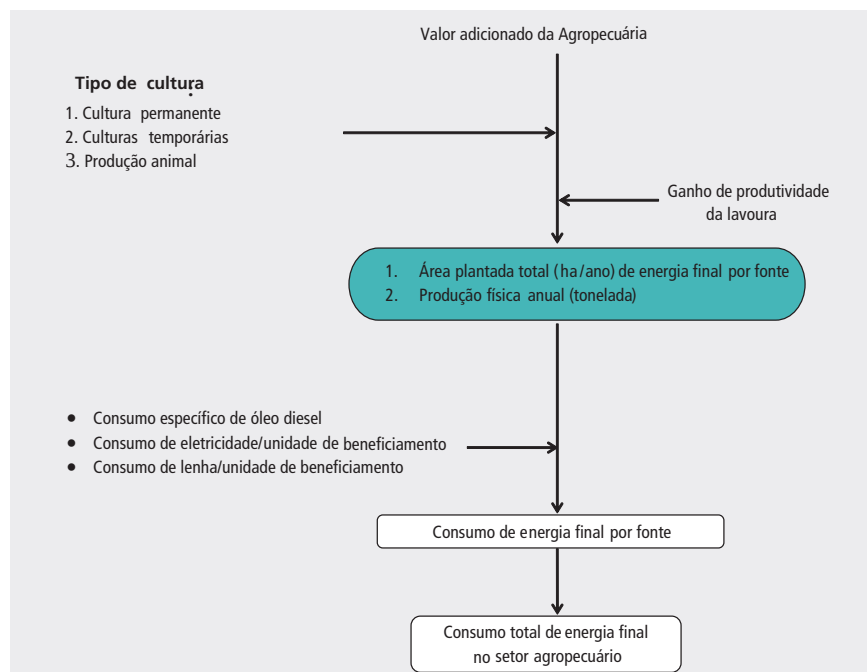
- i) estrutura de participação do alumínio na produção total do segmento;
- ii) taxa de crescimento da produção de alumina;
- iii) consumo específico de eletricidade para produção de alumina;
- iv) consumo específico de eletricidade para produção de alumínio primário; e
- v) participação de cada tecnologia na produção de alumínio primário.

Setor agropecuário

A estimativa da demanda de energia no setor agropecuário é realizada a partir da desagregação do consumo de energia, dividindo-se o consumo atribuível à produção agrícola em culturas permanentes ou temporárias (conforme classificação adotada pelo IBGE)⁹ e à produção animal. Esta divisão permite, por exemplo, realizar hipóteses acerca de modernização tecnológica neste setor. São variáveis consideradas nesta estimativa: a taxa de crescimento anual da produção física, o índice da eletrificação rural, o consumo específico de óleo diesel por cultura, e o consumo de eletricidade e de lenha na unidade de beneficiamento. Na Figura 9, apresenta-se o processo de estimativa da demanda de energia final no setor agropecuário brasileiro.

⁹ Vide, para definições e distribuição das culturas segundo estas definições, IBGE (2004c).

Figura 9 – Representação esquemática da estimativa de demanda de energia no setor agropecuário brasileiro a partir do MIPE



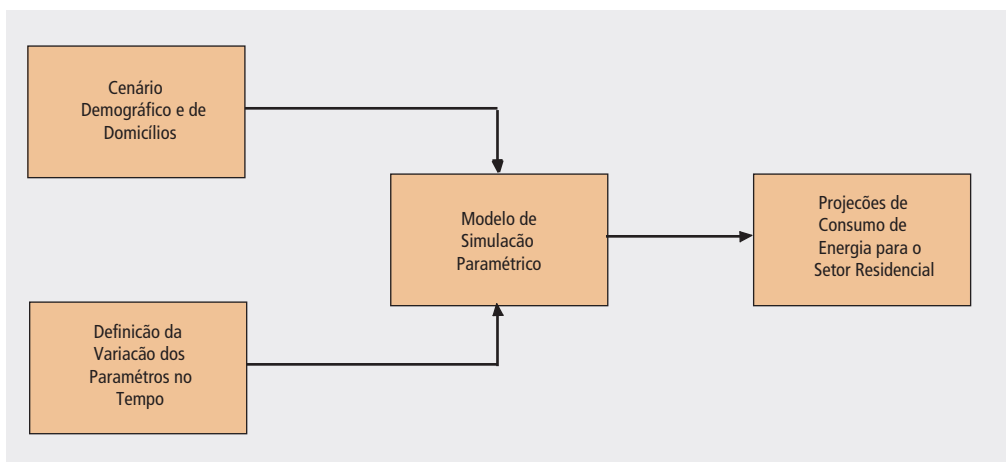
Fonte: Tolmasquim e Szklo, 1997.

Setor residencial

O método de quantificação empregado neste setor também é baseado em uma abordagem *bottom-up*, a qual se justifica pelo fato de a estrutura e o nível de demanda como um todo dependerem de fatores sociais (por exemplo, a densidade demográfica regional, tipo e quantidade de eletrodomésticos por residência); fatores sócio-econômicos (prioridade em desenvolvimento de certas indústrias ou setores econômicos, a política do país para transporte público); fatores puramente econômicos (por exemplo, a influência da mudança de preços de combustível); ou fatores puramente tecnológicos (como a evolução das eficiências de certos tipos de equipamento, penetração no mercado de novas tecnologias ou formas de energia).

O ponto de partida para esta estimativa é a construção do ano-base. Para a elaboração do ano-base referente ao setor residencial, impende obter variáveis associadas ao cenário demográfico, tais como: a população, a taxa de urbanização, o número de domicílios e o número de habitantes por domicílio. Na Figura 10 representa-se esquematicamente o processo de estimativa da demanda de energia no setor residencial brasileiro.

Figura 10 – Fluxograma de dados do modelo de simulação aplicado ao setor residencial brasileiro

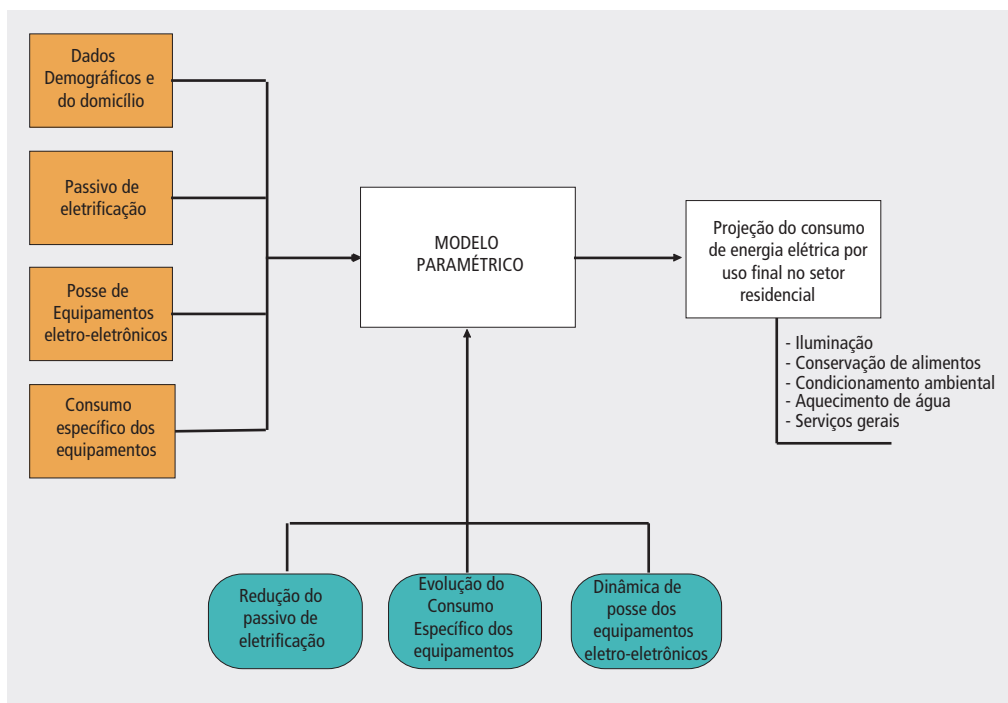


De modo específico, a estimativa da demanda de energia elétrica no setor residencial é realizada com base no percentual de domicílios ligados à rede elétrica e no consumo específico de energia elétrica por domicílio ligado à rede. Este, por sua vez, é projetado por uso final a partir da posse dos principais equipamentos, de hábitos de consumo das famílias e das potências dos equipamentos, o que permite a incorporação de ganhos de eficiência.

Destarte, o consumo residencial de energia elétrica é desagregado em cinco usos finais, quais sejam: iluminação; conservação de alimentos (geladeira e freezer); aquecimento de água (chuveiro elétrico); condicionamento de ar (ar condicionado); e serviços gerais (lavadora de roupas, lavadora de louças, TV, microondas etc.).

Portanto, para cada equipamento associado a um uso final é determinado o consumo específico, cujo cálculo considera o tempo médio de uso e a potência média. Esta variável, por sua vez, permite incorporar um ganho de eficiência, variável por cenário, ao longo do tempo. A Figura 11 representa de forma esquemática o modelo de simulação paramétrico utilizado para as projeções de consumo de energia elétrica no setor residencial.

Figura 11 – Fluxograma básico do modelo de simulação aplicado ao consumo de energia elétrica no setor residencial



Os parâmetros relevantes para a projeção do consumo residencial de gás natural são o percentual de domicílios ligados à rede de gás e o consumo específico de gás por domicílio, que permitem incorporar possíveis ganhos de eficiência de fogões e aquecedores ao longo do tempo.

Para a estimativa de evolução da demanda residencial de lenha, as variáveis utilizadas são o percentual de domicílios com fogão a lenha e o consumo específico de lenha por domicílio. A projeção do número de domicílios que possuem fogão a lenha é determinada a partir de estimativas para a evolução do número de habitantes por domicílio rural e para a evolução do número de domicílios localizados em áreas rurais por classes de renda para o horizonte de análise.

Finalmente, as variáveis relevantes para a estimativa da demanda residencial de GLP são o percentual de domicílios com fogão a GLP e o consumo específico de GLP por domicílio, que possibilita a quantificação de ganhos de eficiência devido à venda e a aquisição de fogões e aquecedores de água mais eficientes. Desta forma, o modelo permite formular hipóteses acerca de programas de certificação e etiquetagem para estes equipamentos, além de padrões de eficiência mínimos exigidos.

Setores comercial e público

Em linhas gerais, a versão original da modelagem dos setores comercial e público segue uma sistemática bastante assemelhada. As principais variáveis utilizadas para a estimativa de evolução da demanda de energia nestes setores são listadas a seguir.

Setor comercial

- i) elasticidade calor-produto do setor serviços;
- ii) intensidade energética de consumo de óleo diesel;
- iii) intensidade energética do consumo de eletricidade;
- iv) participação das fontes na demanda por calor; e
- v) rendimentos de conversão energia final por uso.

Setor público

- i) elasticidade calor-produto do setor público;
- ii) consumo específico per capita de óleo diesel;
- iii) consumo específico per capita de eletricidade do poder público;
- iv) consumo específico per capita de eletricidade para iluminação pública;
- v) consumo específico de eletricidade para água, esgoto e saneamento;
- vi) percentual de domicílios com rede de água;
- vii) percentual de domicílios com acesso à rede elétrica;
- viii) participação das fontes na demanda por calor; e
- ix) rendimentos de conversão de energia final por uso.

Setor de transportes

A modelagem disponível no MIPE para este setor possibilita considerar as substituições intermodal e intramodal. No primeiro caso, pode-se considerar, entre outras: a substituição feita pelas pessoas entre ônibus urbano e metrô, ônibus interurbano e trem, e ônibus interurbano e avião; e para o transporte de cargas, a substituição entre o modal rodoviário de um lado e o ferroviário ou aquaviário, por outro lado. No caso de substituição intramodal, pode-se avaliar, por exemplo, a substituição entre transporte coletivo (ônibus urbano) e transporte individual (táxi).

O presente estudo considerou as seguintes variáveis:

- i) participações dos modos rodoviário, ferroviário e hidroviário na carga total transportada no país;
- ii) taxas de crescimento de veículos leves e de ônibus a gás natural;
- iii) consumos específicos dos veículos leves à gasolina, dos veículos leves a álcool e do ônibus urbano a diesel.

Ademais, na atualização realizada para este estudo, foi necessário considerar a introdução de tecnologias como os veículos híbridos (a bateria – VEB e híbridos – VEH), uma incerteza crítica no horizonte de análise. As variáveis introduzidas nesta versão do MIPE foram:

- i) taxa de crescimento de vendas de veículos flex fuel, híbridos a bateria e híbridos;
- ii) percentuais da quilometragem anual percorrida no caso de um VEH utilizando combustível fóssil e no caso de um veículo flex fuel utilizando gasolina;
- iii) consumo específico de eletricidade de um VEB e de um VEH; e de combustível de um VEH.

Em relação aos veículos bicomcombustíveis, supõe-se que o consumo anual de álcool e de gasolina está distribuído conforme os cenários nos quais se inserem as projeções, sendo esta alocação determinada exogenamente ao modelo.

4. Premissas básicas

Neste capítulo são compiladas as principais premissas dos cenários demográficos, dos cenários econômicos e dos cenários setoriais a partir das quais as projeções foram realizadas. No caso das premissas relativas aos cenários setoriais, pode-se dividi-las ainda em dois tipos: gerais – isto é, comuns aos cenários – e específicas.

■ 4.1. Cenário demográfico e de domicílios

Por conta dos efeitos pouco significativos dos diferentes cenários desenvolvidos sobre as variáveis demográficas no horizonte estudado, optou-se pela construção de apenas um único cenário demográfico e de domicílios.

Antes, porém, de descrever as premissas usadas na projeção da evolução populacional no horizonte até 2030, é importante caracterizar o panorama atual no contexto de sua evolução nas últimas décadas.

A característica demográfica brasileira mais importante dos últimos anos tem sido a tendência de redução da aceleração do crescimento populacional, especialmente com o declínio acentuado da fecundidade a partir dos anos 90. Com isso, o país, anteriormente caracterizado por uma população extremamente jovem, tem experimentando um rápido processo de envelhecimento populacional.

A Taxa de Fecundidade Total – TFT é um dos indicadores demográficos de maior influência no ritmo de crescimento da população. Vários fatores estão correlacionados com a evolução da TFT em um país, entre os quais:

- grau de urbanização: no começo dos anos 60, apenas 33% da população mundial era urbana. No ano 2000, esse percentual havia saltado para 47%. A TFT global, no mesmo período, caiu de 4,97 para 2,69;

- redução do analfabetismo entre as mulheres;

- divórcio: Países com índices de divórcio mais alto tendem a ficar abaixo da taxa de reposição, de 2,1 filhos por mulher;

- idade média de casamento mais elevada (próxima dos 30 anos);

- uso de contraceptivos. No início dos anos 60, as estatísticas globais indicam que apenas 26% dos casais tinham acesso a meios contraceptivos. No ano 2000, esse percentual cresceu para 63%. A consequência inelutável foi a diminuição da TFT no período.

Por conta dos efeitos destes fatores sobre a sociedade brasileira, houve uma variação expressiva da TFT no país em menos de 30 anos: de 5,8 filhos por mulher em 1970, a taxa de fecundidade nacional passou para 2,4 filhos por mulher em 2000,¹⁰ enquanto a média mundial era de 2,8.

Entretanto, não apenas a evolução total da população é fundamental para as projeções do setor elétrico, mas também a evolução desagregada por regiões e por situação do domicílio.

A Tabela 5 mostra a seguir a TFT por regiões geográficas.

10 Uma nação, para manter estável a sua população, precisa ter uma TFT de 2,1. Isto é, cada mulher precisa dar à luz 2,1 crianças. Quando a TFT cai abaixo deste nível, a perspectiva é de declínio populacional.

Tabela 5 – Taxas de fecundidade total
Brasil e Regiões, 1970-2000

Região	1970	1980	1991	2000
Brasil	5,8	4,3	2,8	2,4
Norte	8,2	6,4	4,1	3,1
Nordeste	7,5	6,1	3,7	2,6
Sudeste	4,6	3,4	2,3	2,1
Sul	5,5	3,6	2,5	2,2
Centro-Oeste	6,4	4,5	2,6	2,2

Fonte: Censos Demográficos, IBGE, vários anos.

Por outro lado, a questão migratória também tem um efeito relevante sobre a evolução da população regional. No último período intercensitário, 1991-2000, as maiores taxas de crescimento ocorreram nas regiões Norte e Centro-Oeste, onde se observou a presença de contingentes migratórios atraídos não só por uma expansão retardatária da fronteira, como também pelo poder de atração do entorno de Brasília e Goiânia. A evolução regional é mostrada na Tabela 6, a seguir.

Tabela 6 – Participação percentual da população segundo Região
Brasil, 1950-2000

Região	1950	1960	1970	1980	1991	2000
Norte	3,5	3,7	3,9	5,5	6,8	7,6
Nordeste	34,7	31,6	30,2	29,3	29,0	28,1
Sudeste	43,4	43,7	42,8	43,5	42,7	42,6
Sul	15,1	16,8	17,7	16,0	15,1	14,8
Centro-Oeste	3,3	4,2	5,4	5,7	6,4	6,9

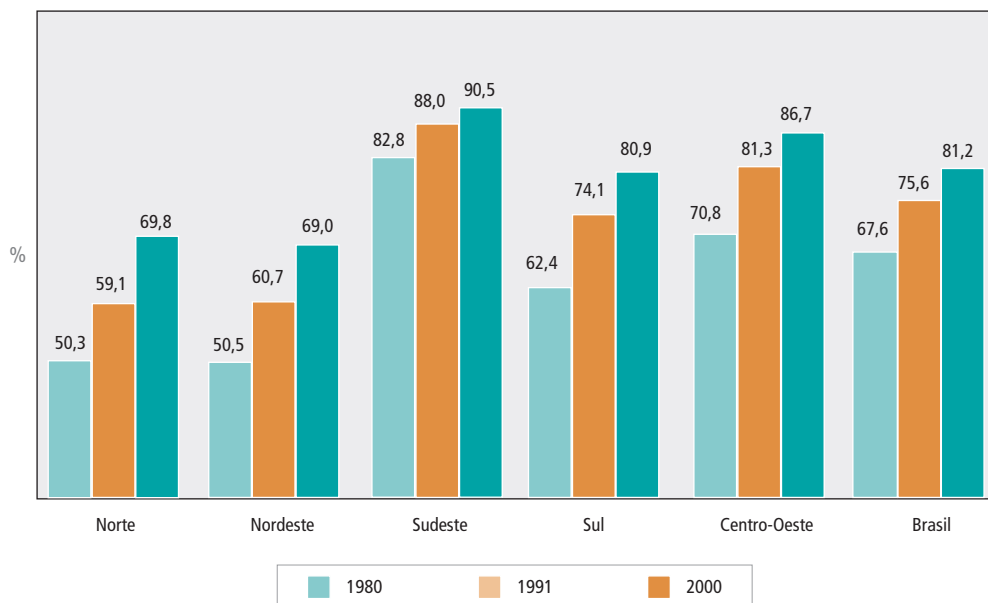
Fonte: Censo Demográfico, IBGE, 2002.

As regiões Norte e Centro-Oeste vêm aumentando sua representatividade no crescimento populacional do país desde a década de 50. Enquanto isso, as regiões Sudeste e Sul praticamente mantêm a mesma participação em meio século. A região Nordeste, que possui o segundo maior contingente populacional do País, mantém a tendência de declínio em sua participação nacional.

Por fim, em relação à urbanização, a continuação do esvaziamento das áreas rurais brasileiras é um fato. Os números do Censo Demográfico 2000 (IBGE, 2002) confirmaram a tendência crescente de aumento da urbanização no Brasil. A partir de 1950, o Brasil deixa de ser um País de características rurais para caminhar no sentido de um País mais urbanizado, quando a expansão do parque industrial do Sudeste, particularmente do Estado de São Paulo passa a atrair uma grande massa de população migrante originária de áreas de estagnação econômica do Nordeste.

Como conclusão, tem-se que as áreas urbanas são os grandes pólos de atração, em contraste com o esvaziamento das áreas rurais. Não há indicação, pelos estudos do IBGE, de que este panorama venha a se alterar significativamente nos próximos anos.

Figura 12 – Grau de urbanização
Brasil e Regiões 1980/2000



Fonte: Censos Demográficos, IBGE, 2002.

A evolução populacional das últimas décadas caracteriza o ponto de partida das projeções realizadas neste estudo. Estas, por sua vez, têm como base as seguintes projeções do IBGE, revisadas em 2004:

População total residente para o Brasil, no horizonte 2001/2050 (IBGE, 2004a), e

População total residente (regiões geográficas e unidades da federação) para o período 1980/2020 (IBGE, 2004b).

Em relação à evolução da população total, utilizou-se a premissa de que a taxa de fecundidade atingiria um nível limite no qual se manteria, ao longo do tempo, contribuindo para a queda das taxas de crescimento populacional. Assim, o limite para a taxa de fecundidade brasileira seria de 1,85 filhos por mulher, valor que seria alcançado por volta de 2043. A taxa de fecundidade total de reposição das gerações (2,1 filhos por mulher) seria atingida por volta de 2016.

Além disso, as projeções do IBGE estão referenciadas à data de 1º de julho de cada ano e, em nenhum dos dois casos, se encontram desagregadas por situação (urbana e rural). Tendo em vista que os estudos do setor elétrico requerem que as projeções da população sejam desagregadas por situação e segundo as grandes regiões, e ainda referenciadas à data-base de 31 de dezembro, fizeram-se necessários os seguintes procedimentos:

- i) Referenciar as projeções do período 2005/2030 à data base de 31 de dezembro.
- ii) Desagregar a projeção da população total residente segundo as regiões geográficas para o período 2021/2030, através da aplicação do método de tendência de crescimento demográfico ($ai + bi$).
- iii) Estimar a taxa de urbanização, por região geográfica, para o período 2005/2030, através de uma função logística.

Os resultados das projeções da população total e por situação, desagregadas ainda segundo as regiões geográficas, estão apresentados nas Tabelas 7 e 8.

Tabela 7 – Projeção da população total residencial (mil hab.)
Brasil e Regiões, 2005-2030

Região	2005	2010	2020	2030
Brasil	185.472,7	198.040,4	220.085,8	238.554,7
Variação entre períodos (% a.a.)	-	1,32	1,06	0,81
Norte	14.859,6	16.430,1	19.185,0	21.492,7
Variação entre períodos (% a.a.)	-	2,03	1,56	1,14
Nordeste	51.313,2	54.179,9	59.208,5	63.427,7
Variação entre períodos (% a.a.)	-	1,09	0,89	0,69
Sudeste	79.014,7	84.306,9	93.589,9	101.363,6
Variação entre períodos (% a.a.)	-	1,31	1,05	0,80
Sul	27.140,7	28.770,2	31.628,6	34.020,9
Variação entre períodos (% a.a.)	-	1,17	0,95	0,73
Centro-Oeste	13.144,6	14.353,3	16.473,7	18.249,9
Variação entre períodos (% a.a.)	-	1,78	1,39	1,03

Nota: Valores referentes a dezembro.

Fonte: Compilado pela EPE.

Tabela 8 – Projeção da população urbana (mil hab.)
Brasil e Regiões, 2005-2030

Região	2005	2010	2020	2030
Brasil	154.343,3	167.838,1	191.067,2	209.918,7
Variação entre períodos (% a.a.)	-	1,69	1,30	0,95
Norte	10.658,5	12.029,8	14.438,3	16.430,4
Variação entre períodos (% a.a.)	-	2,45	1,84	1,30
Nordeste	36.749,9	39.929,3	45.385,7	49.762,1
Variação entre períodos (% a.a.)	-	1,67	1,29	0,92
Sudeste	72.520,1	78.205,8	88.076,0	96.195,3
Variação entre períodos (% a.a.)	-	1,52	1,20	0,89
Sul	22.712,1	24.664,4	27.932,9	30.500,6
Variação entre períodos (% a.a.)	-	1,66	1,25	0,88
Centro-Oeste	11.702,7	13.008,7	15.234,3	17.030,5
Variação entre períodos (% a.a.)	-	2,14	1,59	1,12

Nota: Valores referentes a dezembro.

Fonte: Compilado pela EPE.

A Tabela 9 sintetiza a evolução da taxa de urbanização no Brasil e nas suas regiões ao longo do horizonte de estudo.

Tabela 9 – Projeção da taxa de urbanização (%)
Brasil e Regiões, 2005-2030

Região	2005	2010	2020	2030
Brasil	83,2	84,7	86,8	88,0
Norte	71,7	73,2	75,3	76,4
Nordeste	71,6	73,7	76,7	78,5
Sudeste	91,8	92,8	94,1	94,9
Sul	83,7	85,7	88,3	89,7
Centro-Oeste	89,0	90,6	92,5	93,3

Nota: Valores referentes a dezembro.

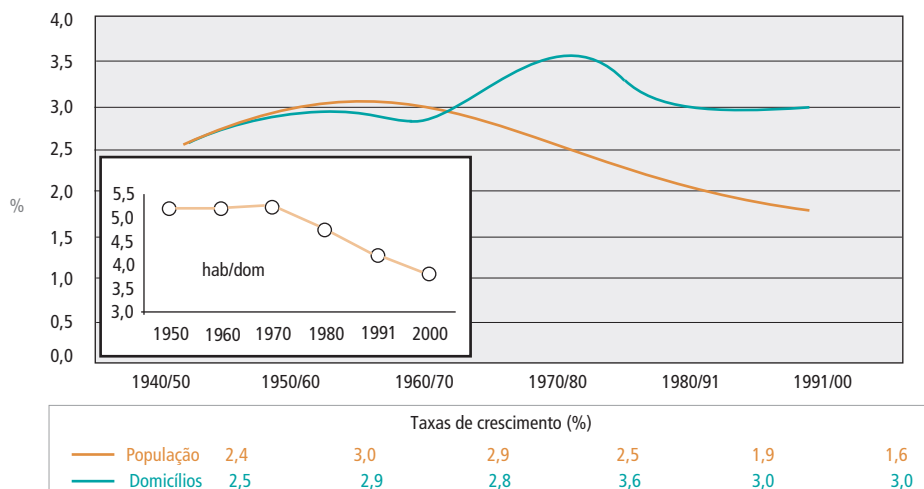
Fonte: Compilado pela EPE.

Com base na projeção populacional, procedeu-se ao cálculo dos domicílios permanentes e ocupados.

A tendência decrescente da relação habitante por domicílios é determinada pela diferença entre as taxas de crescimento populacional e do número de domicílios. Segundo IBGE (2002), sabe-se que a taxa de crescimento demográfico iniciou sua queda em meados dos anos 70, quando as taxas de natalidade, mortalidade e fecundidade entraram em declínio. A Fonte: IBGE (2002)

Figura 13 apresenta a evolução das últimas décadas.

Figura 13 – Habitantes por domicílio – taxas de crescimento
Brasil, 1940-2000



Fonte: IBGE, 2002.

Assim, acredita-se que a evolução da relação habitante por domicílio tenderá a uma trajetória semelhante à da taxa de fecundidade com uma defasagem de 10 anos em relação a esta (OLIVEIRA e FERNANDES, 1996).

Levando em consideração as estimativas da TFT, disponibilizadas pelo IBGE, e conhecendo a evolução temporal da relação habitante por domicílio, pode-se estimar o número total de domicílios permanentes e ocupados.

Partindo da hipótese de que o número de habitantes por domicílio é uma variável que deverá atingir algum nível de saturação, seguiu-se uma abordagem semelhante à utilizada para o grau de urbanização. Porém, enquanto o grau de urbanização apresenta uma tendência crescente no tempo, saturando em um determinado limite superior, o número de habitantes por domicílio é uma função decrescente no tempo, tendendo para determinado limite inferior de saturação.

Nessas condições, o inverso do número de habitantes por domicílio, isto é, a relação entre número de domicílios e população, deverá apresentar um comportamento semelhante ao do grau de urbanização e saturar em determinado limite superior.

Dessa forma, fixaram-se níveis de saturação para a relação número de habitantes/domicílio, por região, e utilizou-se a mesma modelagem usada para o grau de urbanização, através do ajuste de uma curva logística, para projetar a relação número de domicílios/população com base no histórico destas variáveis correspondente aos quatro anos censitários: 1970, 1980, 1991 e 2000.

As projeções do número de domicílios e da relação habitante por domicílio são apresentadas nas Tabelas 10 e 11.

Tabela 10 – Projeção do total de domicílios permanentes ocupados (mil)
Brasil, 2005-2030

Região	2005	2010	2020	2030
Brasil	51.406,6	57.511,4	69.746,4	81.837,4
Varição entre períodos (% a.a.)	-	2,27	1,95	1,61
Norte	3.379,7	3.895,7	4.921,5	5.929,1
Varição entre períodos (% a.a.)	-	2,88	2,36	1,88
Nordeste	12.748,6	13.973,5	16.385,4	18.728,4
Varição entre períodos (% a.a.)	-	1,85	1,61	1,35
Sudeste	23.227,0	26.004,6	31.602,4	37.182,1
Varição entre períodos (% a.a.)	-	2,28	1,97	1,64
Sul	8.282,9	9.307,9	11.394,8	13.484,7
Varição entre períodos (% a.a.)	-	2,36	2,04	1,70
Centro-Oeste	3.768,3	4.329,7	5.442,3	6.513,2
Varição entre períodos (% a.a.)	-	2,82	2,31	1,81

Nota: Valores referentes a dezembro.

Fonte: Compilado pela EPE.

Tabela 11 – Projeção do total de domicílios urbanos permanentes ocupados (mil)
Brasil, 2005-2030

Região	2005	2010	2020	2030
Brasil	43.881,2	49.920,4	61.844,6	73.377,7
Varição entre períodos (% a.a.)	-	2,61	2,17	1,72
Norte	2.541,6	3.010,0	3.951,2	4.874,9
Varição entre períodos (% a.a.)	-	3,44	2,76	2,12
Nordeste	9.502,2	10.751,5	13.180,7	15.475,5
Varição entre períodos (% a.a.)	-	2,50	2,06	1,62
Sudeste	21.471,5	24.222,6	29.701,7	35.079,9
Varição entre períodos (% a.a.)	-	2,44	2,06	1,68
Sul	6.997,3	8.000,7	9.972,7	11.871,3
Varição entre períodos (% a.a.)	-	2,72	2,23	1,76
Centro-Oeste	3.368,6	3.935,6	5.038,3	6.076,2
Varição entre períodos (% a.a.)	-	3,16	2,50	1,89

Nota: Valores referentes a dezembro.

Fonte: Compilado pela EPE.

A partir dos números acima, a projeção da relação habitante por domicílio é apresentada na Tabela 12.

Tabela 12 – Projeção da relação habitante por domicílio
Brasil e Regiões, 2000-2030

Região / ano	2000	2010	2020	2030
Norte	4,59	4,22	3,90	3,62
Nordeste	4,18	3,88	3,61	3,39
Sudeste	3,58	3,24	2,96	2,73
Sul	3,48	3,09	2,78	2,52
Centro-Oeste	3,68	3,32	3,03	2,80
Brasil	3,79	3,44	3,16	2,91

Fonte: Compilado pela EPE.

■ 4.2. Cenários econômicos

Os cenários econômicos foram construídos a partir de: por um lado, o ambiente externo (primeira coluna) e, por outro, da gestão das forças e fraquezas do país que pode ser eficaz (segunda coluna) ou pouco eficaz (terceira coluna). A combinação de um ambiente externo com uma determinada forma de administrar a questão interna gera um cenário nacional, o que será detalhado a seguir.

■ 4.2.1. Caracterização dos cenários mundiais

Foram considerados 3 cenários mundiais, detalhados a seguir:

- Cenário Mundo Uno – “Voando em céu de brigadeiro”;
- Cenário Arquipélago – “Redefinindo as fronteiras”;
- Cenário Ilha – “Trilhando sob cabo de guerra”.

No cenário Mundo Uno o planeta está conectado: as nações consolidam o processo de abertura de seus mercados para a intensificação das relações de comércio e fluxos financeiros multilaterais, as corporações se aproveitam das vantagens comparativas dos países e a prática do *outsourcing* predomina, enquanto a sociedade da informação se estabelece plenamente com grupos de diferentes nacionalidades partilhando suas experiências e espalhando idéias através dos avanços da tecnologia. Há um maior equilíbrio de forças na estrutura de poder político e econômico mundial, refletido em governança compartilhada das instituições multilaterais e prevalência de soluções coordenadas e cooperativas para os problemas mundiais. A confiança nas instituições aumenta com a incorporação dos diversos movimentos sociais no processo decisório político e econômico. A questão dos déficits gêmeos dos EUA e a relação de financiamento do excesso de consumo deste país com a geração de poupança na China alcançam uma solução de equilíbrio, implementada por políticas macroeconômicas mundiais coordenadas. A acomodação dos conflitos étnicos, religiosos e sociais e o equacionamento da insegurança institucional tornam a vida no planeta mais amistosa.

No cenário Arquipélago o mundo se caracteriza por conexões assimétricas que vão desde as relações econômicas até a difusão tecnológica. Nações dividem-se em blocos em que o regionalismo predomina de forma significativa: as relações de comércio e os fluxos financeiros são concentrados entre as “nações amigas”. Na sociedade, aqueles com acesso à tecnologia compõem os grupos virtuais mundiais, enquanto os demais ficam à margem do mundo digital, restritos a grupos locais periféricos. Há uma polarização na estrutura de poder político-econômico mundial, com hegemonia do bloco UE/EUA em comparação com o bloco composto pelos países asiáticos, liderados pela China e pelo Japão. O desequilíbrio dos déficits gêmeos dos EUA alcança uma solução de equilíbrio por meio de ajuste interno norte-americano, o que gera uma redução no ritmo de cresci-

mento da economia mundial. A insegurança devida aos conflitos étnicos, religiosos e sociais e a insegurança institucional e econômica apresentam-se em diferentes estágios conforme o bloco econômico e a região.

No cenário Ilha a conexão assume um padrão instável. As nações, as corporações e a sociedade se posicionam de modo nitidamente defensivo perante o processo de globalização; os raros processos de integração, quando ocorrem, são marcados pelo caráter predominantemente local. A estrutura de poder político-econômico mundial se caracteriza por um período de reestruturação, com oportunidades para a emergência de novos protagonistas no plano político mundial. Dentre as transformações mais marcantes do período, destaca-se a grande oscilação econômica mundial fruto da ruptura dos desequilíbrios da economia norte-americana e da relação entre China e EUA. A insegurança devida aos conflitos étnicos, religiosos e sociais e a insegurança institucional e econômica difundem-se e há esgarçada dos conflitos de interesses entre corporações e sociedades, causando aumento de reivindicações sociais aos Estados.

■ 4.2.2. Descrição dos cenários nacionais

Para cada um dos três cenários mundiais descritos anteriormente, o Brasil pode se posicionar de modo a aproveitar as oportunidades ou se defender das ameaças criadas pelo ambiente externo. Um bom posicionamento depende de o país estar preparado de forma adequada para qualquer que seja o contexto mundial, o que significa tanto potencializar as vantagens comparativas do país (as forças) como enfrentar uma série de problemas internos com graus de dificuldade diferentes (as fraquezas).

A Figura 14 representa esquematicamente os cenários criados a partir de: por um lado, o ambiente externo (primeira coluna) e, por outro lado, da gestão do ambiente interno que pode ser eficaz (segunda coluna) ou menos eficaz (terceira coluna). A combinação de um ambiente externo com uma determinada forma de administrar a questão interna gera um cenário nacional.

Figura 14 – Cenários nacionais

Mundial	Administração das forças e fraquezas do país: Eficaz	Administração das forças e fraquezas do país: Pouco Eficaz
Mundo Uno	Na crista da onda	Perdendo a onda
Arquipélago	Surfando a marola	Pedalinho
Ilha	Nadando contra a corrente	Náufrago

Fonte: EPE, 2006a.

Quando o país administra bem suas forças e fraquezas, há três possíveis cenários em que o país cresce a taxas superiores às do mundo:

- i) Na Crista da Onda;
- ii) Surfando a Marola;
- iii) Nadando contra a corrente.

Por outro lado, quando o país não consegue gerir a contento suas forças e fraquezas, há outros três possíveis cenários em que o país cresce a taxas equivalentes às do mundo:

- iv) Perdendo a onda;
- v) Pedalinho;
- vi) Náufrago.

Dos seis cenários nacionais possíveis, consideram-se, neste trabalho, apenas quatro, quais sejam: Na Crista da Onda, Surfando a Marola, Pedalinho e Náufrago. Esta escolha deveu-se ao fato de: primeiro, considerarmos os cenários mais extremos, Na Crista da Onda e Náufrago, devido às suas potenciais consequências para o país; segundo, porque ao serem incluídos os cenários intermediários Surfando a Marola e Pedalinho, os quatro cenários estudados já varrem uma variedade suficientemente rica para análise de possíveis evoluções futuras.

A Tabela 13 exibe a relação existente entre os cenários mundiais e os nacionais adotados em nosso estudo. Posteriormente, há uma breve descrição de cada um dos cenários aqui analisados.

Tabela 13 – Relação entre os cenários mundiais e nacionais adotados

Cenário mundial	Cenário nacional
Mundo Uno: Céu de Brigadeiro	A – Na Crista da Onda
Arquipélago: Redefinindo Fronteiras	B1 – Surfando a Marola
	B2 – Pedalinho
Ilha: Cabo de Guerra	C – Náufrago

Fonte: EPE, 2006a.

O cenário Na Crista da Onda é caracterizado por um elevado nível de desenvolvimento econômico, marcado por uma gestão macroeconômica mais eficaz. Além disso, a implementação e o encaminhamento das reformas microeconômicas potencializam o aumento de investimentos em educação e infra-estrutura, elevando a produtividade total dos fatores e a redução dos gargalos de infra-estrutura. Com isto, ocorre um crescimento econômico mais robusto, adicionalmente por conta de um ambiente institucional mais consolidado: por exemplo, a aplicação da regulação ambiental torna-se menos conflituosa, depois do correto entendimento da exploração dos recursos naturais compatível com o crescimento sustentável de longo prazo. A inserção do país na economia mundial é feita de modo a potencializar as vantagens comparativas do país, que pode contar ainda com uma marcada reversão da baixa competitividade dos fatores de produção: a qualificação da mão-de-obra é incrementada com maior escolaridade da população; a produtividade da economia sofre ainda um impulso nas inovações tecnológicas, dado o ambiente favorável para pesquisa, desenvolvimento e inovação (P&D&I); e o crescimento do mercado de crédito de longo prazo permite um maior investimento em máquinas e equipamentos. O desenvolvimento econômico leva a uma redução das disparidades sócio-regio-

nais e a um aumento do poder aquisitivo da população, com impacto positivo sobre a distribuição de renda no país. Por fim, reduções significativas nos níveis de violência e de insegurança nos grandes centros urbanos são outros elementos que caracterizam este cenário.

No cenário Surfando a Marola, o crescimento da economia brasileira supera um crescimento mais moderado da economia mundial, fruto de uma gestão mais ativa no encaminhamento dos problemas internos. Há, porém, um processo mais longo na consolidação da estabilidade macroeconômica, resultado, em parte, de certa dificuldade na aprovação de reformas microeconômicas. Por tal motivo, os gargalos em infra-estrutura não são totalmente resolvidos, embora sejam relativamente pontuais. É um cenário marcado principalmente pelo esforço das corporações nacionais na conquista por mercados internacionais, ainda mais porque o mundo, dividido em blocos econômicos, oferece oportunidades parciais de aproveitamento. A produtividade total dos fatores não alcança os mesmos elevados níveis do cenário anterior, pois fica mais concentrada em nichos específicos; as restrições de capital para P&D&I levam a uma solução doméstica de capacitação tecnológica e, por conseguinte, a um nível de desenvolvimento aquém do nível dos países mais desenvolvidos; e, por fim, um mercado de crédito limitado e de acesso complexo não permite o financiamento da contínua modernização do parque produtivo. Em um cenário de processo de consolidação institucional, a aplicação da regulação ambiental não ocorre sem que haja algum tipo de conflito entre crescimento e aproveitamento dos recursos naturais. Por fim, a desigualdade sócio-regional avança modestamente, com redistribuição parcial de renda, lenta desconcentração regional do crescimento e uma pequena melhoria no quadro de instabilidade social nos grandes centros urbanos.

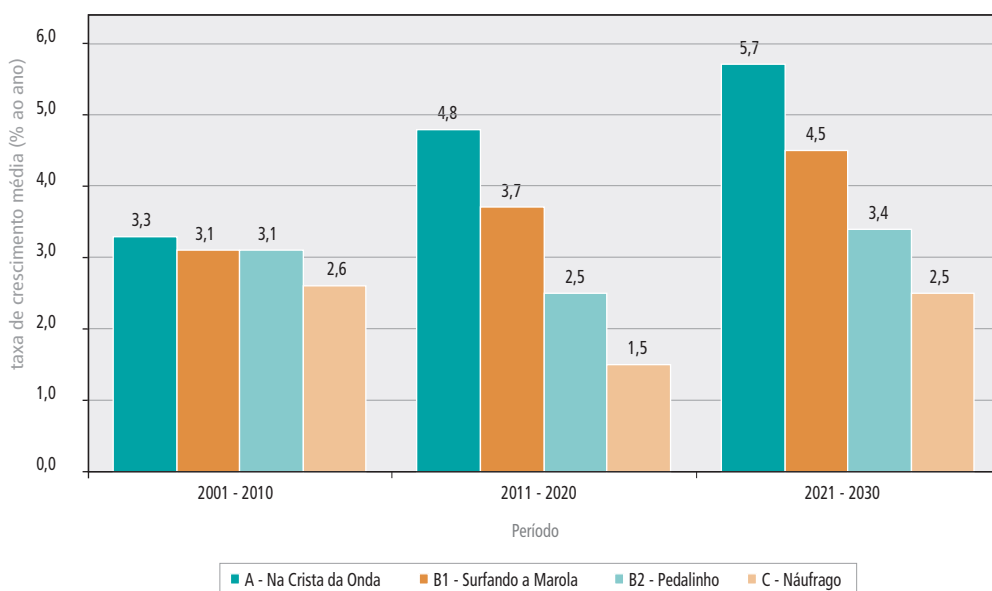
No cenário Pedalinho, o crescimento do país é equivalente ao do cenário mundial, por causa da dificuldade de enfrentar os problemas estruturais internos. Dessa forma, a gestão macroeconômica é mais turbulenta, resultado, entre outros, da dificuldade de aprovação de reformas microeconômicas. Por conta disso, o impacto sobre a infra-estrutura é significativo com gargalos em vários setores, o que impede o país de obter taxas maiores de crescimento. Com uma sustentação institucional frágil e bastante fragmentada, as disputas internas são litigiosas. As corporações nacionais procuram seu espaço dentro do bloco econômico ao qual o país pertence, mas a ausência de soluções estruturais para as principais questões internas gera um importante limitador nas possibilidades de mercado das empresas: a baixa qualificação geral da mão-de-obra (com exceção para aquela que é absorvida nos setores mais dinâmicos), as severas restrições de capital para P&D&I refletindo no baixo desenvolvimento tecnológico, e um mercado de crédito de difícil acesso geram uma produtividade total dos fatores muito baixa. Por fim, a desigualdade sócio-regional não melhora neste cenário: a distribuição de renda é modesta, pois é concentrada em nichos específicos e em regiões do país e o quadro social ainda é relativamente pouco estável nos grandes centros urbanos.

No cenário Náufrago, o crescimento do Brasil é no máximo igual à da média mundial que, afetada pela crise advinda da ruptura das condições macroeconômicas dos EUA, é baixo. As vantagens comparativas não são potencializadas e as poucas oportunidades de crescimento, mesmo em um ambiente externo mais conturbado, são desperdiçadas. O país vive mais um período de décadas perdidas, com importante reversão no processo de consolidação da estabilidade macroeconômica. Além disso, a paralisação das reformas microeconômicas aumenta o impacto das más condições da infra-estrutura, com gargalos expressivos em diversos setores. O conflito permanente em que vive a sociedade – como, por exemplo, na questão ambiental – é

fruto principalmente de instituições fracas e pouco transparentes, o que acaba afetando inclusive os investimentos. A falta de investimento na economia mantém o quadro de baixa competitividade dos fatores de produção, com baixa qualificação da mão-de-obra, um ambiente desfavorável para P&D&I (o que inviabiliza o desenvolvimento tecnológico e o progresso técnico) e crédito de longo prazo escasso e caro (impedindo qualquer processo de modernização do parque produtivo nacional). Por fim, a desigualdade sócio-regional denota a esgarçada de um processo que se arrasta desde o século passado, marcado pela má distribuição de renda e pela concentração regional do crescimento. Não por outro motivo, a intensificação da violência torna permanente a sensação de insegurança nos grandes centros urbanos, apenas um exemplo dentre os muitos indicadores da exacerbação dos conflitos sociais.

A Figura 15 ilustra as taxas de crescimento econômico por décadas, associadas a cada cenário.

Figura 15 – Comparação entre as taxas de crescimento econômico para os cenários nacionais adotados



4.3. Premissas setoriais

4.3.1. Premissas comuns

Em linhas gerais, a trajetória do consumo de eletricidade é influenciada principalmente pela evolução do valor adicionado de cada um dos setores avaliados neste estudo: indústria, comércio/serviços, setor público, agropecuário e residencial. Por sua vez, para cada setor, hipóteses de eficiência e efeito de substituição inter-energéticos estão presentes, de modo que a expansão pela demanda de eletricidade poderá se processar de maneira distinta conforme o cenário. Frisa-se que os resultados das projeções desconsideram o setor energético¹¹ que, em 2005, respondeu por 3,6% do total de demanda de energia elétrica no país (EPE, 2005). A demanda de eletricidade devida ao setor energético depende do perfil da oferta no horizonte de 2030, sendo este perfil determinado em função da demanda potencial de eletricidade vinda dos setores finais de consumo. Neste sentido, o resultado total será apresentado na sequência dos estudos do PNE 2030.

11 A demanda final do setor energético corresponde à energia consumida nos Centros de Transformação e/ou processos de extração e transporte interno de produtos energéticos em sua forma final. (EPE/MME, 2005)

Como assinalado, algumas premissas qualitativas são comuns a todos os cenários, em razão de serem tendências razoavelmente consolidadas. Neste caso, a distinção entre os cenários se deve, essencialmente, a diferenças no efeito do nível de atividade de cada cenário sobre cada setor ou segmento.

As principais premissas utilizadas em nosso estudo por setor e segmento, e comuns aos cenários, são descritas a seguir.

Setor agropecuário

A energia elétrica respondeu por 15,5% do consumo total de energia do setor agropecuário em 2004 (EPE, 2005).

Nos cenários Na Crista da Onda e Surfando a Marola, a hipótese sobre a *evolução da eficiência* baseia-se em ganhos de eficiência correspondentes aos melhores coeficientes de eficiência energética por uso disponível, a partir dos valores apresentados no Balanço de Energia Útil¹² em um período de 10 anos.

Isto permite um ganho percentual de eficiência, em 2030, de aproximadamente de 5% em relação ao ano-base, ou seja, a eficiência do consumo de eletricidade nos setor agropecuário corresponderia, em média, a 95,3%, ao final desses dez anos. Por outro lado, nos cenários de menor crescimento econômico (Pedalinho e Náufrago), o ritmo de penetração do uso eficiente de eletricidade tem uma dinâmica menos acelerada, em que os ganhos de rendimento totais no uso de energia elétrica corresponderiam a 3% em 2030. Neste caso, a eficiência média setorial no uso de eletricidade seria de aproximadamente 91%.

Em todos os cenários, a projeção do consumo específico de eletricidade associa-se ao grau de modernização da agricultura, ainda que sistemas mais eficientes de utilização de eletricidade estejam disponíveis.¹³ Assim, em cenários de maior grau de modernização desta atividade, o consumo específico de eletricidade sinaliza aumento (kWh/t de produto), uma vez que é maior a difusão de técnicas de irrigação em propriedades rurais cujo perfil tecnológico atualmente se encontra defasado.

Setor industrial

O nível de agregação de alguns segmentos industriais bastante heterogêneos – como a indústria química e a de alimentos e bebidas,¹⁴ por exemplo –, o estabelecimento de premissas de uso eficiente de eletricidade se balizou fundamentalmente nos dados publicados no Balanço de Energia Útil, tendo como dinâmica preponderante o ganho de eficiência correspondente aos melhores coeficientes de eficiência disponíveis atualmente. Ademais, presume-se que a dinâmica destes ganhos ocorra no período de 10 anos, a exemplo da premissa adotada no setor agropecuário. É conveniente destacar que a extensão dos ganhos de eficiência no uso de eletricidade adotam como *proxy* os coeficientes de rendimento energético publicados no Balanço de Energia Útil (MME/FDTE, 2005), o que tende a sinalizar resultados mais conservadores quanto ao verdadeiro potencial de conservação existente nos diversos setores de consumo final de energia, uma vez que estes coeficientes não apreendem o potencial de conservação existente em um sistema de fornecimento de energia. Por exemplo, enquanto o Balanço de Energia Útil permite apreender diferenças de rendimento no uso final de

12 Em termos de uso da eletricidade, em 2004 registrou-se uma eficiência média em torno de 83,4%, segundo dados do Balanço de Energia Útil. Em termos de uso final, predominou a utilização da eletricidade para força motriz (85,1%), como um rendimento médio de 89% em 2004 (FDTE/MME, 2005).

13 Exemplificando, enquanto a produção de arroz nos EUA registrava um consumo energético total (incluindo eletricidade e demais energéticos, como consumo direto e indireto) de 64,9 MJ/ha, com uma produtividade média de 5,8 t/ha, a produção de arroz em um nível intermediário de modernização nas Filipinas, para um consumo específico de 6,4 GJ/ha, apresentou uma produtividade média de 2,7 GJ/t (SCHAEFFER *et al.*, 2004).

14 Lembrar que a segmentação adotada corresponde exatamente à empregada nas estatísticas publicadas no Balanço Energético Nacional.

energia para geração de vapor – posto que se relaciona à etapa da queima do combustível - haveria ganhos mais substanciais advindos da atuação em outras partes do sistema, tais como o isolamento de linhas de vapor, por exemplo. Na ausência de dados mais específicos, porém, adotaremos os coeficientes do BEU como parâmetro para estimativa de conservação de eletricidade naqueles setores/segmentos onde uma desagregação maior dos condicionantes de consumo de energia não for possível.

Além disto, optou-se por apresentar a evolução da demanda por energia elétrica da indústria em dois grupos: grandes consumidores de energia elétrica e demais. O critério utilizado para definir os segmentos que formam o grupo de grandes consumidores baseou-se naqueles segmentos industriais com mais de 500 kWh/t, conforme a Tabela 14.

Tabela 14 – Produção e consumo específico: grandes consumidores de energia elétrica
Brasil

Setor	Produção mil t	Consumo específico		Consumo	
		kWh/t	TWh	MW médio	
Alumínio	1.457	15.501	21,9	2.497	
Ferro-ligas	1.137	6.900	7,8	893	
Soda cloro	1.282	3.087	4,0	451	
Cobre	260	2.024	0,5	60	
Petroquímica	2.610	1.700	4,4	505	
Pastas e papel	18.050	1.030	18,6	2.116	
Siderurgia	32.918	520	17,1	1.949	
Total	-	-	74,3	8.471	

Fonte: EPE, 2006a.

Dentro dos grandes consumidores de energia, as principais hipóteses utilizadas foram:

Na indústria de Alumínio, toda a nova expansão de fábricas de produção de alumínio utilizará o processo de anodos pré-cozidos - APC, o que permite melhorar o rendimento no uso de eletricidade nesta indústria para fins eletroquímicos. Isto significa que o consumo de eletricidade devido ocorrerá a partir de plantas com consumo específico em torno de 14,1 MWh/t de alumínio.

No caso da indústria Química, toda a expansão de capacidade da indústria de soda-cloro ocorre a partir de plantas baseadas na tecnologia de membrana que possui menor consumo específico de eletricidade, ou seja, 2,7 MWh/t contra os 2,9 MWh/t demandados em plantas baseadas na tecnologia de diafragma que responde atualmente por 72% da produção nacional. Em qualquer cenário, as plantas baseadas em mercúrio – aproximadamente 23% da produção nacional – tem queda de participação, uma vez que esta tecnologia tem impactos ambientais que impedem sua expansão e, portanto, serão sucateadas ao longo do tempo.

Setor residencial

A metodologia de estimativa da demanda de energia no setor residencial brasileiro segue uma abordagem *bottom-up*, justificada pelo fato de a estrutura e o nível de demanda como um todo dependerem de fatores sociais (por exemplo, a densidade demográfica regional, tipo e quantidade de eletrodomésticos por domicílio); fatores sócio-econômicos (prioridade em desenvolvimento de certas indústrias ou setores econômicos, a política do país para transporte público); fatores puramente econômicos (por exemplo, a influência da

mudança de preços de combustível); ou fatores puramente tecnológicos (como a evolução das eficiências de certos tipos de equipamento, penetração no mercado de novas tecnologias ou formas de energia). Portanto, no caso do setor residencial, optou-se por utilizar outra metodologia, adotada em Achão (2003) e Schaeffer *et al.* (2004), que permite a consideração de hipóteses acerca da distribuição de renda, perfil de posse de equipamentos, hábitos de uso e ganhos de eficiência.

A estimativa de evolução da demanda residencial de energia elétrica até o ano de 2030 foi realizada com base no percentual de domicílios ligados à rede elétrica, na posse média dos principais equipamentos presentes nos domicílios brasileiros e no consumo específico por domicílio. Com relação ao percentual de domicílios ligados à rede admitiu-se como premissa, conforme o cenário considerado, o grau de sucesso do Programa Luz para Todos¹⁵ em antecipar em sete anos a universalização do acesso ao serviço de energia elétrica.¹⁶ Vale ressaltar que a universalização deverá ser alcançada, para cada concessionária, em função do Índice de Atendimento (IA),¹⁷ estimado com base nos dados do Censo 2000 (IBGE, 2002).

A evolução da posse dos equipamentos depende do cenário considerado, mas no caso específico do *freezer* admitiu-se que sua posse cairá com o passar do tempo. Esta hipótese independe do cenário e mostra-se aderente com a tendência verificada no passado recente, haja vista a mudança de hábito ocorrida desde o racionamento e o fato de não haver mais a necessidade de estocar alimentos, como nos períodos de alta inflação.

A evolução da posse de chuveiros elétricos foi determinada levando em conta a projeção do número de domicílios que serão conectados à rede de distribuição de gás até o ano de 2030 e o percentual destes domicílios que possuirão aquecedor a gás. Estas variáveis dependerão do cenário considerado.

Para determinar a parcela de chuveiros elétricos deslocada por um maior uso de aquecedores de água a gás natural, foi necessário estimar a evolução da demanda residencial de gás natural para o horizonte de análise. Para tanto, utilizou-se como referência o relatório “Resultados do Cálculo da Projeção de Demanda de Gás Natural no Mercado Primário (2006-2015)” (EPE, 2006c)¹⁸ que apresenta os resultados da projeção de demanda de gás natural no mercado primário para o horizonte de 2015, desagregada em demanda termelétrica e não-termelétrica,¹⁹ como será detalhado no item 4.3.2.

15 Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso da Energia Elétrica – LUZ PARA TODOS: programa instituído pelo Decreto no 4.873, de 11 de novembro de 2003, e coordenado pelo Ministério de Minas e Energia com participação da Eletrobrás e de suas empresas controladas, com o objetivo de propiciar, até o ano de 2008, o atendimento em energia elétrica à parcela da população do meio rural brasileiro que ainda não possui acesso a esse serviço público. O programa está orçado em R\$ 12,7 bilhões, dos quais o Governo Federal destinará R\$ 9,1 bilhões, e está sendo realizado em parceria com as distribuidoras de energia e os governos estaduais. Os recursos federais virão de fundos setoriais de energia – a Conta de Desenvolvimento Energético (CDE) e a Reserva Global de Reversão (RGR). Com isso, o governo antecipará em sete anos a universalização da energia elétrica no país, seguindo as metas do cronograma de atendimento. Pela legislação atual, Resolução ANEEL nº 223, de 29 de abril de 2003, as concessionárias de energia teriam prazo até dezembro de 2015 para eletrificar todos os domicílios sem acesso à energia no Brasil. A ligação da energia elétrica até os domicílios será gratuita e inclui a instalação de três pontos de luz e duas tomadas. (MME, 2006 e ANEEL, 2006b).

16 A Resolução Nº 223, de 29 de abril de 2003, estabelece as condições gerais para elaboração dos Planos de Universalização de Energia Elétrica visando ao atendimento de novas unidades consumidoras com carga instalada de até 50 kW, regulamentando o disposto nos arts. 14 e 15 da Lei no 10.438, de 26 de abril de 2002, alterada pelas Leis no 10.762, de 11 de novembro de 2003, e no 10.848, de 25 de março de 2004, e fixa as responsabilidades das concessionárias e permissionárias de serviço público de distribuição de energia elétrica. (ANEEL, 2006b)

17 Índice de Atendimento (Ia): razão entre o número de domicílios com iluminação elétrica e o total de domicílios, ambos obtidos a partir do Censo 2000 da Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Os valores expressos referem-se aos domicílios particulares permanentes ocupados e, portanto, não incluem a parcela de domicílios vagos, fechados e de uso ocasional. Cabe ressaltar que, de acordo com IBGE (2006a), o conceito de domicílio particular ocupado é aplicado quando o relacionamento entre seus ocupantes é ditado por laços de parentesco, dependência doméstica ou por normas de convivência, e serve de residência principal.

18 O projeto “Projeção de Demanda de Gás Natural (2006-2015)” compreende três relatórios. O Relatório nº 1 teve por objetivo descrever a metodologia empregada no cálculo da projeção da demanda de gás natural no mercado primário. O Relatório nº 2 (EPE, 2006c) apresenta os resultados da projeção de demanda de gás natural no mercado primário e o Relatório nº 3 contemplará o estabelecimento de premissas para a criação do mercado secundário (interruptível), bem como a estimativa de seu potencial, a partir da elaboração de cenários de despacho termelétrico.

19 Cabe ressaltar que esse trabalho foi fruto de um amplo debate com as companhias distribuidoras, a Associação Brasileira das Empresas Distribuidoras de Gás Canalizado – ABEGÁS, a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP, o Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás – IBP, a Petrobras e a Associação Brasileira de Geradoras Termelétricas – ABRAGET.

O percentual de domicílios ligados à rede de gás é uma variável endógena do modelo, determinada a partir do consumo específico de gás por domicílio e da demanda de gás natural projetada. Com base no número de domicílios com gás canalizado no ano de 2004 informado na PNAD (IBGE, 2005) e no consumo residencial de gás natural publicado no Balanço Energético Nacional 2005 (EPE/MME, 2005), estimou-se um consumo específico de gás por domicílio de 15 m³/mês para o ano de 2004. Trabalhou-se com a premissa de que este valor permaneça inalterado no horizonte até 2030, independente do cenário. Implicitamente, supõe-se que a difusão de novos equipamentos (aquecedores e fogões) nos domicílios seja compensada, em proporção equivalente, aos ganhos de eficiência de cada cenário.

Por fim, em relação ao consumo específico dos eletrodomésticos, tomou-se como referência inicial os valores determinados a partir de informações contidas na Pesquisa de Posse de Eletrodomésticos e Hábitos de Uso (PROCEL/PUC, 2006), no catálogo Selo Procel 2005 (PROCEL, 2006), em INMETRO (2006), além de dados de potência e tempo de uso, fornecidos pelas concessionárias de energia elétrica.

■ 4.3.2. Premissas específicas aos cenários

Cenário A: Na Crista da Onda

Características gerais

Neste cenário o setor de serviços logra aumentar sua participação de 53,1% para 60,8% do PIB total em 2030, decorrente de um crescimento mais vigoroso da economia e da melhor distribuição de renda nacional observada no período. Como o setor agropecuário mantém sua participação relativamente constante – variando de 9,7% para 9,8% no mesmo período –, a indústria, apesar de crescer a taxas significativas, perde participação no PIB, embora alguns setores industriais se destaquem. Como resultado, a participação do setor industrial no PIB total cai dos 37,2% em 2004 para 29,4% em 2030.

A evolução da participação setorial no valor adicionado total e as respectivas taxas médias de crescimento são apresentadas na Tabela 15.

Tabela 15 – Participação no PIB e evolução setorial: Cenário A
Brasil, 2004-2030

Produto	2004	2030	Taxa de crescimento (% a.a.)
	Participação (%)		
Agropecuário	9,7	9,8	5,0
Industrial	37,2	29,4	4,0
Serviços	53,1	60,8	5,5

Dados do ano base (2004): IBGE, 2006.

É importante destacar que, embora o setor agropecuário aumente ligeiramente sua participação relativa em termos de PIB, seu crescimento é bastante expressivo no período. Isto é resultado da forte demanda internacional por produtos agrícolas e de pecuária, que mantém elevados os preços das commodities agrícolas (em especial, o açúcar e a soja). O vigoroso crescimento interno afeta positivamente ainda a pecuária e a produção de leite e derivados. Também neste cenário se destaca a exportação de biocombustíveis, como o álcool e o biodiesel.²⁰

20 Isto se justifica a partir das oportunidades disponíveis no mercado europeu, onde a diretiva 30/2003 do Parlamento Europeu estipula que, já em 2010, 5,75% de todo o consumo de combustíveis na União Européia seja oriundo de fontes renováveis.

Em relação à indústria, a Tabela 16 mostra a participação relativa dos grandes consumidores de energia de energia elétrica e demais consumidores industriais:

Tabela 16 – Participações no valor adicionado da indústria: Cenário A
Brasil, 2004-2030

Segmento	2004	2030
	Participação (%)	
Grandes consumidores industriais de energia elétrica	31,0	29,5
Demais consumidores industriais	69,0	70,5

Fonte: Compilado pela EPE.

Pode-se ver que há um ligeiro decréscimo de participação relativa dos grandes consumidores de energia elétrica entre 2005 e 2030, mesmo com crescimento em alguns segmentos como Siderurgia. No caso da siderurgia, há uma evolução mais complexa ao longo do tempo neste cenário: até meados da década de 2020, há um ganho de participação do setor por conta da demanda crescente da China, mas com a entrada de novos produtores, a tendência é um mercado externo extremamente competitivo. Por outro lado, o vigor da demanda interna, principalmente de bens de capital e de transporte, mais do que reverte a dificuldade no mercado externo, possibilitando um ganho de participação relativa no horizonte até 2030.

Por outro lado, o crescimento da participação relativa dos demais segmentos é fruto, principalmente, da evolução dos segmentos do setor Outras Indústrias, como a indústria de construção civil e a de fabricação de máquinas e tratores. Estes desempenhos são impulsionados respectivamente pelos investimentos em infra-estrutura, bem como pela maior taxa de expansão e modernização da atividade agrícola no país no horizonte até 2030.

O setor de serviços expande sua participação no PIB, atingindo 60,8% em 2030 sendo este incremento baseado, fundamentalmente, em dois efeitos: o primeiro deles, por conta da melhoria da distribuição de renda no Brasil, potencializa a expansão de *shopping centers* no país, o aumento da demanda por serviços de hotelaria, motivada pelo aumento do turismo e a modernização de instalações comerciais e de hospitais no Brasil. O outro efeito está relacionado à exploração da atratividade do ecoturismo no Brasil, aproveitando o imenso capital natural disponível no país, com a intensificação de fluxo de turismo para regiões como o Pantanal e a Amazônia brasileira, por exemplo. Neste cenário, o turismo litorâneo, tradicional destino de turistas no Brasil, também mantém sua grande importância na expansão do setor de serviços.

Tendências tecnológico-setoriais

Neste cenário pressupõe-se, por conta de reduzidas barreiras de acesso ao financiamento de investimentos em tecnologia, uma maior velocidade de disseminação de soluções tecnológicas mais eficientes, principalmente voltadas aos setores de consumo. Assim, a eficiência energética é uma resultante deste ambiente, direcionada a um menor ritmo de desperdício de energia e materiais.

O setor Agropecuário brasileiro, em função da modernização da atividade - necessária à manutenção de elevadas taxas de crescimento do valor adicionado como preconizado neste cenário - eleva a participação da eletricidade na matriz de consumo energético do setor, observando-se o aumento do grau de irrigação das propriedades rurais no país.

Em termos gerais, o setor industrial é caracterizado pela difusão de soluções tecnológicas mais eficien-

tes em todos os segmentos industriais brasileiros, com aumento da participação de bens menos intensivos em energia, maior utilização de materiais recicláveis. Há espaço para uma maior expansão da capacidade de autoprodução de eletricidade, bem como uma maior penetração do gás natural.

Entre os grandes consumidores de energia elétrica do setor industrial, as premissas mais relevantes sobre eficiência concentram-se nas indústrias de Siderurgia e Ferro-ligas: como resultado de um cenário com presença de maior grau de práticas de conservação de energia e reciclagem, é elevada a intensidade de utilização da sucata na siderurgia brasileira. Com isto, o parque siderúrgico nacional atingiria a atual média mundial até o final do horizonte de nosso estudo. A maior utilização de sucata, porém, esbarra no limite da elevação do seu preço, fruto de pressões pelo lado da demanda.

Entre os demais segmentos do setor industrial, pode-se destacar as premissas de eficiência energética em três segmentos:

Na indústria de Alimentos e Bebidas, destaca-se a produção sucro-alcooleira, principalmente pela interface com o setor de oferta de energia no país, tanto de eletricidade quanto de combustíveis líquidos (álcool), com aplicação predominantemente automotiva. Neste cenário, a elevação do poder de compra da população induz à produção de itens de maior valor agregado, como a indústria de bebidas.

No caso das indústrias de Cerâmica e Cimento, além dos ganhos tendenciais de eficiência no uso de eletricidade, especificamente na indústria de Cimento, como não se registram grandes variações no *mix* de produção, não há alteração substancial no consumo específico de eletricidade desta indústria.

Na indústria de Papel e Celulose, e mais especificamente no segmento de produção de celulose, o perfil de consumo se mantém estruturalmente igual ao ano base, e a indústria tende a manter sua estrutura autoprodutora, sem geração de excedentes elétricos comercializáveis. Em termos de ganhos de eficiência no uso de energia elétrica, admite-se que as plantas brasileiras atinjam, no horizonte de 25 anos, os índices das plantas atualmente mais eficientes no plano internacional.

Por fim, o setor residencial conta com uma maior participação do gás natural para aquecimento de água e cocção substituindo energéticos concorrentes como a energia elétrica e o GLP, respectivamente. Os consumidores residenciais, de um modo geral, passam a adquirir os equipamentos elétricos mais eficientes do mercado. Mesmo assim, atinge-se um maior patamar de consumo residencial médio ao final do horizonte, comparativamente aos demais cenários, porque, por um lado, surge uma nova geração de aparelhos eletroeletrônicos e, por outro lado, a melhor distribuição de renda permite a aquisição de equipamentos pelos domicílios de mais baixa renda. Entre os domicílios localizados na área rural, há a substituição da lenha pelo GLP, sobretudo entre aqueles pertencentes às classes de mais baixa renda.

Com relação ao percentual de domicílios ligados à rede elétrica, admitiu-se neste cenário o sucesso do Programa Luz para Todos, de tal sorte que a partir de 2008 todos os domicílios do país terão acesso ao serviço de eletricidade. A evolução dos domicílios ligados à rede elétrica é mostrada na Tabela 17.

Tabela 17 – Domicílios ligados à rede elétrica: Cenário A
Brasil, 2005-2030

Discriminação / ano	2005	2010	2020	2030
Domicílios com iluminação elétrica [mil unidades]	50.013	57.511	69.746	81.837
Taxa de atendimento (%)	97,2	100,0	100,0	100,0

Fonte: Compilado pela EPE.

Quanto à projeção de posse dos principais equipamentos neste cenário, foram adotadas as seguintes hipóteses:

- geladeira: assumiu-se evolução histórica verificada nas últimas edições da PNAD, de modo que a posse média estimada para o ano de 2030 é de 1,11 equipamentos/domicílio;

- máquina de lavar roupas: assumiu-se que a posse média evoluirá no sentido de atingir, em 2030, a posse média destes equipamentos verificada na região Sudeste no ano de 2005, igual a 0,74 equipamentos/domicílio, informada na Pesquisa de Posse de Eletrodomésticos e Hábitos de Uso (PROCEL/PUC, 2006);

- televisão: assumiu-se que a posse média destes equipamentos evoluirá até atingir, em 2030, a posse média verificada na região Sudeste no ano de 2005, qual seja, 1,48 televisores/domicílio, informada na Pesquisa de Posse de Eletrodomésticos e Hábitos de Uso (PROCEL/PUC, 2006);

- ar condicionado: a posse destes equipamentos evoluirá até atingir, no ano de 2030, a posse média verificada atualmente na região metropolitana do Rio de Janeiro, qual seja, 0,30, informada na Pesquisa de Posse de Eletrodomésticos e Hábitos de Uso (PROCEL/PUC, 2006);

- lâmpadas: assumiu-se que a posse média de lâmpadas evoluirá de 6,4 lâmpadas/domicílio em 2005 para a posse média de lâmpadas (incandescentes e fluorescentes) verificada na região Sudeste em 2005, 8,86 lâmpadas/domicílio, informada na Pesquisa de Posse de Eletrodomésticos e Hábitos de Uso (PROCEL/PUC, 2006);

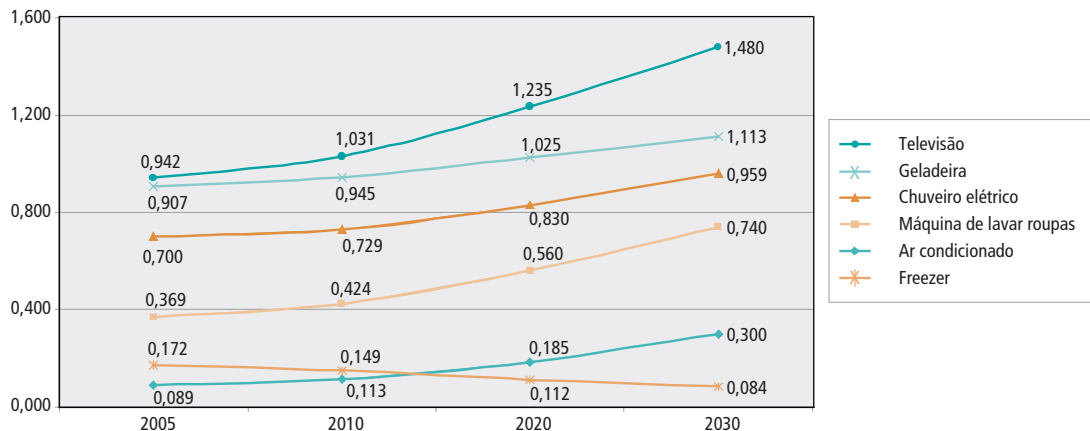
- chuveiro elétrico: a fim de determinar a parcela de chuveiros elétricos que será deslocada por um maior uso de aquecedores de água a gás natural foi necessário estimar a evolução da demanda residencial de gás natural, conforme descrito no item referente às premissas comuns aos cenários. A evolução da demanda residencial de gás natural neste cenário foi determinada, então, considerando para o período 2005-2015 a demanda potencial do setor residencial quantificada nos estudos específicos sobre o mercado de gás natural no Brasil,²¹ considerando o cenário de 70% e as demandas provadas e prováveis. A fim de estimar a demanda residencial de gás natural para o período 2016-2030, adotou-se a hipótese de que seu crescimento se dará na mesma proporção do crescimento médio do número de domicílios para este período.

Adicionalmente, supõe-se neste cenário que todos os domicílios que serão conectados à rede de distribuição utilizarão o gás natural como forma de aquecimento de água para banho.

A Figura 16, a seguir, apresenta graficamente a projeção para evolução da posse dos principais equipamentos eletro-eletrônicos.

21 Ver Nota 18.

Figura 16 – Projeção de posse de equipamentos eletroeletrônicos: Cenário A
Brasil, 2005-2030



Finalmente, o consumo específico por uso final foi projetado com base no tempo médio de uso e na potência dos equipamentos, variável que internaliza os rendimentos médios. Tomou-se como referência inicial os valores determinados a partir de informações contidas na Pesquisa de Posse de Eletrodomésticos e Hábitos de Uso (PROCEL/PUC, 2006), no catálogo Selo Procel 2005 (PROCEL, 2006), nas tabelas de eficiência do INMETRO (INMETRO, 2006), além de dados de potência e tempo de uso, fornecidos pelas concessionárias de energia elétrica.

Foi considerado um ganho de eficiência ao longo do tempo na medida em que a renovação do parque de geladeiras, freezers e aparelhos de ar condicionado se dará mediante equipamentos pertencentes a mais alta faixa de eficiência estabelecida pelo INMETRO (INMETRO, 2006) para cada um destes equipamentos. Em relação à iluminação, o ganho de eficiência obtido está relacionado à parcela de lâmpadas incandescentes que serão substituídas por lâmpadas fluorescentes compactas. Considerou-se a substituição de dará de modo que, ao final do período, metade dos domicílios possuirá os modelos mais eficientes. Esta premissa fundamenta-se no fato de que, por ocasião do racionamento de energia elétrica enfrentado no período 2001-2002, de acordo com PROCEL/PUC (2006), a substituição de lâmpadas incandescentes por fluorescentes compactas nas regiões Sudeste e Nordeste se deu em 43,7% e 48,5% dos domicílios pesquisados nas respectivas regiões.

Cenário B1: Surfando a Marola

Características gerais

Neste cenário, o setor industrial também perde participação relativa também por conta do crescimento significativo do setor serviços, mas em ritmo menos acentuado do que o observado no cenário A – “Na Crista da Onda”, motivado pelo maior crescimento relativo do setor serviços. Quanto ao setor agropecuário, o mesmo se mantém próximo de sua participação relativa no ano base, sendo puxado pelo aproveitamento das vantagens comparativas em alguns segmentos de elevada produtividade, sendo relevante recordar que neste cenário, o ambiente de comércio internacional é menos multilateral do que no cenário anterior. A Tabela 18 mostra a evolução do PIB setorial no período 2005 a 2030.

Tabela 18 – Participação no PIB e evolução setorial: Cenário B1
Brasil, 2004 e 2030

Setor	2004	2030	Taxa de crescimento (% a.a.)
	Participação (%)		
Agropecuário	9,7	9,5	3,9
Industrial	37,2	33,0	3,6
Serviços	53,1	57,5	4,3

Dados do ano base (2004): IBGE, 2006.

Assim, a existência de algumas barreiras protecionistas não permite plena inserção do setor agropecuário nos mercados internacionais. Entretanto, o açúcar e o álcool brasileiros são favorecidos pela competitividade do Brasil neste segmento, mas fundamentalmente, a demanda interna por biocombustíveis é o componente principal da demanda por produtos de cana-de-açúcar e de oleaginosas.

Em relação à indústria, a mostra a participação relativa dos grandes consumidores de energia de energia elétrica e demais:

Tabela 19 – Participações no valor adicionado da Indústria: Cenário B1
Brasil, 2004 e 2030

Segmento	2004	2030
	Participação (%)	
Grandes Consumidores industriais de energia elétrica	31,0	29,7
Demais Consumidores industriais	69,0	70,3

Fonte: Compilado pela EPE.

De modo geral, a evolução da participação dos diversos segmentos industriais, por sua vez, é determinada fundamentalmente pela dinâmica daqueles setores de menor valor agregado, cuja importância cresce nas exportações brasileiras, e pelas indústrias ligadas ao desenvolvimento de infra-estrutura, impulsionadas pelo crescimento da demanda interna. Assim, como média geral, a taxa de crescimento dos segmentos industriais cresce de forma muito próxima ao crescimento do valor adicionado da indústria neste cenário.

Em termos do segmento de grandes consumidores de energia elétrica, há uma ligeira queda na participação relativa no valor adicionado da indústria, fruto da evolução de segmentos como a indústria Química, cujo crescimento médio no período apresenta-se inferior ao crescimento do PIB nacional. Mais especificamente a este cenário, segmentos ligados à produção de fertilizantes apresentam uma taxa maior de crescimento em virtude da expansão da atividade agrícola no país, mas outros segmentos de maior valor agregado crescem a taxas ligeiramente inferiores ao crescimento do PIB nacional. Finalmente, estima-se que a participação da indústria de Soda-cloro mantém seu patamar atual, crescendo ao ritmo adequado para atender à demanda da construção civil e de saneamento básico.

As demais indústrias, a despeito do crescimento relativo das Outras Indústrias (por concentrar algumas indústrias que compõe o eixo dinâmico de exportações brasileiras de bens industriais), não logram ganho significativo na participação relativa no valor adicionado da indústria.

Tendências tecnológico-setoriais

Neste cenário, há um menor ritmo de penetração de soluções tecnológicas mais eficientes, por conta do acesso mais limitado a financiamentos voltados a atividades tecnológicas. Por tal motivo, a expansão da capacidade de autoprodução ocorre de forma mais lenta quando comparada ao cenário Na Crista da Onda.

Quanto ao setor industrial, as premissas mais relevantes são comentadas a seguir.

Entre os grandes consumidores de energia elétrica do setor industrial, as premissas mais relevantes sobre eficiência concentram-se nos seguintes segmentos:

Na indústria de Cimento, registram-se ganhos específicos na utilização de calor até 2030, correspondentes à melhor tecnologia empregada no país, mantendo também a estrutura de produção (*mix* de produção), relativamente inalterada, e com utilização crescente de resíduos. Isto implica na manutenção dos níveis atuais de consumo específico de eletricidade por tonelada de cimento, em torno de 110 kWh/t de cimento.

Na produção da indústria de aço, admitiu-se que a taxa de utilização de sucata também atingiria, ao final do horizonte deste estudo (2030), a atual média mundial, de 34%, em consonância com a difusão tecnológica inerente a esta indústria e também ao sucesso parcial da presença de práticas de reciclagem e conservação de energia neste cenário.

Entre os demais consumidores de energia elétrica, a maior participação do segmento Outras Indústrias advém do crescimento da venda de máquinas e equipamentos agrícolas e carros com motor *flex fuel*.

Nos setores público e comercial, tem-se, por hipótese, que a penetração do gás natural em substituição a outros energéticos (eletricidade e demais usos térmicos concorrentes) ocorre de forma menos acelerada.

Já no setor residencial, em termos gerais, a participação do gás natural para aquecimento de água e cocção, substituindo os energéticos concorrentes, se verifica em intensidade relativamente menor do que no cenário anterior. Na área rural, especificamente, o GLP desloca grande parte da lenha para cocção, notadamente entre os domicílios pertencentes às classes de mais baixa renda de pequenas localidades existentes no interior de municípios.

Com relação ao percentual de domicílios ligados à rede admitiu-se como premissa o sucesso parcial do Programa Luz para Todos, cuja meta é antecipar em sete anos a universalização do acesso ao serviço de energia elétrica, inicialmente prevista para 2015. Considerou-se, portanto, um atraso de dois anos no cronograma inicial, de tal sorte que somente em 2010 todos os domicílios brasileiros irão dispor de energia elétrica, conforme a Tabela 20.

Tabela 20 – Domicílios ligados à rede elétrica: Cenário B1
Brasil, 2005-2030

Especificação / ano	2005	2010	2020	2030
Domicílios com iluminação elétrica [mil unidades]	50.036	57.511	69.746	81.837
Taxa de atendimento (%)	97,3	100,0	100,0	100,0

Fonte: Compilado pela EPE.

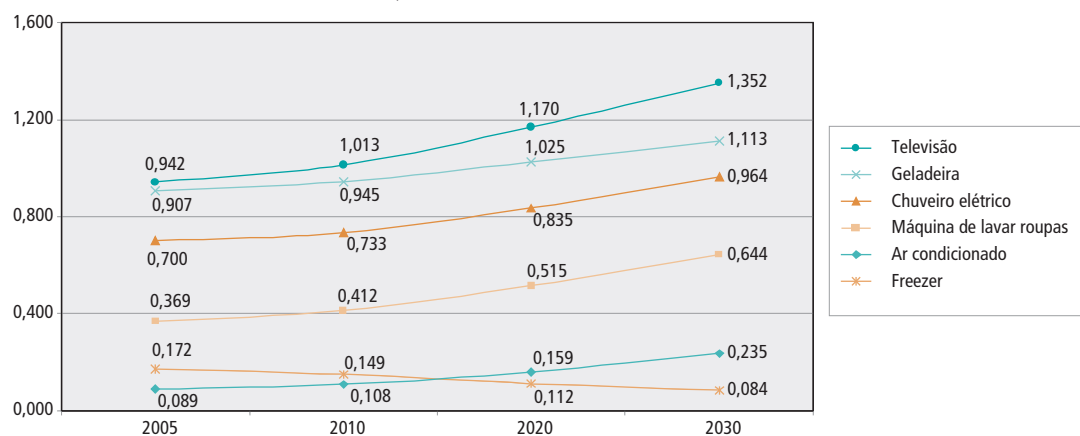
A premissa básica que norteou as projeções de posse dos principais equipamentos (máquina de lavar roupas, televisão, ar condicionado, lâmpadas) baseou-se na premissa de que os valores considerados em 2025 no cenário Na Crista da Onda somente serão alcançados em 2030 no cenário Surfando a Marola, a menos dos seguintes equipamentos:

geladeira: admitiu-se a evolução histórica verificada nas últimas edições da PNAD, de modo que a posse média estimada para o ano de 2030 é de 1,11 equipamentos/domicílio;

chuveiro elétrico: a evolução da posse de chuveiros foi determinada abatendo-se a parcela de domicílios que possuirão aquecedor de água a gás ao longo do horizonte. Para tanto, estimou-se a demanda residencial de gás natural assumindo, para o período 2005-2015, os mesmo valores de demanda do setor residencial apresentados nos estudos específicos sobre o mercado de gás natural no Brasil (EPE, 2006c), considerando o cenário de 85% e demandas provadas e prováveis. Para o período 2016-2030 considerou-se que o crescimento da demanda residencial de gás natural se dará na mesma proporção do crescimento médio do número de domicílios para este período. Cumpre notar que o incremento no número de domicílios ligados à rede de distribuição de gás ao longo do horizonte foi considerado nas projeções de posse de chuveiro elétrico assumindo-se, adicionalmente, que 90% dos domicílios conectados irão adquirir aquecedores de água.

A figura a seguir apresenta graficamente a projeção para evolução da posse dos principais equipamentos.

Figura 17 – Projeção de posse de equipamentos eletroeletrônicos: Cenário B1
Brasil, 2005-2030



Finalmente, o consumo específico por uso final foi projetado com base no tempo médio de uso e na potência média dos equipamentos, que internaliza a eficiência energética. Tomou-se como referência os valores determinados a partir de informações contidas na Pesquisa de Posse de Eletrodomésticos e Hábitos de Uso (PROCEL/PUC, 2006), no catálogo Selo Procel 2005 (PROCEL, 2006), nas tabelas de eficiência do INMETRO (INMETRO, 2006), além de dados de potência e tempo de uso, fornecidos pelas concessionárias de energia elétrica.

O ganho de eficiência admitido neste cenário surge na medida em que os novos refrigeradores, *freezers* e aparelhos de ar condicionado adquiridos ao longo do tempo correspondem, para efeito de cálculo, àqueles pertencentes à atual faixa B de eficiência estabelecida pelo INMETRO (INMETRO, 2006). Em relação à iluminação, o ganho de eficiência obtido relaciona-se à parcela de lâmpadas incandescentes que serão substituídas por lâmpadas fluorescentes compactas. Considerou-se que a substituição se dará de modo que, ao final do período, 25% dos domicílios possuirão os modelos mais eficientes.

Cenário B2: Pedalinho

Características gerais

Neste cenário, adicionalmente aos blocos econômicos, o elevado custo-Brasil – visível principalmente nos gargalos relacionados à infra-estrutura – impedem as empresas brasileiras de aproveitar plenamente suas vantagens comparativas. Neste cenário, disputas comerciais e a dificuldade em remover as barreiras protecionistas acabam por prejudicar, por exemplo, a inserção mais ativa do agronegócio brasileiro no mercado internacional, exceto em alguns nichos específicos de mercado, em que as vantagens comparativas brasileiras são muito elevadas, como o é o caso da produção de soja, açúcar e álcool, por exemplo. Isto resulta num perfil de continuado declínio da participação deste setor no PIB nacional até o horizonte de 2030, sendo a demanda interna responsável pela manutenção desta participação em torno dos patamares atuais. No caso da cultura de soja, a sua inserção internacional é parcialmente tolhida e uma proporção maior de sua produção volta-se ao mercado interno.

A evolução da participação setorial no valor adicionado total é resumida na Tabela 21.

Tabela 21 – Participação no PIB e evolução setorial: Cenário B2
Brasil, 2004 e 2030

Setor	2004	2030	Taxa de crescimento (% a.a.)
	Participação (%)		
Agropecuário	9,7	9,8	3,2
Industrial	37,2	35,0	2,9
Serviços	53,1	55,2	3,3

Dados do ano base (2004): IBGE, 2006.

Pela mesma razão ligada à inserção internacional da agropecuária brasileira, por sua vez, a indústria também registra pequena perda de participação no período, devido à dificuldade de transpor barreiras ainda presentes em determinados mercados. Além disso, a redução dos preços das *commodities* justificada pela menor pressão da demanda destes materiais num cenário de crescimento econômico mundial mais reduzido, acaba por exercer um efeito de redução do valor agregado dos produtos semimanufaturados exportados pelo Brasil. Embora este setor possa ter se beneficiado com a incorporação de tecnologias mais eficientes de produção, isto se fez como parte de estratégia de grandes fabricantes de máquinas e equipamentos, não implicando em transferência de tecnologia para a indústria brasileira. Assim, mantém o padrão de dependência do país quanto à tecnologia para produção de bens de capital.

No que tange a segmentos industriais a resume a evolução da participação relativa dos grandes consumidores de energia elétrica e dos demais segmentos industriais no valor adicionada da indústria.

Tabela 22 – Participações no valor adicionado da Indústria: Cenário B2
Brasil, 2005 e 2030

Segmento	2005	2030
	Participação (%)	
Grandes consumidores industriais de energia elétrica	31,0	30,3
Demais consumidores industriais	69,0	69,7

Fonte: Compilado pela EPE.

Neste cenário, a participação dos grandes consumidores de energia elétrica no valor adicionado na indústria apresenta ligeira queda no horizonte de estudo. Parte deste efeito pode ser explicado pelo fato de que segmentos como Mineração e Pelotização, Metais não Ferrosos, Papel e Celulose, Siderurgia, Alumínio e Ferro-ligas são indústrias com importante participação das receitas de exportação na formação de seu valor adicionado. Assim, mesmo incorrendo o chamado custo-Brasil, são indústrias que conseguem manter relativamente sua participação no total da indústria.

Os segmentos Alimentos e bebidas e Outras Indústrias são os principais responsáveis pelo pequeno aumento registrado pelos demais segmentos industriais. No primeiro caso, o resultado é explicado pelo desempenho de segmentos específicos como a produção de açúcar, álcool e soja, por exemplo. Quanto ao mercado interno, a reduzida alteração das desigualdades sociais ainda induz a concentração da produção em itens de menor valor agregado. Já no segundo caso, o segmento de máquinas e equipamentos consegue uma boa inserção no mercado externo, a despeito das barreiras comerciais e dos gargalos de logística.

O crescimento da participação do setor de Serviços na economia brasileira é relativamente modesto e caracterizado por ser parcialmente sustentado pela demanda de serviços em parcelas da população com maior renda, concentradas principalmente nas regiões Sudeste e Sul do país.

No que tange ao setor de Transportes, a penetração de veículos com maior tecnologia e autonomia de combustível, como os veículos elétricos se restringe a nichos específicos de renda da população, em menor grau do que aquele observado no cenário Surfando a Marola. A produção de álcool combustível por sua vez, consolida a tecnologia *flex fuel* para transporte individual, provendo flexibilidade de decisão ao usuário. Quanto à poluição em grandes centros urbanos, a mesma é parcialmente equacionada, uma vez que persiste neste cenário, restrição de recursos para investimento na expansão das redes de transporte e distribuição. Assim, a penetração de gás natural em transporte coletivo restringe-se a grandes centros urbanos nas regiões Sudeste e Sul.

Tendências tecnológico-setoriais

Em termos gerais, no setor industrial a penetração do gás natural como substituto de energéticos como o óleo combustível, GLP e lenha, ocorre com menor taxa de penetração e a difusão do uso eficiente de energia é congruente com aquela observada no cenário Surfando a Marola. A expansão da oferta de gás natural também é limitada por dificuldades de expansão da malha de distribuição e transporte que ocorrem neste cenário.

Entre os segmentos de grandes consumidores de energia elétrica, supõe-se que os ganhos de eficiência na Siderurgia e em Ferro-ligas são intermediários entre os coeficientes de referência e os atuais publicados no Balanço de Energia Útil (FDTE/MME, 2005). Neste cenário, o crescimento da demanda por energéticos

é vegetativo, de acordo com o cenário econômico, não se observando significativa alteração estrutural na matriz energética destas indústrias. Quanto à participação de sucata, qualitativamente, as premissas adotadas pressupõe-se a manutenção do atual perfil de utilização da indústria siderúrgica brasileira registrado em 2005, ou seja, em torno de 23% (IBS, 2006). Este comportamento, certo modo, corresponde à manutenção da tendência histórica recente quanto a este parâmetro desde 2000.

Por fim, no setor residencial a participação do gás natural para aquecimento de água e cocção em substituição aos energéticos concorrentes se verifica em menor intensidade do que no cenário Surfando a Marola. Na área rural, especificamente, o GLP desloca parte da lenha para cocção, sobretudo ao final do período e em domicílios de mais baixa renda de pequenas localidades existentes no interior de municípios, próximas a áreas urbanas.

Assumiu-se que a projeção do percentual de domicílios ligados à rede elétrica neste cenário é similar ao do cenário Surfando a Marola, conforme a Tabela 23.

Tabela 23 – Domicílios ligados à rede elétrica no Brasil: Cenário B2

Especificação	2005	2010	2020	2030
Domicílios com iluminação elétrica [mil unidades]	50.036	57.511	69.746	81.837
Taxa de atendimento (%)	97,1	98,5	100,0	100,0

Fonte: Compilado pela EPE.

A premissa básica que norteou as projeções de posse dos principais equipamentos (máquina de lavar roupas, televisão, ar condicionado, lâmpadas) baseia-se na hipótese de que os valores considerados em 2020 no cenário Na Crista da Onda somente serão alcançados em 2030 no cenário Pedalinho, a menos dos seguintes equipamentos:

A premissa básica que norteou as projeções de posse dos principais equipamentos (máquina de lavar roupas, televisão, ar condicionado, lâmpadas) baseia-se na premissa de que os valores considerados em 2020 no cenário Na Crista da Onda somente serão alcançados em 2030 no cenário Pedalinho, a menos dos seguintes equipamentos:

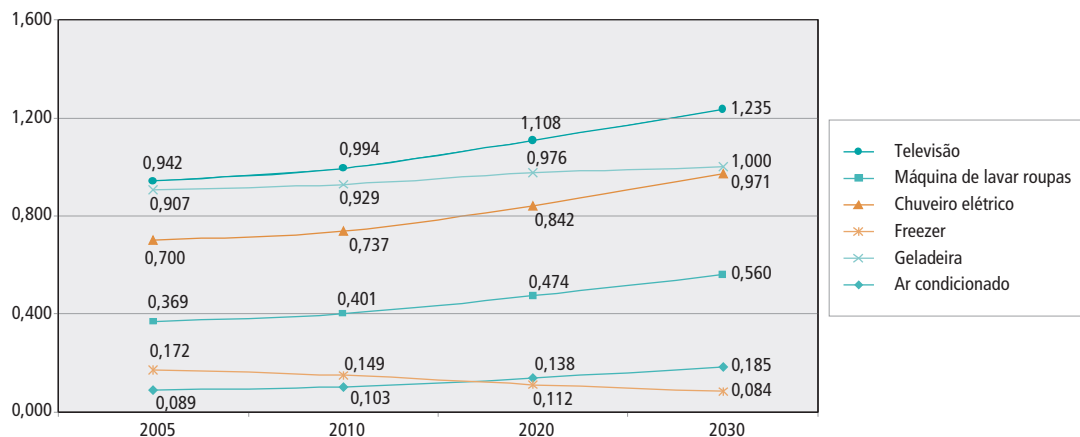
geladeira: assumiu-se a taxa histórica de evolução da posse até a sua saturação em 1, que, neste cenário, ocorre em 2025;

chuveiro elétrico: também neste cenário, para estimar a parcela de chuveiros elétricos que será deslocada pelo uso de aquecedores a gás natural, foi preciso estimar a demanda residencial de gás natural, conforme descrito nas premissas gerais. Assumiu-se que a projeção da demanda residencial de gás natural para o período 2005-2015 coincide com os valores apresentados nos estudos específicos sobre o mercado de gás natural no Brasil (EPE, 2006c), considerando o cenário de 100% e demandas provadas e prováveis. Para o período 2016-2030 considerou-se que o crescimento da demanda residencial de gás natural se dará na mesma proporção do crescimento médio do número de domicílios para este período.

Nota-se que o incremento no número de domicílios ligados à rede de distribuição de gás ao longo do horizonte foi considerado nas projeções de posse de chuveiro elétrico assumindo-se, adicionalmente, que 80% dos domicílios conectados irão adquirir aquecedores de água.

A Figura 18, a seguir, apresenta graficamente a projeção para evolução da posse dos principais equipamentos.

Figura 18 – Projeção de posse de equipamentos eletroeletrônicos: Cenário B2
Brasil, 2005-2030



Por fim, projetou-se o consumo específico por uso final foi com base no tempo médio de uso e na potência média dos equipamentos, que internaliza a eficiência energética. Tomou-se como referência os valores determinados a partir de informações contidas na Pesquisa de Posse de Eletrodomésticos e Hábitos de Uso (PROCEL/PUC, 2006), no catálogo Selo Procel 2005 (PROCEL, 2006), nas tabelas de eficiência do INMETRO (INMETRO, 2006), além de dados de potência e tempo de uso, fornecidos pelas concessionárias de energia elétrica.

O ganho de eficiência admitido neste cenário segue a mesma premissa considerada no cenário Surfando a Marola, qual seja, os novos refrigeradores, *freezers* e aparelhos de ar condicionado adquiridos ao longo do tempo correspondem, para efeito de cálculo, àqueles pertencentes à atual faixa B de eficiência estabelecida pelo INMETRO (INMETRO, 2006). Em relação à iluminação, o ganho de eficiência obtido relaciona-se à parcela de lâmpadas incandescentes que serão substituídas por lâmpadas fluorescentes compactas. De modo similar ao cenário Surfando a Marola, considerou-se que a substituição se dará de tal sorte que, ao final do período, 25% dos domicílios possuirão os modelos mais eficientes.

Cenário C: Naufrago

Características gerais

Neste cenário, a fragmentação do mundo, impedindo um comércio mais vigoroso entre países, e a administração pouco eficaz das questões domésticas geram um ambiente de reduzido crescimento econômico e pouca alteração da estrutura setorial do PIB. O pequeno ganho de participação do setor agropecuário observado se deve ao fato de as vendas de produtos agrícolas e de pecuária não terem sido tão afetadas pelo contexto econômico. Ademais, este aumento de participação também se relaciona à manutenção ou mesmo pequenos ganhos em mercados internacionais onde a produção agropecuária brasileira se mostra bastante competitiva. A redução da participação relativa da indústria é explicada, quase que totalmente, pelo avanço do setor de serviços, embora a magnitude de variação não seja tão expressiva, como pode-se ver na Tabela 24:

Tabela 24 – Participação no PIB e evolução setorial: Cenário C
Brasil, 2004 e 2030

Setor	2004	2030	Taxa de crescimento (% a. a.)
	Participação (%)		
Agropecuária	9,7	9,9	2,6
Indústria	37,2	36,2	2,2
Serviços	53,1	53,9	2,1

Dados do ano base (2004): IBGE, 2006.

Em relação aos segmentos que compõe o setor industrial, os grandes consumidores de energia elétrica perdem participação relativa no valor adicionado da indústria, conforme ilustra a Tabela 25:

Tabela 25 – Participações no valor adicionado da indústria: Cenário C
Brasil, 2005 e 2030

Segmento	2005	2030
	Participação (%)	
Grandes consumidores industriais de energia elétrica	31,0	30,1
Demais consumidores industriais	69,0	69,9

Fonte: Compilado pela EPE.

Neste cenário, supõe-se que o impacto do ambiente econômico desfavorável é relativamente uniforme em todos os sub-setores dos segmentos dos grandes consumidores de energia elétrica no horizonte até 2030. A manutenção de barreiras comerciais aos produtos semi-manufaturados brasileiros, com queda dos preços internacionais de bens com menor conteúdo tecnológico, contribui para que este perfil de participação se consolide, ainda mais com a reduzida taxa de crescimento do mercado interno.

Em relação aos demais segmentos da indústria, destaca-se a indústria de Alimentos e Bebidas que, a despeito do reduzido crescimento econômico do país e da piora do quadro social interno, apresenta um ganho de participação relativa. Tal desempenho é justificado tanto pela alteração da composição do mercado interno, mais voltada para produtos de relativamente maior valor agregado, quanto por pequenos ganhos de participação na exportação de *commodities*.

Por fim, no setor de transportes a consolidada tecnologia *flex fuel* cresce a taxas mais reduzidas em relação aos cenários anteriores. Do mesmo modo, as dificuldades de expansão da oferta de gás natural no Brasil acabam por direcionar a demanda para outros segmentos consumidores, de modo que a expansão em transporte coletivo é reduzida.

Tendências tecnológico-setoriais

No setor industrial como um todo, em termos de premissas qualitativas, a principal alteração em relação aos três cenários nacionais anteriores refere-se ao ritmo de penetração do uso eficiente de eletricidade e, neste cenário, os patamares máximos de eficiência apresentados no Balanço de Energia Útil somente são atingidos no final do período. Outra característica geral do setor é a maior participação do gás natural em substituição a energéticos como o óleo combustível, o GLP e a lenha. Entretanto, tal avanço ocorre vagarosamente, principalmente em função das dificuldades de expansão da malha de transporte e distribuição. Por exemplo, na indústria de Siderurgia e Ferro-ligas, os ganhos de eficiência se processam num

nível intermediário entre os atuais coeficientes e os de referência, sem significativa alteração estrutural na matriz de consumo de energia. Na siderurgia, o ambiente propicia a estagnação do nível de participação da sucata, sendo que a participação das aciarias elétricas mantém seu perfil atual até 2030.

No caso do setor residencial, da mesma forma que para os demais setores, a velocidade de penetração do gás natural é baixa devido a dificuldades de expansão da malha de transporte e distribuição. Adicionalmente, não há ganho de renda que possibilite a aquisição maciça, por parte dos consumidores, de aquecedores de água que utilizam gás natural. A substituição da lenha pelo GLP, sobretudo nos domicílios rurais de baixa renda, se dá de modo muito lento.

Com relação à evolução do percentual de domicílios ligados à rede elétrica, foi assumida a mesma premissa adotada no cenário Pedalinho, qual seja, a de que a universalização do acesso ao serviço de energia elétrica se dará somente em 2015. O Programa Luz para Todos neste cenário, portanto, não logrará a meta de antecipar em sete anos a universalização prevista pela ANEEL.

A Tabela 26 apresenta a previsão para o número de domicílios a serem ligados à rede elétrica até 2030.

Tabela 26 – Domicílios ligados à rede elétrica: Cenário C
Brasil, 2005-2030

Especificação	2005	2010	2020	2030
Domicílios com iluminação elétrica [mil unidades]	50.036	57.511	69.746	81.837
Taxa de atendimento (%)	97,1	98,5	100,0	100,0

A premissa básica que norteou as projeções de posse dos principais equipamentos (máquina de lavar roupas, televisão, ar condicionado, lâmpadas) baseia-se na premissa de que os valores considerados em 2015 no cenário Na Crista da Onda somente serão alcançados em 2030 no cenário Pedalinho, a menos dos seguintes equipamentos:

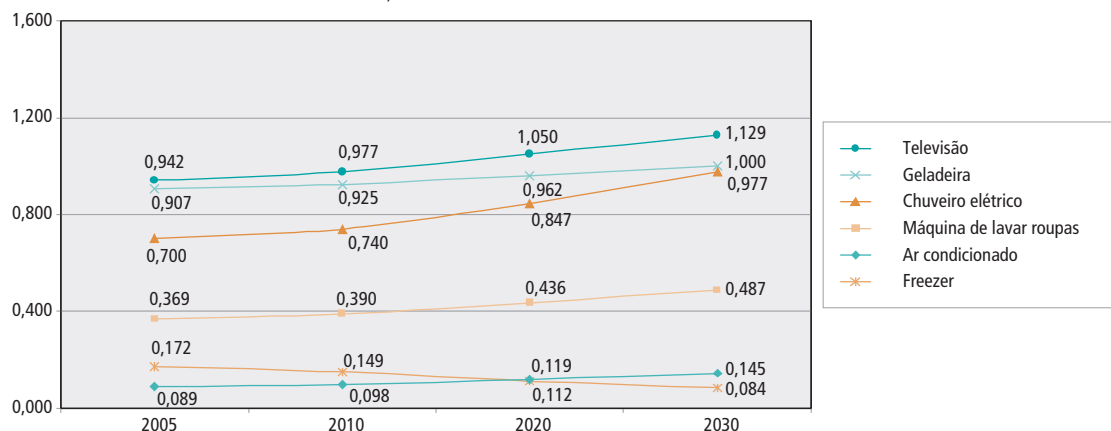
geladeira: assumiu-se neste cenário que a posse de geladeiras satura em 1 no ano de 2030;

chuveiro elétrico: do mesmo modo como nos cenários anteriores, para estimar a parcela de chuveiros elétricos que será deslocada pelo uso de aquecedores a gás natural, neste cenário, foi necessário estimar a demanda residencial de gás natural, conforme descrito nas premissas gerais. No caso específico do cenário Náufrago, a evolução da demanda residencial de gás natural foi estimada assumindo uma redução de 5% na demanda quantificada para o cenário Pedalinho.

Assumiu-se, adicionalmente, que cerca de 70% dos domicílios que serão conectados à rede de distribuição de gás ao longo do horizonte irão adquirir aquecedores de água.

Na Figura 19, a seguir, é apresentada graficamente a projeção para evolução da posse dos principais equipamentos para o cenário Náufrago.

Figura 19 – Projeção de posse de equipamentos eletroeletrônicos: Cenário C
Brasil, 2005-2030



Com relação ao consumo específico por uso final, sua evolução foi projetada com base no tempo médio de uso e na potência média dos equipamentos, que internaliza a eficiência energética. Tomou-se como referência os valores determinados a partir de informações contidas na Pesquisa de Posse de Eletrodomésticos e Hábitos de Uso (PROCEL/PUC, 2006), no catálogo Selo Procel 2005 (PROCEL, 2006), nas tabelas de eficiência do INMETRO (INMETRO, 2006), além de dados de potência e tempo de uso, fornecidos pelas concessionárias de energia elétrica.

O ganho de eficiência por equipamento admitido neste cenário segue a mesma premissa considerada nos cenários Surfando a Marola e Pedalinho, qual seja, os novos refrigeradores, *freezers* e aparelhos de ar condicionado adquiridos ao longo do tempo correspondem, para efeito de cálculo, àqueles pertencentes à atual faixa B de eficiência estabelecida pelo INMETRO (INMETRO, 2006). Em relação à iluminação, o ganho de eficiência obtido relaciona-se à parcela de lâmpadas incandescentes que serão substituídas por lâmpadas fluorescentes compactas. De modo similar ao que foi feito no cenário Surfando a Marola, considerou-se que a substituição se dará de tal sorte que, ao final do período, 25% dos domicílios possuirão os modelos mais eficientes.

■ 4.4. Eficiência energética

O crescimento econômico no Brasil apresenta estreita relação com o consumo de energia elétrica no país. A otimização dos recursos energéticos, através de medidas de racionalização do uso de energia apresenta-se como uma alternativa com potencial de alavancar o crescimento econômico através do aumento da produtividade, reduzindo os elevados investimentos na infra-estrutura, e ainda reduzindo os impactos ambientais associados ao crescimento. É, portanto, parte essencial no processo de desenvolvimento sustentável.

A referência cronológica do uso racional da energia no Brasil dá-se em meados de 1975, quando o Grupo de Estudos sobre Fontes Alternativas de energia (GEFAE) organizou, em colaboração com o MME, um Seminário sobre Conservação de Energia, tratando-se, portanto de uma iniciativa pioneira no país. A seguir, ainda em 1975, a FINEP obteve autorização da Presidência da República para alocar recursos finan-

ceiros à realização do Programa de Estudos da Conservação de Energia, passando a desenvolver e apoiar estudos visando a busca de maior eficiência na cadeia de captação, transformação e consumo de energia (La Rovere, 1994).

Apenas em 1985, dez anos mais tarde, foi criado o Programa de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica (PROCEL) pela Eletrobrás. Sua atuação inicialmente caracterizou-se pela publicação e distribuição de manuais destinados à conservação de energia elétrica entre vários setores sociais. A seguir, foi implementado um programa pedagógico junto às escolas de ensino fundamental, envolvendo uso de material didático e treinamento de professores. A partir de 1990, o PROCEL iniciou projetos e cursos técnicos para formar profissionais com competência específica na área. Em seus primeiros anos (1986-1993) o PROCEL investiu US\$ 24 milhões em mais de 100 projetos. De acordo com Geller *et al.* (1998), uma economia estimada em 790 GWh de eletricidade pode ser creditada a ações do PROCEL no ano de 1996, além de 2360 GWh conservados cumulativamente, o que seria equivalente a 0,9% do total de eletricidade consumido no país nesse ano.

Em 1991, foi instituído, por decreto presidencial, o Programa Nacional da Racionalização do Uso de Derivados do Petróleo e Gás Natural (Conpet), para trabalhar sob a coordenação de um grupo composto por representantes de órgãos estatais e privados. Embora, atualmente, o consumo de petróleo e derivadas tenha um potencial de conservação em torno de 30%, o Conpet trabalha com o objetivo de um ganho de eficiência em torno de 25%. A área de atuação do Conpet abrange as instituições de ensino e os setores de transportes, industrial (melhoria ambiental e competitividade produtiva), residencial e comercial (uso de selos de eficiência para produtos), agropecuário (uso de óleo diesel) e geração de energia (termoelétricas).

Apesar da existência desses programas, ainda há um desperdício considerável de energia em grande parte devido a processos industriais, equipamentos, veículos e prédios ineficientes. Algumas barreiras ainda inibem a redução desses desperdícios, tais como: tarifas relativamente baixas (quando comparadas aos padrões internacionais) e que representam pequena parte dos custos operacionais de boa parte dos consumidores industriais; falta de incentivos financeiros para programas de gestão pelo lado da demanda (*Demand-side Management*); baixa atratividade dos investimentos de melhoria da eficiência energética, altas taxas de juros inibindo a substituição de bens de consumo (tais como eletrodomésticos) por modelos mais novos e, portanto, mais eficientes; e falta de informação para grande parte da população sobre medidas e o potencial de conservação de energia.

O racionamento de energia elétrica ocorrido em 2001 contribuiu para a redução desse desperdício, quando os consumidores, forçados a diminuir o seu consumo, começaram a racionalizar o uso e a buscar alternativas de equipamentos e processos mais eficientes a fim de garantir a manutenção da sua qualidade de vida (padrões de conforto, no caso dos consumidores residenciais) ou continuidade da produção (no caso de consumidores comerciais, serviços e industriais) consumindo menos energia elétrica. Os impactos do racionamento no consumo foram tão marcantes que permaneceram mesmo depois do final do racionamento.

No que tange à eficiência no uso de eletricidade, as estimativas de demanda de energia elétrica apresentadas neste documento incorporam, movimentos tendenciais cujo ritmo de penetração depende do cenário nacional em questão. Assim, nos cenários Na Crista da Onda e Surfando a Marola, este movimento tem uma dinâmica mais acelerada em relação aos cenários Pedalinho e Náufrago.

Como as projeções de demanda para cada um dos cenários partem da estrutura disponível nas estatís-

ticas do Balanço Energético Nacional (BEN), a natureza agregada dos segmentos industrial, residencial, comércio e serviços e público, impõe a limitação de um tratamento igualmente agregado para as premissas de uso eficiente de eletricidade, ainda que exista a necessidade de desagregação por nível de equipamento. Por outro lado, em alguns segmentos industriais, uma abordagem pouco mais específica foi possível, ainda que não em nível de equipamento.

Assim, a despeito desta limitação, pode-se afirmar que o uso eficiente de eletricidade no segmento industrial teve, basicamente, dois níveis de abordagem:

i) O primeiro deles, baseado no estabelecimento de dinâmicas diferenciadas por cenário para os coeficientes de rendimento por serviço energético (força motriz, calor de processo, aquecimento direto, eletroquímica etc.), aplicável à maioria dos segmentos industriais: Alimentos e bebidas, papel e celulose, cerâmica, outras indústrias, ferro-ligas, mineração e pelotização, têxtil, química (exclusive soda-cloro).

ii) O segundo nível, aplicável a indústrias específicas tais como produção de alumínio, soda-cloro, siderurgia e cimento. Também é a abordagem aplicável aos setores de transportes.

Com o objetivo de incorporar de forma clara e transparente a eficiência energética nas projeções de energia elétrica do setor residencial foi necessário obter, além das variáveis associadas ao cenário demográfico (número de domicílios e número de habitantes/domicílio), outras variáveis explicativas da demanda residencial de energia elétrica, quais sejam: percentual de domicílios ligados à rede, consumo específico e posse média dos principais eletrodomésticos presentes nos domicílios brasileiros.

Cumprir notar que, sendo o modelo utilizado do tipo *bottom-up*, a influência do contexto econômico no setor residencial aparece refletida em alguns parâmetros adotados na modelagem, notadamente na variável posse de equipamentos, resultando, dessa forma, na apresentação de uma dada estrutura de consumo de energia para este setor correspondente ao cenário econômico analisado.

Para cada equipamento foi determinado o consumo específico, cujo cálculo considera: tempo médio de uso; e a potência média, que internaliza a eficiência do equipamento.

O consumo residencial de energia elétrica foi, então, projetado segundo os seguintes usos finais:

- iluminação;
- conservação de alimentos (geladeira e *freezer*);
- aquecimento de água (chuveiro elétrico);
- condicionamento de ar (ar condicionado); e
- serviços (máquina de lavar roupa, televisão e outros).

Os setores comercial e público, por sua vez, possuem um tratamento bastante agregado, de modo que o montante de conservação de eletricidade é estimado em termos dos coeficientes de rendimento do Balanço de Energia Útil (MME/FDTE, 2005). O ritmo de penetração da eficiência elétrica foi diferenciado de acordo com o cenário, sendo assumido a maior taxa de ganho de eficiência ocorrendo no cenário Na Crista da Onda e a mais lenta, no cenário Náufrago. Nos dois cenários de menor crescimento econômico (Pedalinho e Náufrago), admitiu-se a hipótese de que o melhor rendimento disponível no uso de eletricidade (conforme dados do BEU) só é atingido ao final do período (2030). Já nos dois cenários de maior crescimento econômico (Na Crista da Onda e Surfando a Marola), esta taxa é aproximadamente duas vezes a observadas nos cenários de menor crescimento econômico.

A explicitação do tratamento da eficiência no uso de eletricidade no âmbito do PNE 2030 será apre-

sentada com mais detalhe em notas técnicas específicas acerca deste tema. Cabe destacar que, além da explicitação da dinâmica de evolução da eficiência elétrica, também serão apresentadas as premissas setoriais empregadas, bem como uma estimativa de montante de conservação de energia elétrica, com as devidas considerações sobre a representatividade deste número para fins de potencial de conservação de eletricidade até 2030.

5. Perspectivas de evolução do consumo de energia elétrica

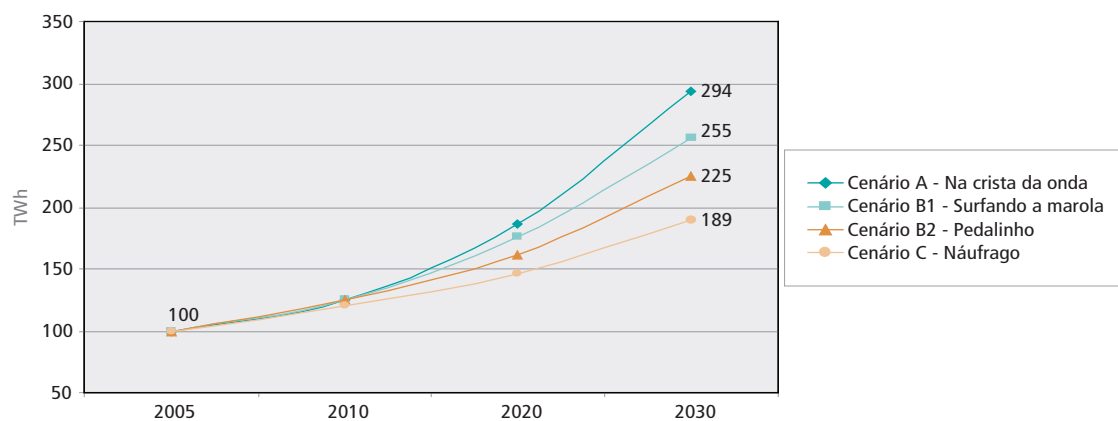
Neste capítulo são apresentadas as projeções do consumo final de energia elétrica para cada um dos quatro cenários considerados até 2030. Inicialmente relacionam-se as perspectivas de evolução da participação da energia elétrica no consumo total de energia. Em seguida, as projeções de consumo de energia elétrica são confrontadas com os principais indicadores econômicos ao fim de 2030, comparando-se com a situação inicial em 2005. Por fim, é feita uma análise da composição setorial das projeções de consumo de energia elétrica.

5.1. Perspectivas de evolução da participação da energia elétrica no consumo total de energia

Os resultados de evolução da demanda final de energia total e de energia elétrica são apresentados neste item de forma consolidada.

A evolução do consumo final de energia por cenário é apresentada na Figura 20. Em relação ao consumo de 2005, estima-se que o consumo total de energia cresça ao fim de 2030 entre 89% e 194%, em comparação ao valor atual, para os cenários de menor e maior crescimento, respectivamente. A análise mais detalhada das trajetórias de evolução do consumo de energia será feita em documento complementar, dentro do âmbito do Plano Nacional de Energia 2030 – PNE 2030.

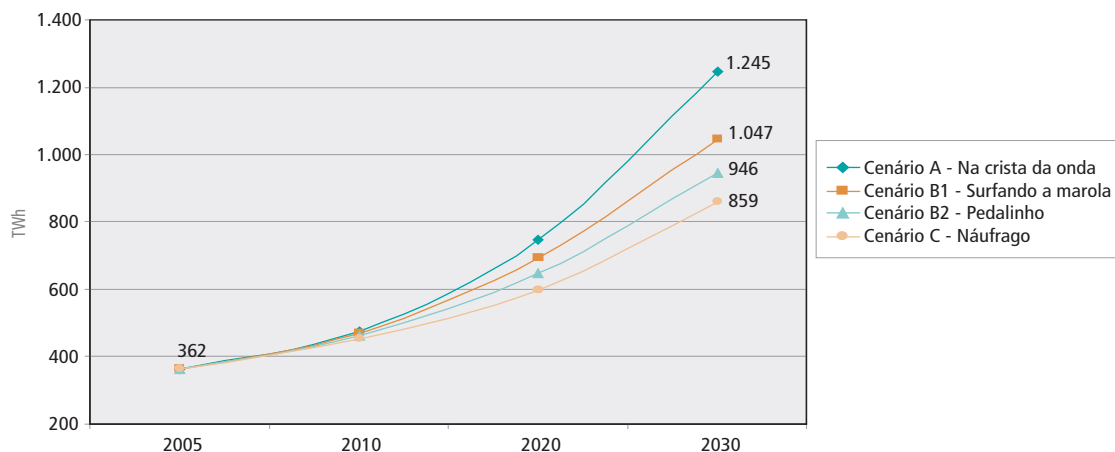
Figura 20 – Evolução do consumo final energético
Brasil, 2005-2030



Nota: Exclusive consumo do setor energético e base 100 em 2005

No caso específico da energia elétrica, as perspectivas de evolução do seu consumo são ilustradas na Figura 21.

Figura 21 – Evolução do consumo final de energia elétrica
Brasil, 2005-2030



Nota: Exclui o consumo do setor energético.

Estima-se que o consumo de energia elétrica se situe ao fim de 2030 entre 859 TWh e 1.245 TWh, para os cenários de menor e maior crescimento, respectivamente. Isto significa que, ao final do período, a diferença entre os dois valores extremos corresponderá a 386 TWh, valor 6,6% superior ao consumo atual de eletricidade do país.

Cotejando as evoluções do consumo de energia elétrica e consumo total de energia, pode-se notar que a energia elétrica ganha participação em relação aos demais energéticos que compõem a matriz de consumo de energia em todos os cenários, conforme sintetiza a Tabela 27.

Tabela 27 – Evolução da participação da eletricidade na demanda total de energia e taxas médias de crescimento
Brasil, 2005 e 2030

Cenário	Participação relativa (%)		Crescimento médio do consumo (% a.a.)	
	2005	2030	Eletricidade	Energia
A	18,8	22,1	5,1	4,4
B1	18,8	21,3	4,3	3,8
B2	18,8	21,9	3,9	3,3
C	18,8	23,7	3,5	2,6

Nota: Exclui o consumo do setor energético

Embora em menor intensidade do que no passado, este ganho de participação da eletricidade no consumo total de energia encontra-se de acordo com a tendência histórica verificada nos últimos trinta anos, pois a eletricidade tem como principais características, entre outras:

- i) Ubiquidade: utilização cada vez mais frequente e intensa em atividades sociais e econômicas;
- ii) Vetor de modernidade: principalmente nas utilizações residenciais, e nos setores público, de serviços e industrial;

iii) Alto rendimento no uso: um fator de produção para as atividades industriais que pode ser utilizado de forma limpa e com alto rendimento em quase todos os seus usos;

iv) Capilaridade: um sistema de distribuição que hoje chega a todos os municípios e, praticamente, a todas as localidades do país estando acessível a quase todos os consumidores do país.

v) Elemento catalisador de outros serviços públicos: por conta da sua capilaridade, a eletricidade é um serviço de utilidade pública que pode potencializar o suprimento de outros serviços públicos (por exemplo, bombeamento no serviço de saneamento).

É esperado que boa parte dos fatores acima perdure pelo menos no futuro próximo, permitindo taxas significativas de crescimento do consumo de eletricidade.

De modo mais específico, considera-se neste estudo que o ritmo de expansão do consumo de eletricidade por cenário é condicionado principalmente pelos seguintes fatores: grau de modernização da atividade agropecuária no país, participação dos grandes consumidores industriais de energia elétrica no valor adicionado total da indústria, aumento da participação do setor de serviços no PIB, a evolução do consumo per capita de eletricidade no setor residencial, e a difusão de alternativas eficientes de uso da eletricidade.

5.2. Energia elétrica e economia

Nesta seção, apresenta-se, para cada cenário, a Tabela 28 com os principais indicadores e resultados referentes à evolução da economia, população e consumo de energia elétrica no Brasil em 2005 e 2030.

Tabela 28 – Evolução dos indicadores econômico-energéticos por cenário
Brasil, 2005 e 2030

Discriminação	2030				
	2005	A	B1	B2	C
Produto interno bruto (R\$ bilhões de 2005)	1.938	6.712	5.290	4.256	3.337
Variação média no período (% ao ano)	-	5,1	4,1	3,2	2,2
População total residente (milhões)	185	239	239	239	239
Variação média no período (% ao ano)	-	1,0	1,0	1,0	1,0
PIB per capita (R\$ [2005]/hab)	10.449	28.136	22.175	17.841	13.988
Variação média no período (% ao ano)	-	4,0	3,1	2,2	1,2
Consumo final de energia elétrica (TWh ⁽²⁾)	362	1.245	1.047	946	859
Variação média no período (% ao ano)	-	5,1	4,3	3,9	3,5
E. elétrica per capita (kWh/hab/ano)	1.950	5.220	4.388	3.966	3.602
Variação média no período (% ao ano)	-	4,0	3,3	2,9	2,5
Intensidade elétrica do PIB kWh/mil R\$ de 2005	193,6	192,2	205,0	230,3	266,7
Elasticidade-renda do Consumo de energia elétrica	-	1,00	1,06	1,23	1,60

⁽²⁾ Exclusive o consumo final do setor energético

Em termos gerais, pode-se perceber que valores menores de elasticidade-renda estão relacionados aos cenários de taxas de crescimento maiores. Este resultado é fruto, principalmente, de:

- i) Evolução setorial da economia – nos cenários de maior crescimento, além do maior ganho de participação relativa do setor de serviços em detrimento da indústria, a evolução da indústria ocorre, em geral, com maior perda de participação relativa dos grandes consumidores de energia elétrica;
- ii) Difusão de práticas de uso eficiente: nos cenários de maior crescimento, supôs-se a prática de uso eficiente de forma mais difundida.

■ 5.3. Composição setorial do consumo de energia elétrica

Os resultados obtidos para a evolução da demanda de energia elétrica dos principais setores da economia brasileira até 2030 por cenário são apresentados a seguir.

Tabela 29 – Consumo final de eletricidade (TWh) por setor: Cenário A
Brasil, 2005-2030

Setor	2005	2010	2020	2030	Taxa média de crescimento (% a.a.)
Industrial	175,4	238,8	362,6	557,0	4,7
Agropecuário	15,7	18,5	28,8	57,2	5,3
Residencial	83,2	107,5	176,8	302,6	5,3
Comercial/Público	86,2	109,0	175,9	326,5	5,5
Transportes	1,2	1,1	1,6	2,0	2,1

Fonte: Compilado pela EPE.

Tabela 30 – Consumo final de eletricidade (TWh) por setor: Cenário B1
Brasil, 2005-2030

Setor	2005	2010	2020	2030	Taxa média de crescimento (% a.a.)
Industrial	175,4	237,0	338,5	460,3	3,9
Agropecuário	15,7	17,9	24,6	36,6	3,5
Residencial	83,2	105,3	169,6	285,5	5,1
Comercial/Público	86,2	107,3	158,2	262,7	4,6
Transportes	1,2	1,1	1,4	1,7	1,3

Fonte: Compilado pela EPE.

Tabela 31 – Consumo final de eletricidade (TWh) por setor: Cenário B2
Brasil, 2005-2030

Setor	2005	2010	2020	2030	Taxa média de crescimento (% a.a.)
Industrial	175,4	231,9	312,3	415,3	3,5
Agropecuário	15,7	17,7	22,1	31,5	2,8
Residencial	83,2	104,3	164,7	270,3	4,8
Comercial/Público	86,2	107,6	146,7	227,7	4,0
Transportes	1,2	1,1	1,3	1,4	0,7

Fonte: Compilado pela EPE.

Tabela 32 – Consumo final de eletricidade (TWh) por setor: Cenário C
Brasil, 2005-2030

Setor	2005	2010	2020	2030	Taxa média de crescimento (% a.a.)
Industrial	175,4	231,0	292,4	380,4	3,1
Agropecuário	15,7	17,1	19,6	25,1	1,9
Residencial	83,2	98,8	146,3	240,3	4,3
Comercial/Público	86,2	103,9	138,4	212,0	3,7
Transportes	1,2	1,1	1,3	1,4	0,5

Fonte: Compilado pela EPE.

A seguir, faz-se a análise mais detalhada dos números acima por setor.

■ 5.3.1. Análise dos principais setores

Como tendência robusta, pode-se afirmar que o setor industrial registra perda de participação relativa no consumo de eletricidade, enquanto os setores comercial e residencial aumentam sua participação.

Indústria

Em todos os cenários econômicos, a indústria brasileira perde participação relativa no PIB até o final do horizonte do estudo. Como resultado, a participação do setor industrial brasileiro na demanda de eletricidade apresenta tendência de redução no horizonte de estudo, situando-se numa faixa entre 44-45%, como se pode observar nos dados apresentados na Tabela 33.

Tabela 33 – Participação relativa do setor industrial na demanda total de eletricidade por cenário
Brasil, 2005 e 2030

Cenário	2005	2030
	Participação (%)	
A	48,5	44,7
B1	48,5	44,0
B2	48,5	43,9
C	48,5	44,3

Fonte: Compilado pela EPE.

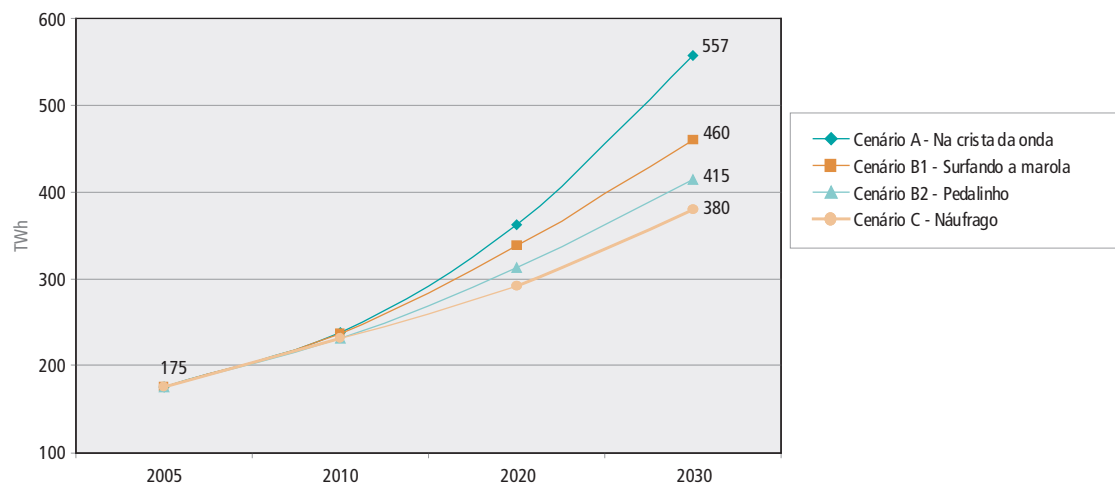
Em termos de demanda absoluta por eletricidade, sua evolução por cenário é apresentada na Tabela 34 e ilustrada na Figura 22.

Tabela 34 – Consumo final de energia elétrica no setor industrial
Brasil, 2005-2030

Cenário	2005	2010	2020	2030	Taxa média de crescimento (% a.a.)
A	175,4	238,8	362,6	557,0	4,7
B1	175,4	237,0	338,5	460,3	3,9
B2	175,4	231,9	312,3	415,3	3,5
C	175,4	231,0	292,4	380,4	3,1

Fonte: Compilado pela EPE.

Figura 22 – Evolução do consumo final de energia elétrica na indústria
Brasil, 2005-2030



A participação do setor industrial no consumo final de eletricidade em 2030 é resultado ainda das diferentes tendências de crescimento dos segmentos dentro da indústria. Para o segmento formado pelos grandes consumidores industriais, a perda de participação relativa no valor adicionado é relativamente menor do que a perda verificada na participação relativa no consumo total de eletricidade, como pode ser visto na tabela 35.

Tabela 35 – Grandes consumidores industriais: participação relativa na indústria
Brasil, 2005-2030

Cenário	Participação no valor adicionado (%)		Participação no consumo total de eletricidade (%)	
	2005	2030	2005	2030
A	31,0	29,5	56,9	46,0
B1	31,0	29,7	56,9	47,7
B2	31,0	30,3	56,9	46,1
C	31,0	30,1	56,9	42,0

Fonte: Compilado pela EPE.

Comercial e público

A perda de participação relativa do setor industrial na demanda total de eletricidade no país é, em parte, compensada pelo setor comercial brasileiro, capitaneando o processo de crescimento do setor de serviços na economia brasileira. Em síntese, a participação relativa do setor comercial e público na demanda total de eletricidade oscila, em 2030, variando entre 24% e 26%, dependendo do cenário, como se pode observar nos resultados apresentados na Tabela 36.

Tabela 36 – Participação relativa dos setores comercial e público na demanda total de eletricidade por cenário
Brasil, 2005 e 2030

Cenário	2005	2030
	Participação (%)	
A1	23,8	26,2
B1	23,8	25,1
B2	23,8	24,1
C	23,8	24,7

Fonte: Compilado pela EPE.

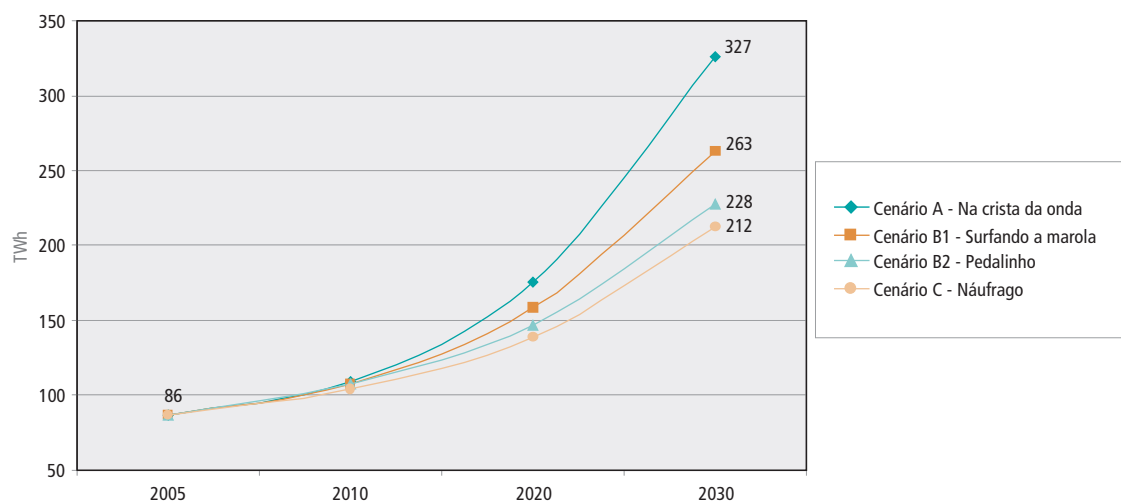
Na Tabela 37 e na Figura 23 são apresentadas as evoluções do consumo final de energia elétrica por cenário. Conforme pode ser observado, as taxas de crescimento do consumo nestes dois setores são bastante significativas, chegando a atingir uma média anual equivalente a 5,7% a.a., no caso do cenário Na Crista da Onda.

Tabela 37 – Consumo final de energia elétrica nos setores comercial e público (TWh)
Brasil, 2005-2030

Cenário	2005	2010	2020	2030	Taxa média de crescimento (% a.a.)
A	86,2	109,0	175,9	326,5	5,7
B1	86,2	107,3	158,2	262,7	4,8
B2	86,2	107,6	146,7	227,7	4,2
C	86,2	103,9	138,4	212,0	3,9

Fonte: Compilado pela EPE.

Figura 23 – Evolução do consumo final de energia elétrica nos setores comercial e público
Brasil, 2005-2030



Residencial

Conforme pode ser observado na Tabela 38, o setor residencial ganha participação no consumo de energia elétrica em todos os cenários considerados. Conforme as premissas adotadas, a participação do setor deverá situar-se entre 24,3% e 28,6% em 2030.

Tabela 38 – Participação relativa do setor residencial na demanda total de energia elétrica conforme o cenário Brasil, 2005 e 2030

Cenário	2005	2030
	Participação (%)	
A	23,0	24,3
B1	23,0	27,3
B2	23,0	28,6
C	23,0	28,0

Fonte: Compilado pela EPE.

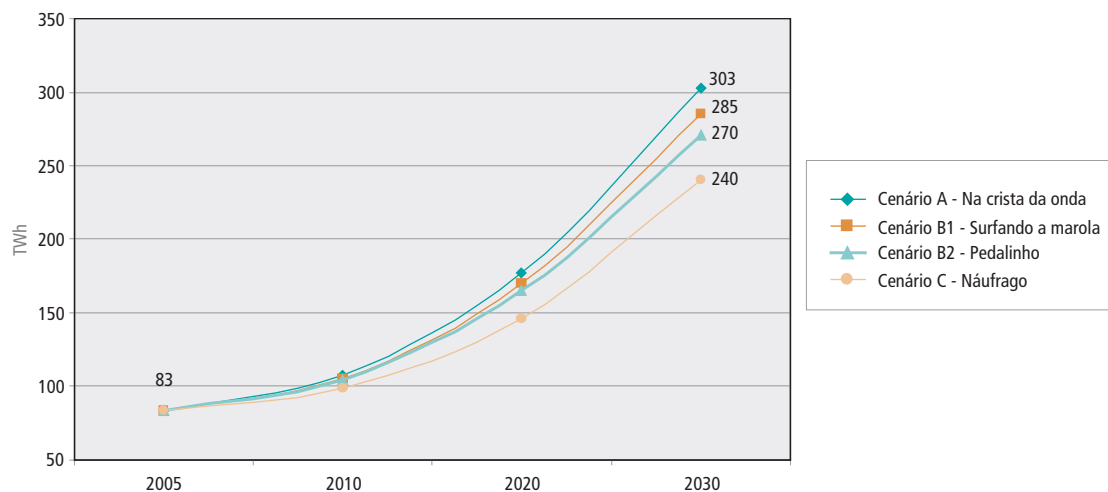
Na Tabela 39 e na Figura 24 são apresentadas as evoluções do consumo final no setor.

Tabela 39 - Consumo final de energia elétrica no setor residencial (TWh)
Brasil, 2005-2030

Cenário	2005	2010	2020	2030	Taxa média de crescimento (% a.a.)
A	83,2	107,5	176,8	302,6	5,3
B1	83,2	105,3	169,6	285,5	5,1
B2	83,2	104,3	164,7	270,3	4,8
C	83,2	98,8	146,3	240,3	4,3

Fonte: Compilado pela EPE.

Figura 24 – Evolução do consumo final de energia elétrica no setor residencial
Brasil, 2005-2030

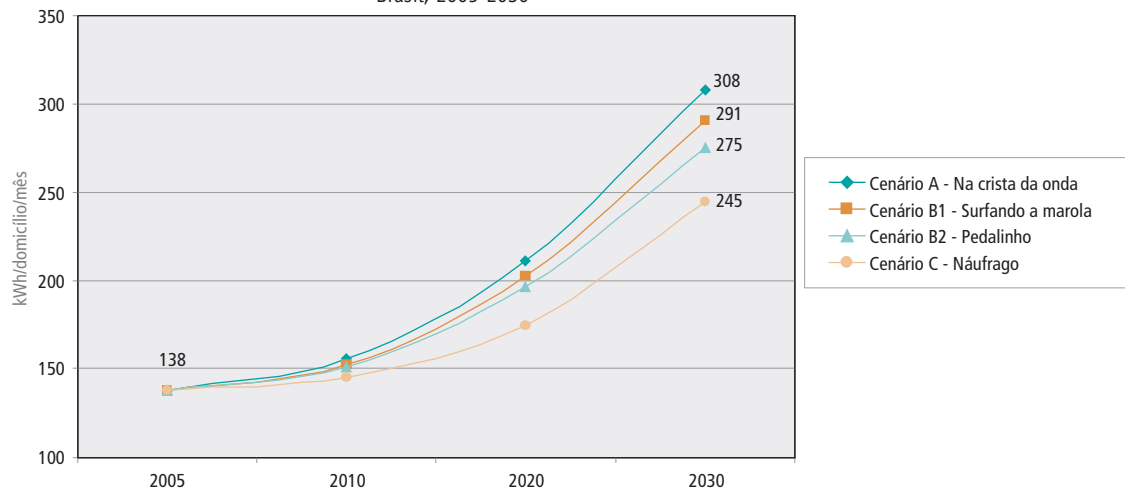


Conforme pode ser observado, o consumo residencial de energia elétrica no cenário Na Crista da Onda cresce a uma taxa média de 5,3% a.a., atingindo aproximadamente 303 TWh em 2030. Nos cenários Surfando a Marola, Pedalinho e Náufrago, as taxas médias de crescimento são, respectivamente, iguais a 5,1% a.a., 4,8% a.a. e 4,3% a.a..

Por incorporar premissas que levam em conta uma redistribuição de renda no sentido de reduzir as desigualdades atualmente existentes, observa-se um crescimento mais expressivo no cenário Na Crista da Onda. De fato, embora as famílias passem a adquirir os equipamentos mais eficientes do mercado neste cenário, o efeito renda obtido (face ao atual potencial de crescimento do consumo devido à demanda reprimida, sobretudo nas classes de menor renda) e o surgimento de uma nova geração de aparelhos eletrônicos, acabam por conduzir a um maior uso da energia elétrica nos domicílios.

A Figura 25 ilustra a evolução do consumo residencial médio em cada cenário. Cabe notar que, neste estudo, este indicador refere-se à razão entre o número de domicílios com iluminação elétrica e o total de domicílios. Por sua vez, são considerados apenas os domicílios ocupados, uma vez que as projeções de domicílios elaboradas para o Brasil (EPE, 2006a) referem-se somente a esta parcela de domicílios e, portanto, excluem a parcela de domicílios vagos, fechados e de uso ocasional. Por este motivo, o valor apresentado para o ano de 2005 apresenta-se um pouco inferior ao valor, para este ano, divulgado pelas estatísticas oficiais.²²

Figura 25 – Evolução do consumo residencial médio de energia elétrica por cenário Brasil, 2005-2030



O consumo residencial médio no cenário Na Crista da Onda atinge 308 kWh/domicílio/mês no ano de 2030. O crescimento expressivo da categoria outros,²³ que representa cerca de 6% do consumo residencial atual, será responsável por 43% do consumo deste setor em 2030, como ilustrado na Figura 26. Segundo ENERDATA (2003), este valor é equivalente à média de consumo nesta categoria²⁴ de um domicílio europeu.

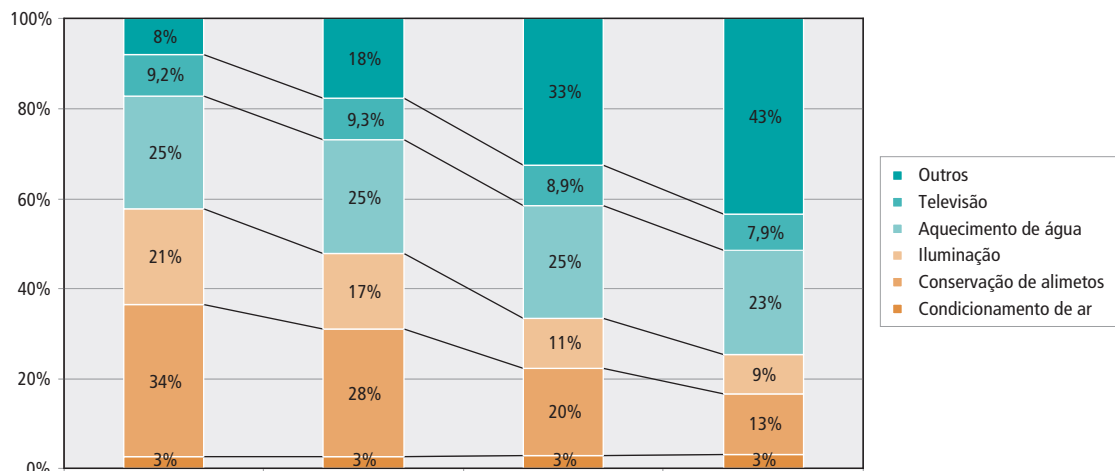
22 O valor realizado do consumo residencial médio no ano de 2005 foi de 143 kWh/domicílio/mês e corresponde à razão entre o consumo residencial faturado pelas concessionárias de energia elétrica e as unidades consumidoras correspondentes. (EPE, 2006d)

23 Inclui todos os equipamentos eletrodomésticos, exclusive: refrigerador, freezer, chuveiro elétrico, ar condicionado, lâmpadas e televisão.

24 Embora a categoria outros usos seja definida de forma ligeiramente diferente da classificação deste estudo ao incluir todos os equipamentos, exclusive: refrigerador, freezer, máquina de lavar roupa, máquina de lavar pratos, lâmpadas e televisão.

Portanto, o aumento desta categoria de consumo busca refletir ao final do horizonte a seguinte tendência verificada nos países desenvolvidos: por um lado, a redução da parcela consumida pelos equipamentos até então responsáveis pelos principais usos (refrigeradores e *freezers*, iluminação e televisores) e, por outro, o aumento da participação da categoria outros (na qual se inclui uma série de equipamentos eletro-eletrônicos).²⁵

Figura 26 – Evolução da estrutura de consumo de energia elétrica no setor residencial por uso final
Cenário Na Crista da Onda: 2005-2030
Brasil, 2005-2030



Portanto, a justificativa para a alteração da estrutura de consumo residencial apresentada neste estudo deve-se a fatores técnicos e comportamentais, quais sejam:

aumento da posse de eletro-eletrônicos, de um modo geral, inclusive daqueles pertencentes a uma nova geração de equipamentos;

alteração nas características de alguns equipamentos influenciando as decisões de compra do consumidor (refrigeradores de duas portas e *frost-free* passaram a ser preferíveis no lugar dos refrigeradores de uma porta, televisores de 29 polegadas preferíveis às de 20 polegadas etc.). O consumidor, de um modo geral, passará a preferir eletrodomésticos que combinem tecnologia digital e multimídia;

alterações nos hábitos de uso, e

aumento da eficiência técnica dos equipamentos.

A seguir são apresentadas as evoluções do consumo residencial entre os principais usos para os cenários Surfando a Marola (Figura 27), Pedalinho (Figura 28) e Náufrago (Figura 29).

25 Se, por um lado, individualmente apresentem relativamente baixa potência (considerando a potência em uso e no modo stand by), a crescente variedade e a maior quantidade de equipamentos eletroeletrônicos nas residências acabarão gerando, por outro lado, um aumento da participação do conjunto destes itens no consumo residencial total.

Figura 27 - Evolução da estrutura de consumo de energia elétrica no setor residencial por uso final
Cenário Surfando a Marola
Brasil, 2005-2030

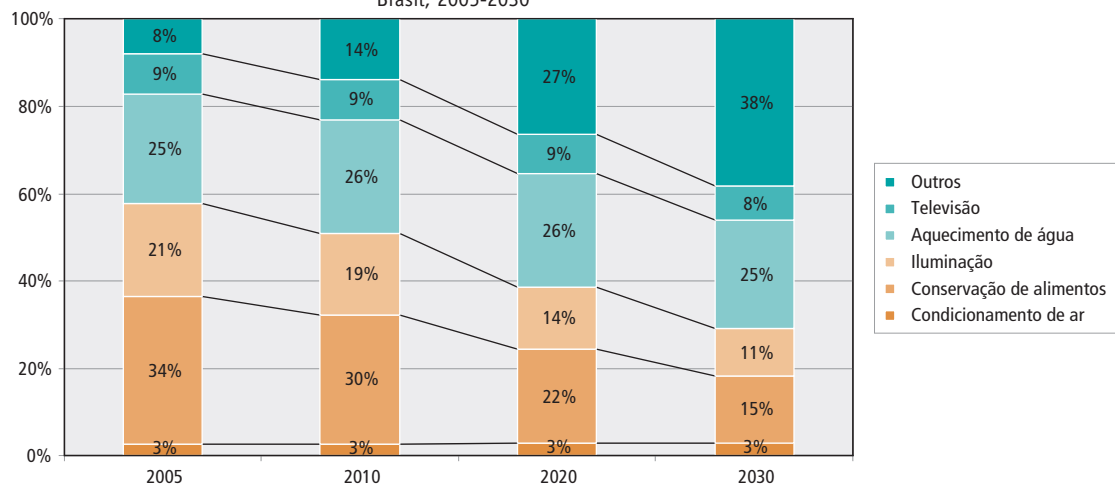


Figura 28 - Evolução da estrutura de consumo de energia elétrica no setor residencial por uso final
Cenário Pedalinho
Brasil, 2005-2030

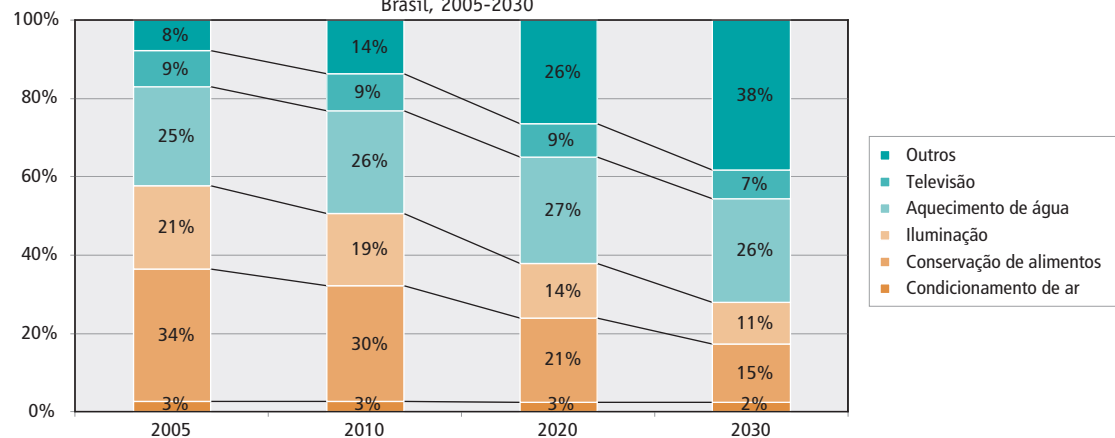
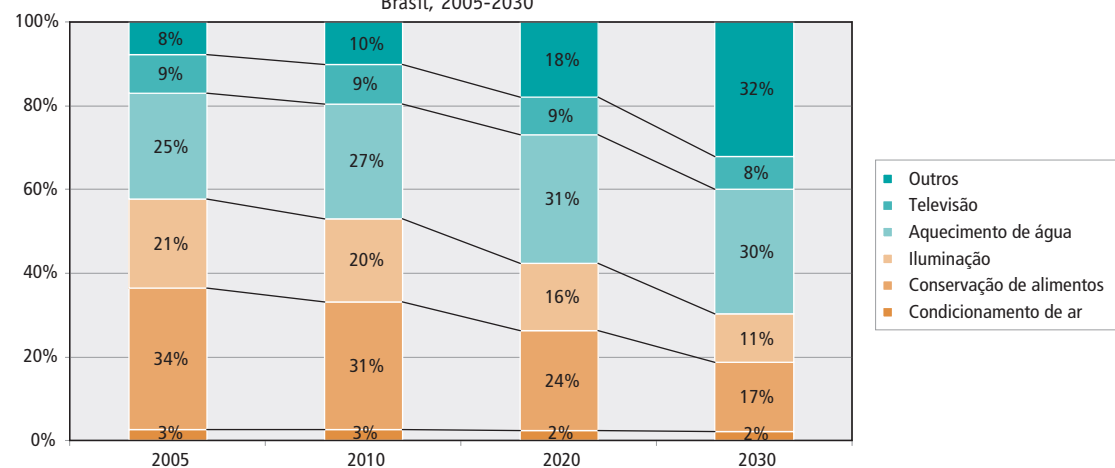


Figura 29 - Evolução da estrutura de consumo de energia elétrica no setor residencial por uso final
Cenário Náufrago
Brasil, 2005-2030



Agropecuário

Em função dos diferentes cenários de modernização estimados para a atividade agropecuária no país, registram-se diferentes taxas de crescimento da demanda por eletricidade devido a este setor, como se pode observar nos resultados apresentados na Tabela 40 e na Tabela 41. Além da modernização da atividade, deve-se destacar que a cada cenário se associam participações relativas distintas para o setor agropecuário, o que também explica estas diferenças.

Tabela 40 – Participação relativa do setor agropecuário na demanda total de eletricidade por cenário
Brasil, 2005 e 2030

Cenário	2005	2030
	Participação (%)	
A	4,3	4,6
B1	4,3	3,5
B2	4,3	3,3
C	4,3	2,9

Fonte: Compilado pela EPE.

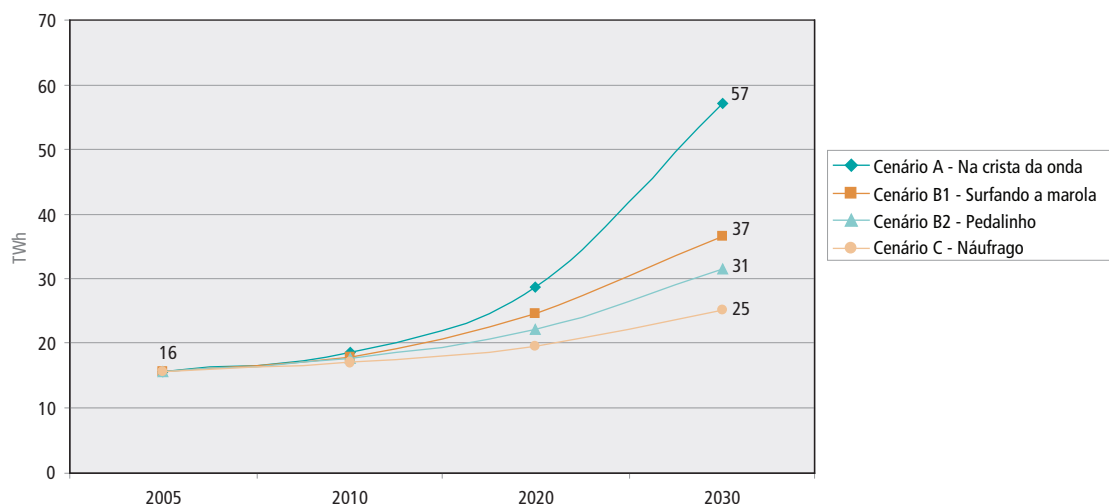
Tabela 41 – Consumo final de energia elétrica no setor agropecuário (TWh)
Brasil, 2005-2030

Cenário	2005	2010	2020	2030	Taxa média de crescimento (% a.a.)
A	15,7	18,5	28,8	57,2	5,3
B1	15,7	17,9	24,6	36,6	3,5
B2	15,7	17,7	22,1	31,5	2,8
C	15,7	17,1	19,6	25,1	1,9

Fonte: Compilado pela EPE.

Observando-se os resultados apresentados nas tabelas anteriores, a participação deste setor na demanda total de energia elétrica se estima entre 2,9 a 4,6% do total da demanda de eletricidade do país em 2030, ou seja, entre 25 e 57 TWh. Sua evolução é exibida graficamente na Figura 30.

Figura 30 – Evolução do consumo final de energia elétrica no setor agropecuário
Brasil, 2005-2030



6. Referências bibliográficas

ABRAVA [Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento]. Apresentação realizada no “Seminário de Tecnologias Energéticas do Futuro”. Curitiba (PR), 07 a 09 de maio de 2006.

Achão, C. C. L. “Análise da estrutura de consumo de energia pelo setor residencial brasileiro”. Tese MSc. COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro: 2003.

Alves, J. E. D., “As características dos domicílios brasileiros entre 1960 e 2002”. Textos para discussão, número 10, Escola Nacional de Ciências Estatísticas. 2004.

ANEEL [Agência Nacional de Energia Elétrica] 2006a. “Tarifas aos Consumidores Finais”. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br>. Acesso em jun/2006.

_____ 2006b. “Legislação Básica”. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/biblioteca.cfm?target=indexbas>. Acesso em mai/2006.

ANP [Agência Nacional do Petróleo]. Anuários estatísticos de anos diversos. Disponível em <http://www.anp.gov.br>. Acesso em junho/2006.

CCEE [Câmara de Comercialização de Energia Elétrica]. Resultados dos leilões. São Paulo. Disponível em: <http://www.ccee.org.br>. Acesso em julho/2006.

CEG [Companhia Estadual de Gás]. Comunicação pessoal. Rio de Janeiro: 2002.

ENERDATA. “Energy efficiency in the European Union 1990-2001”. *SAVE-ODYSSEE Project on Energy Efficiency Indicators*. June 2003.

EPE [Empresa de Pesquisa Energética] 2006a. “Cenários Econômicos Nacionais (2005-2030)”. Rio de Janeiro: 2006.

_____ 2006b. “Cenário Demográfico e de Domicílios (2005-2030)”. Rio de Janeiro: 2006.

_____ 2006c. “Resultados do Cálculo da Projeção de Demanda de Gás Natural no Mercado Primário (2006-2015)”. Rio de Janeiro: 2006.

_____ 2006d. “Estatística Mensal do Mercado Realizado fev/2006 - base: dez/2006”. Rio de Janeiro: 2006.

_____ 2006e. “Consumo Final e Conservação de Energia Elétrica (1970-2005)”. Rio de Janeiro: 2006.

EPE/MME [Empresa de Pesquisa Energética/Ministério de Minas e Energia]. “Balanço Energético Nacional 2005: Ano Base 2004”. Rio de Janeiro: 2005.

FDTE/MME [Fundação para o Desenvolvimento Tecnológico da Engenharia/Ministério das Minas e Energia]. “Balanço de Energia Útil 2005”. Brasília, 2005.

Frigoletto, E. M.. Perfil Demográfico atual do Brasil. 2004.

IBGE [Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística]. Censo Demográfico 2000 – Primeiros Resultados da Amostra. Rio de Janeiro: 2002.

_____. 2004a. Projeção da População do Brasil por Sexo e Idade para o período 1980-2050 – Revisão 2004 – Metodologia e Resultados. Rio de Janeiro: 2004.

_____. 2004b. Projeção da População Total Residente (Regiões Geográficas e Unidades da Federação) para o período 1980/2020. Rio de Janeiro: 2004.

_____. 2004c. Pesquisa Agrícola Municipal. Culturas Temporárias e Permanentes 2004. Rio de Janeiro: 2004.

_____. 2006a. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios - PNAD (vários anos). Disponível em <http://www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em Março/2006.

_____. 2006b. Censo Demográfico 1991. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em Março/2006.

_____. Estimativas Populacionais do Brasil, Regiões Geográficas, Unidades da Federação e Municípios, Metodologia Completa. Rio de Janeiro: 2002.

_____. Tendências Demográficas: Uma Análise dos Resultados da Sinopse Preliminar do Censo Demográfico 2000, Série Estudos e Pesquisas. Informação Demográfica e Socioeconômica, nº 6. Rio de Janeiro: 2001.

INMETRO [Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial]. 2006. Tabelas de consumo/eficiência energética. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/tabelas.asp> Acesso em Abril/2006.

MME [Ministério de Minas e Energia]. Disponível em: <http://mme.gov.br>. Acesso em Maio/2006.

OLIVEIRA, J.C. e FERNANDES, F., “Metodologia e considerações acerca da projeção da população do Brasil: 1980-2020.” 1996.

PROCEL [Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica]. “Catálogo Selo Procel 2005”. Rio de Janeiro: 2006.

PROCEL/PUC [Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica/Pontifícia Universidade Católica RJ]. “Pesquisa de Posse de Eletrodomésticos e Hábitos de Uso”. Segmento Residencial BT. Relatórios Técnicos. Rio de Janeiro: 2006.

Prunes, C. “Demografia e Emprego”. Rio de Janeiro: 2005.

Samuelson, R.D.; Taylor, M.S.. “Oil Price Assumptions for Energy Outlook – Discussion Paper”. Ministry of Economic Development. Nova Zelândia: 2005.

Schaeffer, R., Cohen, C., Almeida, M., Achão, C.; Cima, F. Energia e pobreza: problemas de desen-

volvimento energético e grupos sociais marginais em áreas rurais e urbanas do Brasil. Technical report prepared for División de Recursos Naturales e Infraestructura – CEPAL. Santiago do Chile, Chile: 2003.

Schaeffer, R.; Szklo, A. S.; Machado, G. V. (coords.). A Matriz Energética Brasileira 2003-2023. Relatório final. COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro: 2004.

Sebrae/RJ [Serviço de apoio às micro e pequenas empresas do estado do Rio de Janeiro]. Setor fiação e tecelagem. Projeto “conservação de energia nas pequenas e médias indústrias do estado do Rio de Janeiro”. Relatório final. Rio de Janeiro: 1997.

Soares, J. B.. “Potencial de conservação de energia e de mitigação das emissões de gases de efeito estufa para a indústria brasileira de cimento Portland”. Tese MSc. COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro: 1998.

Tolmasquim, M. T.; Szklo, A. S. (coords). Manual descritivo do modelo MIPE. COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro: 1997.

Tolmasquim, M. T.; Szklo, A. S. (coords.) “A matriz energética brasileira na virada do milênio”. ENERGE/PPE. Rio de Janeiro: 2000.

Tolmasquim, M. T.; Soares, J. B.; Roggia. Análise da competição entre gás natural e eletricidade em setores selecionados: indústria de alimentos e bebidas, editorial e gráfica e “shopping centers”. Relatório parcial. Projeto P&D - Convênio ANEEL/LIGHT/COPPE. Rio de Janeiro: 2001.

Participantes da Empresa de Pesquisa Energética – EPE

Coordenação Geral

Mauricio Tiomno Tolmasquim
Amílcar Guerreiro

Coordenação Executiva

James Bolívar Luna de Azevedo
Renato Pinto de Queiroz

Equipe Técnica

Agenor Gomes Pinto Garcia
Carla da Costa Lopes Achão
Cláudio Gomes Velloso
Emílio Hiroshi Matsumura
Jeferson Borghetti Soares
José Manuel Martins David
Ricardo Gorini de Oliveira

SUMÁRIO

1.	Introdução	233
2.	Evolução histórica do consumo de energia	233
2.1.	Consumo final de energia por fonte	233
2.2.	Consumo final de energia por setor.....	235
2.3.	Energia e economia.....	244
3.	Metodologia de projeção.....	247
3.1.	Descrição geral do processo de simulação	247
3.2.	Metodologia de estimação do consumo de energia	249
3.3.	Descrição dos módulos setoriais.....	251
4.	Premissas básicas	258
4.1.	Cenário demográfico e de domicílios	258
4.2.	Cenários econômicos.....	263
4.3.	Premissas setoriais	268
5.	Perspectivas de evolução do consumo de energia até 2030	305
5.1.	Economia e energia.....	305
5.2.	Perspectivas de evolução da demanda de energia por fonte	308
5.2.1.	Energia elétrica	309
5.2.2.	Gás natural	313
5.2.3.	Etanol e derivados de petróleo	314
5.2.4.	Outros agrupamentos energéticos	317
5.3.	Consumo de energia final por setor: desagregação por fonte	319
5.3.1.	Indústria	319
5.3.1.1.	Eletricidade.....	320
5.3.1.2.	Gás natural	322
5.3.1.3.	Derivados de petróleo	324
5.3.1.4.	Outros agrupamentos energéticos	325



SUMÁRIO

continuação

5.3.2. Comercial e público	326
5.3.2.1. Eletricidade.....	326
5.3.3. Residencial	328
5.3.3.1. Eletricidade.....	328
5.3.3.2. Gás natural	333
5.3.3.3. Gás liquefeito de petróleo	333
5.3.3.4. Lenha	334
5.3.4. Agropecuário.....	334
5.3.5. Transportes	335
5.3.5.1. Etanol e derivados de petróleo	336
5.3.5.2. Gás natural e combustíveis residuais	337
6. Referências bibliográficas.....	339

1. Introdução

O processo de elaboração de projeções para o consumo de energia, antes de mero exercício de previsão, pressupõe a construção de cenários que constituem uma avaliação dos possíveis futuros do panorama econômico e energético, com o fim precípua de fundamentar a definição e a escolha das estratégias mais apropriadas para o desenvolvimento do setor energético brasileiro diante de diferentes alternativas.

Planejar com o foco em um horizonte de longo prazo é uma tarefa bastante complexa, principalmente em um ambiente de rápidas mudanças, já que, mesmo para um grupo restrito de variáveis, o número de incertezas a se considerar é elevado. Torna-se essencial, portanto, que tal tarefa seja baseada principalmente na qualidade da análise, sem desconsiderar evidentemente o valor da boa utilização das ferramentas técnicas. Como consequência, os resultados obtidos dependem não somente das hipóteses econômicas e energéticas, de uma base de dados adequada, da qualidade da informação disponível e das visões de futuro estabelecidas, mas, sobretudo, do entendimento da complexa relação entre todos esses elementos.

Nesse contexto, são aqui apresentadas as trajetórias de consumo de energia e as respectivas condicionantes associadas a cada cenário, detalhando de forma relativamente simples, mas não menos rigorosa, os resultados consistentes com cada cenário delineado.

Portanto, ao avaliar as possíveis janelas de oportunidade e os eventuais obstáculos, este estudo permite uma profunda reflexão sobre os rumos do setor energético e, por conseguinte, torna-se mais nítido o papel do planejamento no seu pleno desenvolvimento.

Este documento é dividido em cinco capítulos, incluindo este primeiro de caráter introdutório. A retrospectiva histórica do consumo de energia no Brasil é mostrada no segundo capítulo. No terceiro capítulo, por sua vez, a metodologia adotada para a projeção é detalhada, sendo descrita a ferramenta utilizada para tal. No quarto capítulo são descritas as premissas básicas, divididas em premissas demográficas, econômicas e setoriais. Por fim, no quinto capítulo são apresentados os resultados da projeção da demanda de energia.

2. Evolução histórica do consumo de energia

Neste capítulo é apresentada a evolução histórica do consumo de energia no Brasil. Inicialmente, busca-se mostrar, de forma concisa, a evolução no uso das principais fontes no contexto nacional. Em seguida, é apresentada a evolução do uso da energia nos principais setores de consumo. Na terceira parte do capítulo, são analisadas as variações no tempo dos principais indicadores econômicos e energéticos.

■ 2.1. Consumo final de energia por fonte

Entre 1970 e 2004 ocorreram alterações na matriz energética nacional. A mais acentuada foi a perda de participação da lenha, que representava 46% do consumo final no país em 1970. No ano de 2004, no entanto, sua participação passou a representar apenas 8% do consumo. A representativa parcela da população que residia no campo contribuía para este elevado consumo, assim como seu baixo rendimento no uso, demandando quantidades elevadas de energia final para o atendimento dos requisitos de energia útil. O aumento da urbanização e o uso de fontes como o GLP e a energia elétrica modificaram este padrão. Outros energéticos, tais como bagaço de cana, energia elétrica, derivados de petróleo e gás natural, por outro lado, apresentaram

crescimentos nas suas participações relativas. Na Tabela 1 é apresentada a evolução do consumo final por fonte entre os anos selecionados.

Tabela 1 – Evolução do consumo final por fonte - (10³ tep)

Energético	1970	1980	1990	2000	2004
Gás natural	70	882	3.094	7.115	12.185
Carvão mineral	88	512	992	2.841	3.594
Lenha	28.345	21.862	15.636	13.627	15.752
Bagaço de cana	3.149	6.812	11.266	13.381	20.273
Outras fontes primárias renováveis	142	738	1.494	3.000	4.018
Gás de coqueria	250	668	1.229	1.247	1.342
Coque de carvão mineral	1.182	3.197	5.132	6.506	6.817
Electricidade	3.410	10.548	18.711	28.509	30.923
Carvão vegetal	1.590	4.272	6.137	4.814	6.353
Álcool etílico	310	1.673	6.346	6.457	6.961
Outras secundárias - alcatrão	60	178	225	219	224
Subtotal derivados de petróleo	23.510	53.038	57.334	84.234	82.688
Óleo diesel	5.393	15.701	20.944	29.505	32.657
Óleo combustível	6.600	16.210	9.709	9.500	6.431
Gasolina	7.446	8.860	7.485	13.319	13.642
Gás liquefeito de petróleo	1.367	3.043	5.688	7.844	7.182
Nafta	6	1.563	4.958	8.102	7.169
Querosene	1.138	2.190	2.190	3.242	2.450
Gás canalizado	132	227	280	85	0
Outras secundárias de petróleo	227	2.062	2.848	8.186	8.994
Produtos não-energéticos de petróleo	1.202	3.182	3.233	4.450	4.163
Total	62.106	104.382	127.596	171.949	191.128

Fonte: EPE/MME, 2005.

Conforme pode ser observado, o consumo final no país passou de 62.106 mil tep em 1970 para 191.128 mil tep em 2004. Um aumento de 208% em 34 anos, representando um crescimento médio de 3,4% a.a. Além dos ciclos de crescimento e dos períodos de estagnação econômica, o consumo final foi bastante influenciado pelos processos de industrialização e urbanização e pelas variações nos preços dos energéticos no mercado internacional.

No caso dos derivados de petróleo, o consumo em 1970 era de 23.510 mil tep, equivalente a 38% do consumo final. Ao longo do período, o consumo destes produtos aumentou aproximadamente 252%, chegando a 43% do consumo final. Este crescimento, no entanto, não foi uniforme ao longo do tempo, principalmente em função das crises de preços do petróleo no mercado internacional nos anos de 1973 e de 1979.

Com relação ao consumo de gás natural, pode-se afirmar que este era muito reduzido ao longo da década de 70. Destaca-se, como uma das principais causas, o fato de que neste período ainda não havia importação do energético. Além disso, no caso brasileiro o gás natural ocorre principalmente associado ao petróleo. A pequena produção nacional do energético contribuía para a baixa disponibilidade de gás. Além disso, em

função de não existir uma demanda própria que viabilizasse a comercialização, parte do gás existente era reinjetado nos poços ou queimado nas plataformas. Aumentos significativos do consumo ocorreram apenas a partir do início da década de 80, em função da descoberta e início de operação de algumas jazidas localizadas na Bacia de Campos, e no final dos anos 90, com o início da primeira etapa da operação do gasoduto Brasil-Bolívia (GasBol).

Nos casos da energia elétrica e do álcool etílico, entre 1970 e 2004 foram observados crescimentos muito acima da média dos demais energéticos. Para o primeiro, o crescimento do consumo foi de 6,7% a.a., enquanto para o segundo chegou a 9,6% a.a. As crises de preços do petróleo no mercado internacional, citadas anteriormente, contribuíram para essas taxas elevadas, pois na época a maior parte do consumo deste produto era oriunda de importações. A elevada dependência externa, impactando sobre a Balança Comercial, contribuiu muito para o crescimento das fontes alternativas de energia ao longo dos anos considerados. A necessidade de substituir recursos energéticos importados, com preços em alta no mercado internacional, gerou programas como o PROALCOOL e impulsionou a expansão da hidroeletricidade.

Com relação à energia elétrica, o alto crescimento foi puxado também pelo aumento da taxa de atendimento dos diversos setores da economia, por conta da expansão da capacidade instalada e da rede de distribuição, além do aumento da participação de indústrias eletro-intensivas. Por outro lado, em 2001 o país enfrentou séria crise no fornecimento de energia elétrica. O programa de racionamento implantado para fazer face a este problema caracterizou-se por um conjunto de medidas definidas pelo Governo Federal com a finalidade de administrar um período que se antevia extremamente crítico no que diz respeito ao suprimento de energia elétrica nas Regiões Sudeste/Centro-Oeste e Nordeste. O racionamento vigorou no período de 1º de junho de 2001 até 28 de fevereiro de 2002 nas regiões Sudeste/Centro-Oeste e Nordeste. Na Região Norte, o racionamento terminou no dia 1º de janeiro de 2002, tendo começado no dia 15 de agosto de 2001 para os grandes consumidores e no dia 20 de agosto para os demais consumidores (PRESIDÊNCIA, 2006).

O álcool etílico também apresentou comportamento similar ao observado para a energia elétrica. Apesar do forte crescimento do consumo entre os anos considerados, ocorreu uma forte crise de abastecimento no final da década de 80. Em função, principalmente, da redução dos preços do petróleo no mercado internacional e da relativa estagnação da produção de álcool nas usinas, a oferta não acompanhou o crescimento da demanda. Com a falta do energético nos postos de abastecimento, as vendas de veículos que utilizavam este energético ficaram bastante reduzidas. O consumo deste energético, no entanto, voltou a apresentar crescimento com o lançamento dos veículos que podem ser abastecidos tanto com álcool quanto com gasolina (veículos *flex fuel*).

■ 2.2. Consumo final de energia por setor

Na Tabela 2, a seguir, é apresentada a evolução do consumo final de energia dos principais setores no período compreendido entre 1970 e 2004. Conforme pode ser observado, em 1970 o setor residencial era o principal consumidor de energia no país, participando com 36% do total. A queda da participação do setor no consumo final, bem como a do Agropecuário, ocorreu simultaneamente ao aumento de outros setores. A indústria e o setor de transportes, por exemplo, apresentaram participações crescentes no período.

Tabela 2 - Evolução do consumo final de energia por setor - (10³ tep)

Identificação	1970	1980	1990	2000	2004
Consumo final	62.106	104.382	127.596	171.949	191.128
Consumo final não-energético	1.471	5.641	10.014	14.293	12.976
Consumo final energético	60.635	98.741	117.582	157.657	178.152
Setor energético	1.551	5.873	12.042	12.847	16.409
Residencial	22.076	20.957	18.048	20.688	21.357
Comercial	850	1.794	2.936	4.968	5.188
Público	417	1.158	1.732	3.242	3.273
Agropecuário	5.351	5.752	6.027	7.322	8.276
Transportes - total	13.192	25.715	32.964	47.385	51.432
Rodoviário	11.361	21.611	29.276	42.766	47.370
Ferrovário	531	689	633	511	646
Aéreo	712	1.735	1.967	3.182	2.402
Hidroviário	588	1.681	1.089	926	1.015
Industrial - total	17.198	37.491	43.523	61.204	72.217
Cimento	1.292	2.757	2.267	3.363	2.648
Ferro-gusa e aço	3.284	8.694	12.225	15.285	17.945
Ferro-ligas	99	502	945	1.182	1.563
Mineração e pelotização	263	1.254	1.289	2.312	2.642
Não-ferrosos e outros metálicos	455	1.718	3.344	4.365	5.298
Química	1.166	3.741	4.234	6.421	7.115
Alimentos e bebidas	5.710	8.132	8.346	12.514	17.599
Têxtil	784	1.147	1.212	1.124	1.186
Papel e celulose	934	2.664	3.612	6.206	7.299
Cerâmica	1.542	2.511	2.331	3.068	3.215
Outros	1.670	4.371	3.720	5.363	5.707
Consumo não-identificado	0	0	311	0	0

Fonte: EPE/MME, 2005.

A seguir é analisada com mais detalhe a evolução histórica da estrutura setorial de consumo de energia no país.

Setor industrial

Conforme pode ser observado na Tabela 3, o consumo energético do setor passou de 17.192 mil tep em 1970 para 72.217 mil tep em 2004, crescimento de 320% ou o equivalente a 4,3% a.a. A participação do setor passou de 28% para 38%, reflexo do processo de industrialização pelo qual passou o país ao longo do período.

Alguns energéticos como o óleo combustível, o querosene e o gás canalizado apresentaram reduções nos consumos ao longo do tempo. Para todos os demais ocorreram crescimentos, embora as participações tenham variado bastante.

A queda da participação do óleo combustível, principal energético utilizado no segmento em 1970, está associada principalmente ao crescimento do uso de outras fontes. Observa-se o deslocamento desse energético nas indústrias e o crescimento da utilização da energia elétrica e do gás natural. O incentivo à eletro-

termia no início da década de 80 e o aumento da produção nacional de gás natural, bem como o início das importações da Bolívia, provocaram tal processo de substituição.

Tabela 3 - Evolução do consumo de energéticos na indústria - (10³ tep)

Identificação	1970	1980	1990	2000	2004
Gás natural	3	319	1.376	3.867	6.663
Carvão mineral	72	491	986	2.841	3.594
Lenha	4.124	3.493	5.388	5.344	5.478
Bagaço de cana	3.060	4.799	4.560	7.858	12.812
Outras fontes primárias renováveis	142	738	1.494	3.000	4.018
Óleo diesel	327	381	319	524	706
Óleo combustível	5.205	13.003	6.771	7.077	4.426
Gás liquefeito de petróleo	44	197	162	871	544
Nafta	0	33	0	0	0
Querosene	33	138	58	19	11
Gás de coqueria	164	502	890	932	1.037
Gás canalizado	3	11	27	1	0
Coque de carvão mineral	1.173	3.197	5.132	6.506	6.817
Eleticidade	1.679	5.865	9.657	12.614	14.797
Carvão vegetal	1.101	3.362	5.430	4.337	5.778
Outras secundárias de petróleo	45	853	1.112	5.337	5.487
Outras secundárias - alcatrão	18	58	115	77	50
Total	17.192	37.441	43.478	61.204	72.217

Fonte: EPE/MME, 2005.

É importante destacar que a dinâmica dos segmentos que compõem o setor industrial contribuiu para as modificações na estrutura de consumo de energia no período. Setores mais intensivos em energia, como os segmentos de ferro gusa e aço, papel e celulose, não ferrosos e outros da metalurgia, e ferro ligas apresentaram forte expansão no período.

No caso da indústria de ferro gusa e aço, o consumo passou de 3.284 mil tep em 1970 para 17.945 mil tep em 2004. Este crescimento reflete tanto o aumento da produção das usinas já instaladas quanto a construção de novas unidades. O I Plano Nacional Siderúrgico (PNS), lançado no início da década de 70, tinha como objetivo principal aumentar a capacidade de produção de aço de 6 milhões de toneladas/ano em 1970 para 20 milhões de toneladas/ano em 1980. Em 2004, após 34 anos, apenas a produção já foi da ordem de 32,9 milhões de toneladas (EPE, 2005).

A indústria de papel e celulose apresentou comportamento semelhante. O consumo de energia cresceu 6,2% a.a. ao longo do período analisado, passando de 934 mil tep para 7.299 mil tep. Em 1970 a produção de papel e de celulose foi da ordem de 1.311 mil toneladas. Em 2004 atingiu 17.749 mil toneladas.

O segmento de não-ferrosos e outros da metalurgia mostra evolução equivalente. O consumo passou de 455 mil tep em 1970, para 5.298 mil tep em 2004, crescimento de 7,5% ao ano. Neste segmento estão incluídos diversos produtos, tais como alumínio, chumbo, cobre, estanho, níquel e zinco. Destaca-se, em função do elevado consumo, a produção de alumínio. Este produto, no Brasil, apresentou uma grande expansão a partir da década de 80, com a instalação das unidades de produção da Albrás em 1985 e da Alumar em 1984.

Em 2004 a produção de alumínio primário foi de 1.457,4 mil toneladas. Já a produção total do segmento foi de 4.857 mil toneladas.

O consumo de energia da indústria de ferro-ligas também cresceu de forma acentuada no período, apresentando o maior aumento dentre todos os segmentos do setor industrial: 8,5% a.a. O consumo passou de 99 mil tep para 1.563 mil tep ao longo do período. Este segmento engloba as unidades de produção de ligas de ferro e carbono com a adição de outros elementos mais nobres, tais como: cromo, níquel, estanho, molibdênio, nióbio etc. A produção no ano de 2004 foi de 1.119 mil toneladas.

Setor residencial

Os principais energéticos utilizados no setor residencial são basicamente: lenha, energia elétrica, gás liquefeito de petróleo (GLP), gás canalizado (manufaturado), gás natural, querosene e carvão vegetal, conforme pode ser observado na Tabela 4. Os principais usos desses combustíveis são para cocção, aquecimento de água, condicionamento de ar e iluminação. A lenha ainda ocupa um lugar de destaque, representando 38% do consumo de energia final do setor no ano de 2004. Entretanto, em 1970 este valor era de 86%. Desde então o seu uso se reduziu devido, principalmente, à entrada do GLP que, por suas características físico-químicas, apresenta grande vantagem em relação aos combustíveis líquidos e sólidos. É importante destacar, no entanto, que a partir de 2001 o consumo de lenha voltou a crescer, em função do racionamento de energia elétrica e do aumento do preço do GLP. Este foi um movimento conjuntural, ressalta-se, de reversão da tendência histórica de queda.

Tabela 4 - Evolução do consumo de energéticos no setor residencial - (10³ tep)

Identificação	1970	1980	1990	2000	2004
Gás natural	0	0	4	100	181
Lenha	19.070	14.974	7.960	6.570	8.074
Gás liquefeito de petróleo	1.297	2.728	4.988	6.325	5.828
Querosene	447	296	128	36	13
Gás canalizado	86	93	91	60	0
Eleticidade	719	2.000	4.184	7.188	6.758
Carvão vegetal	437	830	639	409	503
Total	22.058	20.921	17.994	20.688	21.357

Fonte: EPE/MME, 2005.

Setor agropecuário

Conforme pode ser observado na Tabela 5, o setor agropecuário consumiu em 1970 cerca de 5.351 mil tep, o que representava 9% do consumo final energético do país. Passados 34 anos e apesar do processo de mecanização ocorrido no setor, associado ao grande crescimento da produção agrícola, o consumo passou para apenas 8.274 mil tep. Isto representa um crescimento de 1,3% a.a., bem inferior à taxa média de 3,4% a.a. observada para o consumo final do país. Observa-se, assim, que o uso de energéticos com maior rendimento de utilização contribuiu para a eficientização do setor.

Tabela 5 - Evolução do consumo de energéticos no setor agropecuário - (10³ tep)

Identificação	1970	1980	1990	2000	2004
Lenha	4.901	3.232	2.169	1.638	2.130
Óleo diesel	393	2.218	3.246	4.452	4.767
Óleo combustível	11	116	26	106	71
Gás liquefeito de petróleo	0	0	1	16	20
Querosene	0	2	0	0	0
Eleticidade	27	175	573	1.105	1.281
Carvão vegetal	19	10	12	5	6
Total	5.351	5.752	6.027	7.322	8.274

Fonte: EPE/MME, 2005.

Em 1970, a lenha representava 91,6% do consumo final do setor. A participação do segundo energético mais utilizado, o óleo diesel, correspondia a apenas 7,3%. Os demais, juntos, não representavam mais que 1,1% do consumo. Em 2004, observa-se que as utilizações da lenha e do carvão vegetal, este último em importância bem menor, foram reduzidas. No caso da lenha ocorreu uma queda de 56,5% no consumo, deixando de ser o principal energético utilizado. O uso do óleo diesel e da energia elétrica, por outro lado, aumentou de forma acentuada. No caso do primeiro, o consumo foi equivalente a 4.767 tep, correspondendo a um crescimento da ordem de 7,6% a.a. Já o crescimento do uso do segundo foi ainda superior, 12,0% a.a., embora sua utilização ainda fosse muito reduzida em 1970.

Setor comercial

O setor comercial é bastante heterogêneo, composto por empresas do comércio propriamente dito, de comunicações, instituições financeiras, Serviços Industriais de Utilidade Pública (SIUP) menos geração elétrica, setor financeiro, hotéis, supermercados, padarias, hospitais, entre outros.

A energia elétrica representava 59% do consumo de energia final do setor em 1970 e evoluiu para 81% em 2004. Em relação aos outros combustíveis, pouca coisa mudou. O GLP ganhou bastante mercado pelos mesmos motivos apresentados no setor residencial. O gás natural também vem ganhando mercado com a ampliação da rede de distribuição nos grandes centros urbanos e com a implementação de cogeração nos hotéis, hospitais e shopping centers. A Tabela 6 mostra as evoluções dos consumos dos principais energéticos no setor.

Tabela 6 - Evolução do consumo de energéticos no setor comercial - (10³ tep)

Identificação	1970	1980	1990	2000	2004
Gás natural	0	0	1	69	216
Lenha	191	155	115	75	71
Óleo diesel	64	24	39	67	103
Óleo combustível	80	227	288	354	142
Gás liquefeito de petróleo	23	103	338	217	284
Gás canalizado	10	18	25	18	0
Eleticidade	443	1.187	2.048	4.084	4.307
Carvão vegetal	32	65	53	63	66
Outros derivados de petróleo	0	0	0	21	0
Total	844	1.778	2.906	4.968	5.188

Fonte: EPE/MME, 2005.

Setor de transportes

O consumo final do setor de transportes cresceu 290% entre 1970 e 2004, uma taxa média de 4% ao ano, conforme pode ser observado na Tabela 7. O consumo passou de 13.192 mil tep em 1970 para 51.432 mil tep em 2004.

Tabela 7 - Evolução do consumo de energéticos no setor de transportes - (10³ tep)

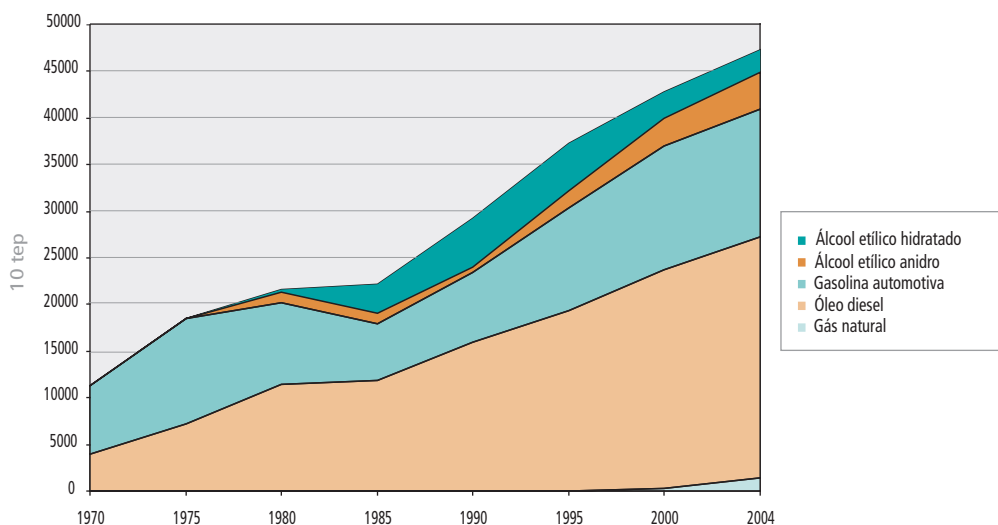
Identificação	1970	1980	1990	2000	2004
Gás natural	0	0	2	275	1390
Carvão vapor	16	22	5	0	0
Lenha	43	3	2	0	0
Óleo diesel	4.511	12.687	16.828	24.090	26.810
Óleo combustível	387	989	766	648	700
Gasolina automotiva	7.369	8.788	7.436	13.261	13.596
Gasolina de aviação	77	72	48	58	47
Querosene	635	1.663	1.918	3.124	2.355
Eleticidade	56	71	103	107	89
Álcool etílico	98	1.422	5.855	5.820	6.445
Álcool etílico anidro	98	1.203	650	3.046	3.979
Álcool etílico hidratado	0	219	5.205	2.774	2.466
Outras secundárias de petróleo	0	0	0	0	0
Total	13.192	25.715	32.964	47.385	51.432

Fonte: EPE/MME, 2005.

Neste setor, o modal rodoviário é o mais importante em termos de consumo de energia, pois representa atualmente 92% do setor. Contribui para tal o fato deste modal ser a base do transporte de passageiros e de carga no Brasil. Essa característica fica ainda mais evidente quando se observa a participação do óleo diesel no total do consumo final de energia do setor: 52%. Este energético é utilizado basicamente na frota de ônibus e de caminhões, com uma pequena parcela consumida por veículos utilitários.

A Figura 1 apresenta a evolução do consumo dos principais energéticos no transporte rodoviário, são eles: óleo diesel, gasolina automotiva, álcool anidro, álcool hidratado e gás natural veicular (GNV), sendo que a gasolina automotiva e o álcool anidro são misturados para compor a gasolina C. Conforme pode ser observado, houve uma queda expressiva no consumo de gasolina automotiva na década de 1980, período do auge do PROALCOOL. Observa-se, também, um aumento do consumo de GNV no final da década de 1990, fruto da maior disponibilidade deste energético e do incentivo por parte de alguns governos estaduais à conversão dos motores.

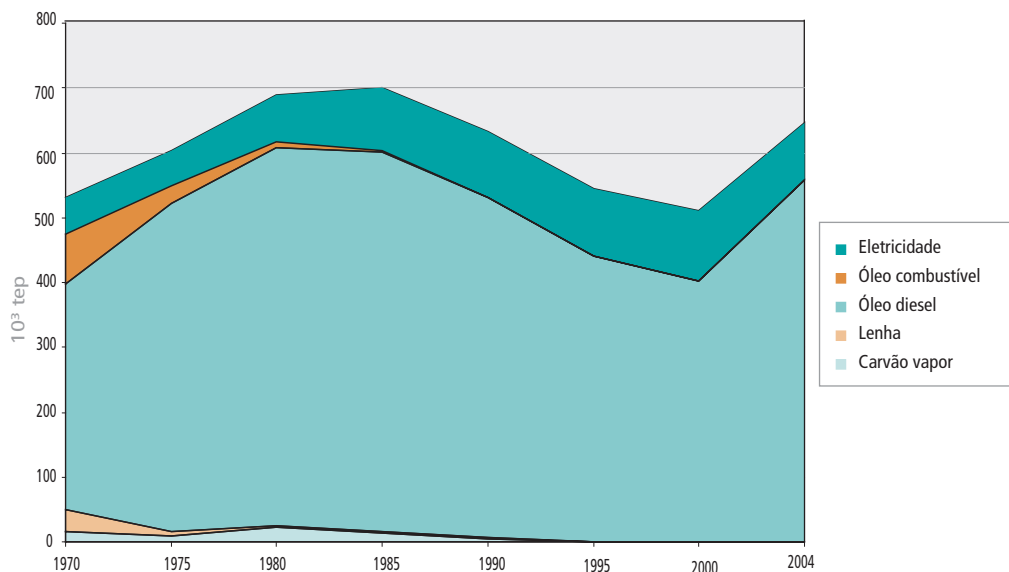
Figura 1 - Evolução do consumo de energéticos no transporte rodoviário



Fonte: EPE/MME, 2005.

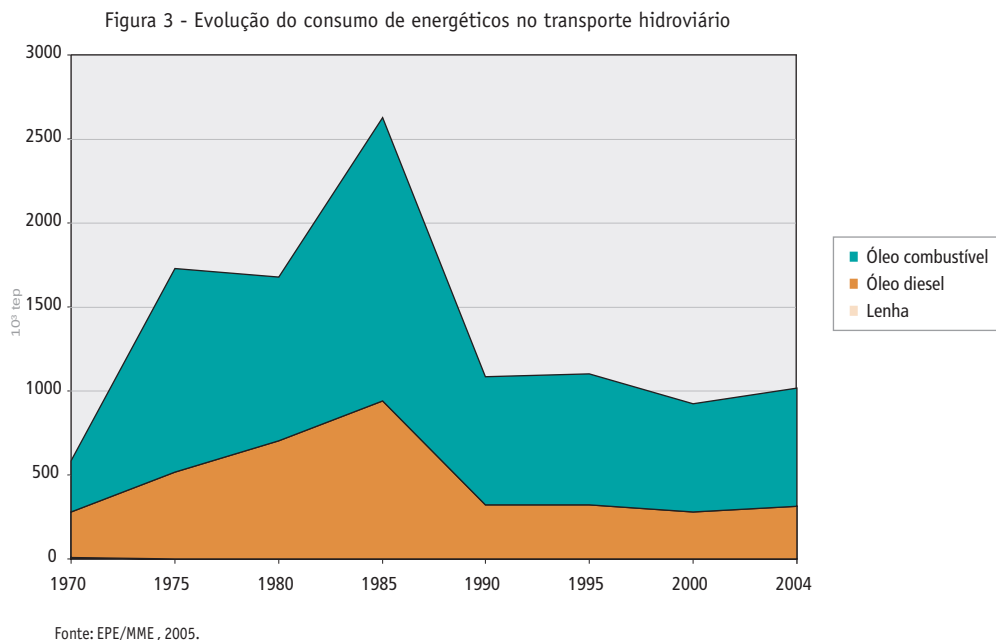
Para o transporte de cargas, o modal ferroviário é o segundo mais utilizado no país. Para o transporte de passageiros, no entanto, esse modal é muito pouco utilizado, existindo somente em grandes centros urbanos como São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte, Recife, entre outros. A figura a seguir apresenta a evolução do consumo de energia do modal ferroviário no período 1970-2004. Os dados levam a concluir que a partir de 1990, a demanda de energia final passou a ser atendida somente por óleo diesel, para o transporte de carga, e energia elétrica para o transporte de passageiros.

Figura 2 - Evolução do consumo de energéticos no transporte ferroviário



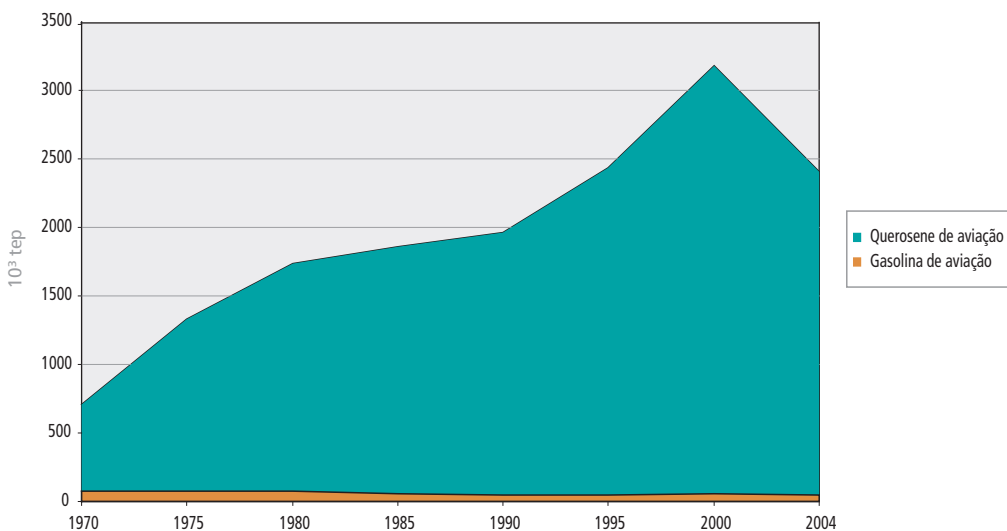
Fonte: EPE/MME, 2005.

No transporte hidroviário o consumo energético é suprido apenas pelo óleo diesel e pelo óleo combustível. A Figura 3, a seguir, mostra a evolução do consumo no período 1970-2004, onde aparece, ainda, um pequeno consumo de lenha nos primeiros anos considerados. Atualmente, o consumo de energia do modal representa apenas 2% do total do setor de transportes.



O consumo energético do modal aéreo também é pouco expressivo na matriz do setor de Transportes, representando apenas 5% da demanda. O setor consome basicamente querosene (QAv) e gasolina de aviação. Este último pouco expressivo, consumido apenas pelas aeronaves de pequeno porte. A figura a seguir mostra a evolução dos consumos desses energéticos entre 1970 e 2004.

Figura 4 - Evolução do consumo de energéticos no transporte aéreo



Fonte: EPE/MME, 2005.

Setor público

No setor público o principal energético utilizado é a eletricidade, participando com 79% do consumo total do setor. Em 1970 foram utilizados 306 mil tep desse energético, atingindo 2.588 mil tep em 2004. Os consumos de derivados de petróleo e de gás natural, por outro lado, apresentam participações reduzidas: 19,5% e 1,5%. A Tabela 8, a seguir, mostra a evolução dos consumos dos energéticos no setor entre 1970 e 2004.

Tabela 8 - Evolução do consumo de energéticos no setor público - (10³ tep)

Energético	1970	1980	1990	2000	2004
Gás natural	0	0	2	7	48
Lenha	15	6	2	0	0
Óleo diesel	42	144	82	118	125
Óleo combustível	31	91	54	234	53
Gás liquefeito de petróleo	2	16	17	369	460
Querosene	16	2	1	0	0
Gás canalizado	3	3	5	3	0
Eletricidade	306	893	1.559	2.510	2.588
Carvão vegetal	0	4	3	0	0
Outros derivados de petróleo	0	0	4	0	0
Total	417	1.157	1.729	3.242	3.273

Fonte: EPE/MME, 2005.

Setor energético

De acordo com a classificação do Balanço Energético Nacional, o consumo final do setor Energético é composto pelo consumo de energia final nos campos de extração de petróleo e gás natural; nas minas de carvão mineral; nas refinarias de petróleo; nas unidades de processamento de gás natural (UPGN); nas centrais elétricas de serviço público e autoprodutoras; nas coquearias; nas destilarias; nas carvoarias e nas outras transformações.

A demanda por energia final é atendida por gás natural, bagaço de cana, óleo diesel, óleo combustível, GLP, nafta, querosene, gás de coqueria, gás canalizado, coque de carvão mineral, alcatrão, eletricidade e outras fontes secundárias derivadas do petróleo (ou simplesmente, outras secundárias de petróleo). A evolução do consumo no período 1970-2004 é apresentada na Tabela 9, a seguir.

Tabela 9 - Evolução do consumo de energéticos no setor energético - (10³ tep)

Identificação	1970	1980	1990	2000	2004
Gás natural	65	165	814	2.066	2.948
Bagaço de cana	89	2.013	6.707	5.523	7.461
Óleo diesel	56	247	429	253	148
Óleo combustível	885	1.785	1.655	1.080	1.040
Gás liquefeito de petróleo	0	0	20	46	46
Nafta	0	0	0	4	0
Querosene	0	0	3	1	0
Gás de coqueria	86	166	340	315	304
Gás canalizado	0	0	0	4	0
Coque de carvão mineral / alcatrão	10	0	0	0	0
Eletricidade	179	359	588	901	1.102
Outras secundárias de petróleo	181	1.138	1.485	2.656	3.361
Total	1.551	5.873	12.041	12.847	16.409

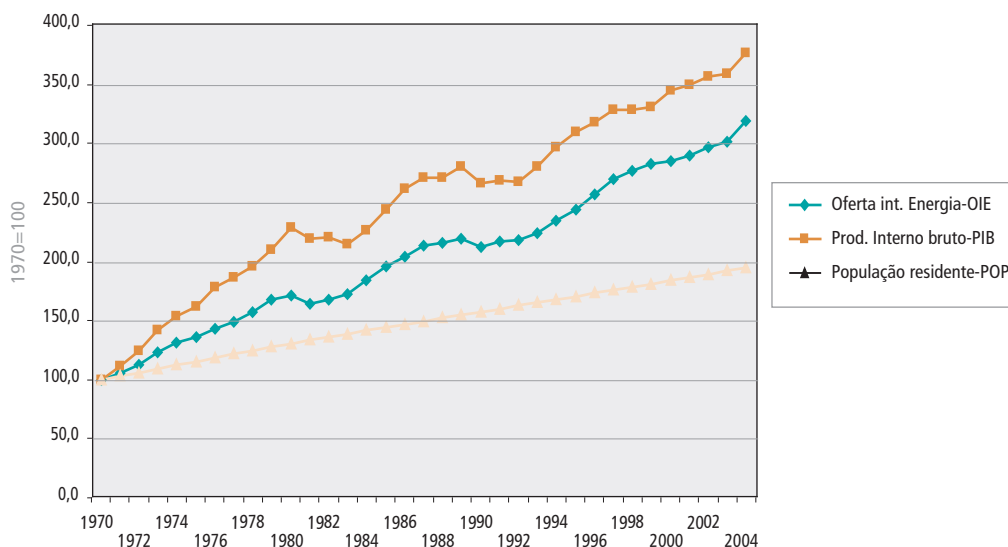
Fonte: EPE/MME, 2005.

O bagaço de cana-de-açúcar é a fonte mais demandada, representa 45% do consumo do setor. A segunda fonte mais demandada no setor são as outras secundárias de petróleo que são consumidas nas próprias refinarias, representando 20% da demanda de energia final. A evolução do consumo desta fonte acompanha a evolução da produção de derivados de petróleo. Deve-se destacar que, o consumo de gás natural no setor vem também aumentando bastante, acompanhando o crescimento do processamento do próprio produto e da extração de petróleo. Desde 1999 o energético é o terceiro mais demandado, superando o óleo combustível, que até 1977 era a fonte mais consumida.

■ 2.3. Energia e economia

Em 1970, o Brasil apresentava um Produto Interno Bruto - PIB de cerca de US\$161 bilhões, gerados por 93 milhões de habitantes, tendo estes sido atendidos por uma Oferta Interna de Energia – OIE equivalente a 66,9 milhões de tep. Em 34 anos todos esses indicadores apresentaram forte crescimento, conforme figura 5, a seguir. Ao final do período considerado, o PIB, a população e a OIE atingiram US\$604,7 bilhões, 181,6 milhões de habitantes e 213,4 milhões de tep, respectivamente (EPE/MME, 2005).

Figura 5 - Evolução da OIE, do PIB e da população entre 1970 e 2004



De acordo com a Figura 5, as curvas do PIB e da OIE apresentam variações comuns ao longo do tempo, mostrando comportamentos muito similares, embora em escalas diferentes. De fato, entre 1970 e 2004 o contexto econômico e as ocorrências no âmbito do sistema energético guardaram uma forte relação de dependência e causalidade. Se, em alguns momentos, os planos econômicos e as crises externas impactaram o consumo energético, em outros, como na época do racionamento de energia, foi o sistema energético que alterou os padrões de crescimento econômico previstos.

Deve ser frisado, no entanto, que as perturbações geradas por fatos econômicos foram muito mais frequentes que as de natureza energética. No grupo das primeiras destacaram-se os Planos Cruzado e Cruzado II em 1986, o Plano Bresser em 1987, o Plano Verão em 1989, os Planos Collor I e Collor II em 1990, o Plano Real em 1994 e, por fim, a crise financeira internacional no final da década de 90, com suas conseqüências na economia interna. As perturbações ligadas, em um primeiro momento, ao setor energético foram menos frequentes, podendo ser citadas as crises de 1973 e 1979, quando os preços do petróleo no mercado internacional aumentaram fortemente; a crise do PROALCOOL no final da década de 80, e o racionamento de energia em 2001. Neste contexto, a sucessão de períodos de maior ou menor estabilidade, principalmente até o final da década de 90, acaba sendo refletida em indicadores como os mostrados na Figura 5.

Um parâmetro interessante para analisar os comportamentos do consumo de energia e da economia é a elasticidade-renda da demanda. Na Tabela 10 são apresentados os dados relativos à elasticidade-renda¹ da demanda por energia e a da demanda por energia elétrica por décadas.

1 A elasticidade-renda da demanda por energia (energia elétrica) corresponde à variação do consumo de energia (eletricidade) sobre a variação do PIB no período correspondente.

Tabela 10 - Elasticidades-renda da demanda por energia e por energia elétrica

Período	1971-1980	1981-1990	1991-2000	2001-2005
Energia	0,54	0,82	1,21	1,29
Energia Elétrica	1,39	3,53	1,62	1,15

Nota: os consumos de energia e energia elétrica não incluem o consumo do setor energético

Fonte: EPE, 2005.

Denota-se por estes dados que, relativamente ao crescimento do PIB, o consumo de energia elétrica foi superior ao consumo global de energia em todos os períodos, com exceção do último quinquênio. Conforme pode ser observado, na década de 70, as variações no consumo de energia elétrica ocorreram segundo taxas um pouco superiores às do PIB, enquanto as variações da energia ficaram abaixo. Na década de 80, ocorreu um descolamento maior entre o consumo de energia elétrica e a economia por conta menos do baixo crescimento econômico desta década do que pelos seguintes fatores energéticos: penetração da energia elétrica, implantação de indústrias eletro-intensivas e pela substituição de derivados de petróleo por energia elétrica e de processos eletro-intensivos. O processo de substituição de importações de petróleo por fontes nacionais, principalmente energia elétrica, resultou em uma expansão do consumo deste energético bem superior ao crescimento econômico. Na década de 90, os efeitos da distribuição de renda provocada pelo Plano Real impulsionaram as vendas de eletrodomésticos e, conseqüentemente, o consumo de eletricidade. Por fim, no quinto período, no último quinquênio, a elasticidade reflete os efeitos do racionamento de energia elétrica iniciado em 2001. A queda no consumo deste energético nos primeiros anos foi compensada pela maior estabilidade nos anos subseqüentes.

Uma outra forma de avaliar a relação entre a economia e o sistema energético é a partir da desagregação setorial.

A Tabela 11 apresenta a evolução da intensidade energética total e das intensidades energéticas setoriais.

Tabela 11 - Evolução da intensidade energética total

	1970	1980	1990	2000	2005
Consumo Final Energético ¹ (milhões de tep)	59,1	92,8	105,5	144,8	165,0
PIB (US\$ bilhões de 2005)	205,6	470,6	550,2	714,6	796,3
Intensidade Energética (tep/US\$ mil de 2005)	0,287	0,197	0,192	0,203	0,207

Nota: 1 – Exclusive Setor Energético

Fonte: EPE/MME, 2005.

Nota-se que a intensidade energética entre 1970 a 2005 cai, embora a evolução por década indique uma reversão na queda após a década de 70, marcada por acentuado crescimento econômico. Nos anos seguintes, com a economia apresentando um desempenho econômico menos favorável, houve uma ligeira elevação da intensidade energética, porém não suficiente para reverter aos níveis observados no início da década de 70.

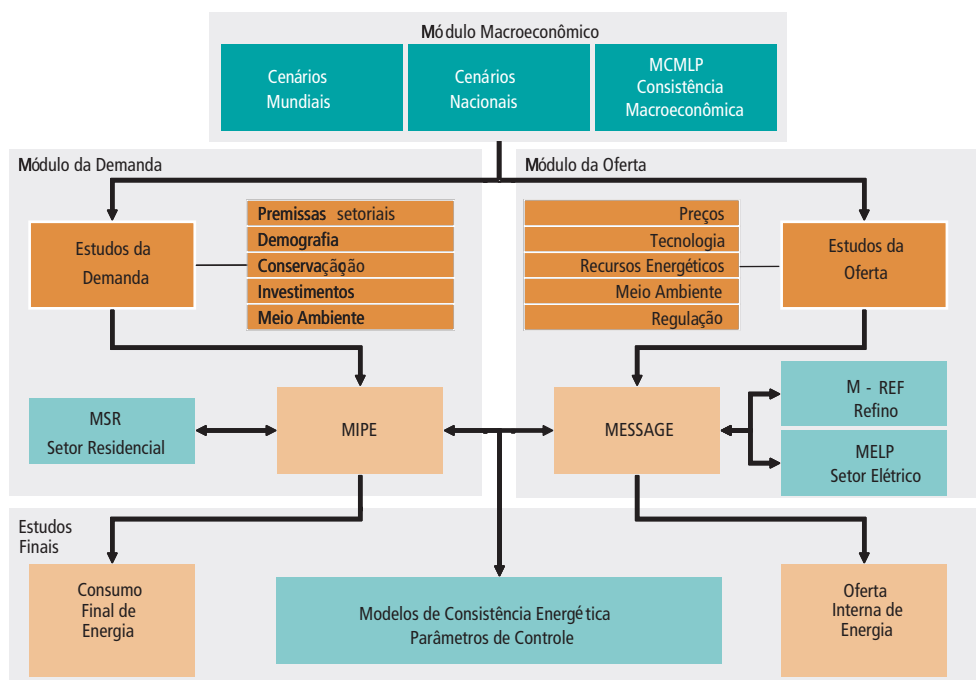
3. Metodologia de projeção

Neste capítulo é apresentada a descrição da metodologia utilizada nos estudos de projeção da demanda final de energia no Brasil para os próximos 25 anos.

3.1. Descrição geral do processo de simulação

A estimativa do consumo de energia final no longo prazo corresponde a uma etapa do processo de planejamento de longo prazo do setor energético, como ilustrado na Figura 6.

Figura 6 – Representação do processo de planejamento de longo prazo do setor energético



Essencialmente, o nível de demanda de energia depende de aspectos relacionados tanto ao padrão de desenvolvimento do país bem como à intensidade deste crescimento. Assim, este nível depende de fatores tais como:

- 1- A necessidade social de energia, função dos padrões de consumo da população - ou seja, do tipo de bens demandados pela mesma - bem como do nível absoluto em que se estabelece esta demanda;
- 2- A estrutura agroindustrial do país ao longo do tempo, que se correlaciona ao tipo de bens/produtos demandados pela sociedade, bem como com as estratégias de mercado adotadas pelos grupos industriais, com relação aos mercados de exportação e o tipo de produto exportado;
- 3- O perfil de expansão do setor de comércio/serviços para atendimento da demanda de bens/serviços por parte da população, cuja distribuição de renda e padrões de consumo define esta demanda.

Por sua vez, a evolução dos aspectos acima citados, no longo prazo, é sujeita a uma série de incertezas, o que acaba por gerar várias trajetórias possíveis, de modo que o tratamento mais conveniente desta avaliação

envolve a elaboração de cenários econômicos e energéticos, de modo a apreender os limites dos impactos advindos destas possíveis trajetórias.

A quantificação consistente destes cenários estabelecidos gera, por sua vez, parâmetros qualitativos e quantitativos da economia, a partir do qual derivarão diferentes implicações para o consumo de energia no longo prazo. Em termos metodológicos, além do efeito relacionado ao ambiente econômico no qual se inserem os consumidores de energia, também importa o padrão como este uso de energia final se processa, o que é apreendido através da formulação das premissas setoriais específicas e de hipóteses de penetração de alternativas eficientes do uso de energia. A quantificação destes efeitos, por em nível absoluto sua vez, permite a obtenção da demanda de energia total e o perfil desta demanda, ou seja, que tipo de energético ganha importância em cada cenário. Por exemplo, num cenário onde o crescimento da produção de cana-de-açúcar se apresente maior relativamente às demais fontes energéticas,² o resultado óbvio é o crescimento relativo de sua participação.

Para a estimativa de evolução da demanda de energia utilizou-se como ferramenta de simulação o Modelo Integrado de Planejamento Energético - MIPE, desenvolvido no Programa de Planejamento Energético da COPPE em 1997. No caso específico do setor residencial, a quantificação seguiu o modelo adotado em Achão (2003) e Schaeffer *et al.* (2004).

O MIPE é um modelo técnico-econômico de projeção de demanda e de oferta de energia e de emissões de CO₂ advindos do uso de energia. O modelo permite avaliar a implicação de cenários prospectivos de padrões de uso da energia e estilos de desenvolvimento nas trajetórias de demanda e de oferta de energia projetadas para o Brasil para o horizonte de análise. Sua escolha como modelo de projeção balizou-se principalmente na abertura setorial disponível para estimativa de consumo de energia e por sua utilização em trabalhos anteriores com o mesmo escopo.³

Quanto à alimentação de informações necessárias às projeções de demanda final de energia, esta se dá a partir de resultados de estudos específicos, tais como o relatório de Cenários Econômicos Nacionais 2005-2030 e o de Cenário Demográfico e de Domicílios 2005-2030 (EPE, 2006a e 2006b). Ademais, a consulta a literatura técnica especializada é outro insumo utilizado no estabelecimento das premissas setoriais de consumo de energia no longo prazo.

Os resultados apresentados neste estudo formam um conjunto de projeções preliminares da demanda de energia para o horizonte de 2030 que subsidiarão os estudos de oferta, gerando, por sua vez, as projeções finais de consumo de energia (vide novamente a Figura 6). Este processo iterativo entre a demanda de energia e a estrutura de oferta para atendimento da mesma pode ser compreendida pela necessidade de estudos para determinação da disponibilidade de energia, considerando alternativas tais como os recursos/reservas disponíveis, importação e necessidade de instalações energéticas para atender à demanda projetada. A partir deste levantamento, e da conseqüente definição das possibilidades disponíveis de oferta, que definem também o preço relativo das fontes energéticas, deve-se conferir se a demanda potencial se mantém coerente com o ambiente de oferta definido. Além disso, a utilização de parâmetros de controle para fins de comparação dos resultados obtidos de demanda também é uma importante ferramenta para análise de consistência destes resultados.

² Quer dizer, gás natural, óleo combustível, carvão mineral, bagaço, licor negro etc.

³ Entre outros, pode-se citar a realização da projeção da Matriz Energética Brasileira 2000-2020 em 2001 e a elaboração do "Plano de Longo Prazo - Projeção da Matriz 2022" em 2002, ambos para o Ministério das Minas e Energia - MME. Ademais, deve-se destacar o estudo que originou a concepção do modelo MIPE, gerando, também a edição do livro "A matriz energética brasileira na virada do milênio", publicado em 2000.

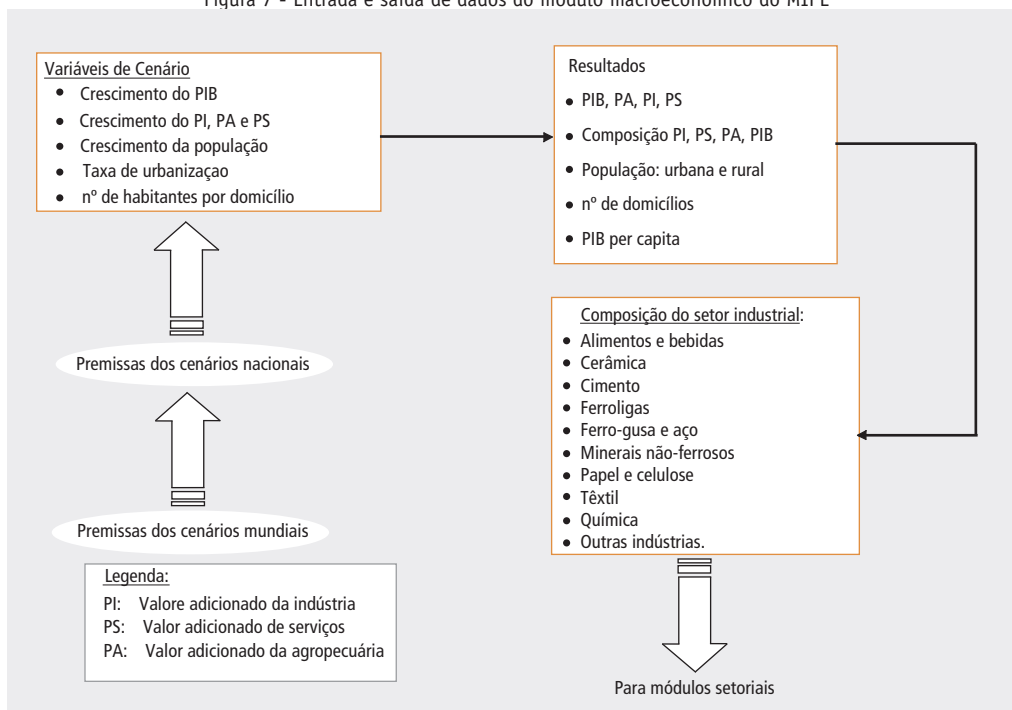
Na próxima seção deste relatório, descreve-se com mais detalhes o papel do MIPE na metodologia de estimação das projeções de demanda.

3.2. Metodologia de estimação do consumo de energia

A simulação parte do ano-base de 2004 e tem como horizonte de análise o ano de 2030. Ressalte-se que, os resultados apresentados neste documento correspondem a um exercício de cenarização e não de previsão. Desta forma, as projeções elaboradas dependem dos cenários macroeconômicos e setoriais estabelecidos e, conseqüentemente, das hipóteses econômicas e tecnológicas adotadas. Portanto, dependem da qualidade da análise, não apenas da ferramenta de simulação utilizada. Finalmente, cumpre notar que qualquer estudo de projeção fundamenta-se em uma base de dados adequada e depende da qualidade da informação disponível.

Em termos operacionais, a utilização do modelo parte da definição da estrutura setorial da economia em cada um dos quatro cenários econômicos nacionais abordados neste trabalho, gerando como primeiro resultado o valor adicionado de cada setor na economia. Assim, a partir da definição da taxa de crescimento anual do PIB e do valor adicionado devido à indústria, serviços e agropecuária, gera-se como resultado, anualmente, as participações de cada um destes três grandes setores, além do valor adicionado em unidades monetárias. Na Figura 7 é ilustrado esquematicamente o processo de estimativa do valor adicionado setorial, a partir das premissas originárias dos cenários mundiais e nacionais.

Figura 7 - Entrada e saída de dados do módulo macroeconômico do MIPE



Fonte: Tolmasquim e Szklo, 1997.

Com relação à estimativa da demanda de energia por setor, pode-se observar que o modelo é definido por três módulos. Cada módulo representado nesta estrutura geral passa por um detalhamento, que visa à modela-

gem de cada segmento dos setores de consumo. A estrutura básica do MIPE utilizada neste estudo para a projeção da demanda setorial é apresentada na Figura 8, que ilustra a divisão do modelo em módulos e em submódulos, integrados para a projeção.

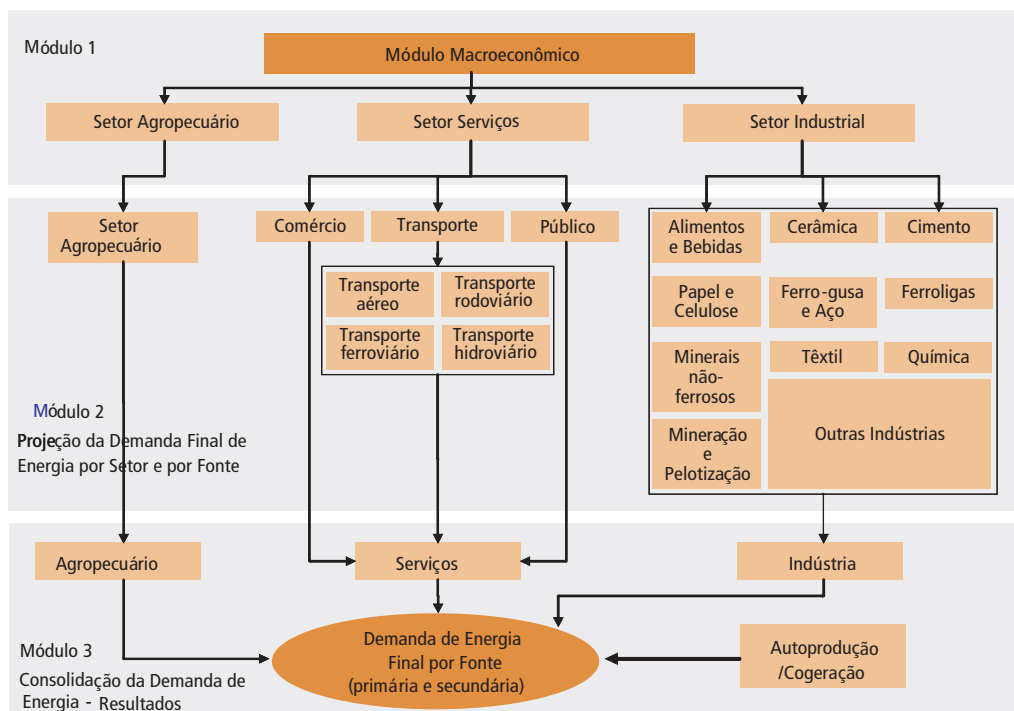
- **Módulo 1**, correspondendo ao “módulo macroeconômico”, no qual se definem as variáveis de cenário e a distribuição do produto entre os setores de demanda. Como o MIPE não realiza testes de consistência macroeconômica, a definição de variáveis tais como o crescimento do PIB, a composição estrutural do PIB na economia e as taxas de crescimento devem ser realizados exogenamente, sendo variáveis de entrada no MIPE, como ilustrado na Figura 7. Os resultados obtidos neste módulo incluem: (i) PIB anual; (ii) valor adicionado da indústria, agropecuária e de serviços; (iii) evolução da população urbana e rural; (iv) PIB per capita; (v) nº de domicílios por ano. Na Figura 7 é apresentado o esquema típico de entrada de dados para o módulo macroeconômico;

- **Módulo 2**, que corresponde ao “módulo de demanda de energia”, no qual se definem as variáveis de análise de cada segmento de cada setor, para obtenção das demandas de energia útil e final;

- **Módulo 3**, denominado “módulo de consumo final de energia”, no qual se agregam os resultados do módulo anterior e os resultados do consumo de energia do setor energético.

Cabe destacar que, embora o MIPE apresente um módulo de oferta de energia, no qual se definem as respectivas variáveis de interesse, o mesmo não foi utilizado para a obtenção dos resultados apresentados neste documento, tendo em vista o seu escopo.

Figura 8 - Estrutura do MIPE utilizada nas projeções da demanda setorial de energia



Fonte: Elaboração própria a partir de Tolmasquim e Szklo, 1997.

3.3. Descrição dos módulos setoriais

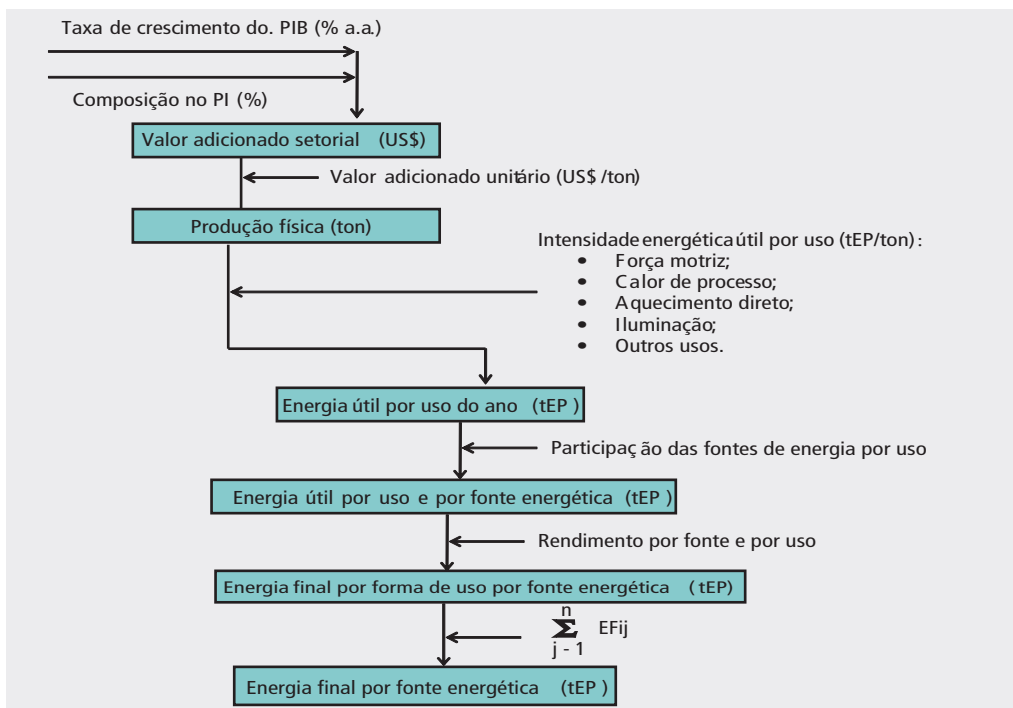
Setor industrial

O valor adicionado de cada segmento é uma variável de entrada para a estimativa do consumo setorial de energia, estabelecido em termos da energia útil demandada por uso e fonte, o que favorece a incorporação de questões relacionadas à eficiência energética envolvida em usos específicos da energia. Por conta da estrutura de dados disponíveis para a realização das estimativas da demanda de energia neste horizonte, a estrutura de usos compreende a mesma abertura observada no Balanço de Energia Útil - BEU, ou seja: calor de processo, aquecimento direto, força motriz, refrigeração, eletroquímica e iluminação. Na Figura 9 é ilustrado de modo genérico o processo de estimativa da demanda de energia no setor industrial brasileiro, a partir da determinação do valor adicionado de cada um destes segmentos.

i= fonte de energia considerada (gás natural, óleo combustível, eletricidade, carvão etc.)

j= uso considerado (força motriz, calor de processo, aquecimento direto, iluminação, eletroquímica, outros usos)

Figura 9 - Representação esquemática da estimativa da demanda de energia nos segmentos industriais no MIPE



Fonte: Tolmasquim e Szklo, 1997.

Assim, de um modo geral, para os setores de consumo de energia na indústria, são consideradas variáveis independentes:

- Indicadores físicos para a projeção, baseados na energia útil por forma de destinação e na produção física do segmento para um ano determinado. Com isto, pode-se estabelecer hipóteses tanto sobre a participação de cada energético no uso final de energia em certa destinação, (por exemplo, para geração de

calor de processo) quanto sobre ganhos tecnológicos de cada unidade produtiva, o que significa também hipóteses sobre a penetração de uma nova tecnologia ou a substituição de tecnologias;

- Participação de cada fonte em uma destinação específica, por exemplo, na etapa de forno da produção do cimento, o que permite verificar as possibilidades de substituição de energéticos e o impacto de programas de incentivos ao uso de determinadas fontes energéticas, cujo potencial se mostra promissor;
- Rendimentos de conversão de energia final em energia útil ou consumos específicos de equipamentos, variável que permite avaliar as possibilidades de ganhos tecnológicos e os impactos da substituição tecnológica;
- Participação de cada tecnologia na produção de determinado produto, variável que permite, associada às variáveis anteriores e ao indicador físico, avaliar os impactos de uma substituição tecnológica, explicitando as consequências das cadeias tecnológicas escolhidas.

Cumprir notar que alguns segmentos industriais em particular, como a produção de cimento, papel e celulose, ferro-gusa e aço, química e metais não-ferrosos e outros metais da metalurgia, em função de características específicas destas indústrias e da disponibilidade de dados relativos a estas características, permitiram uma modelagem com maior grau de detalhamento. Este foi o caso de alguns segmentos industriais que justificaram uma maior desagregação, como é o caso das indústrias de soda-cloro (inclusa na indústria química) e de alumínio (incluída no segmento metais não-ferrosos e outros metais da metalurgia), conforme descrito a seguir.

Cimento

A estimativa do consumo de energia nesta indústria considera o uso específico da energia por ponto do processo de produção, segmentado em cinco grandes etapas: (i) extração de matérias primas e britagem; (ii) moagem e preparação do cru, homogeneização do cru, clínquerização; (iii) moagem final e acabamento; (iv) outros usos. Esta estrutura permite considerar, por exemplo, a evolução do consumo específico de energia por tecnologia e a estrutura de produtos ofertados ao mercado brasileiro, cujo impacto seria muito difícil de avaliar agregadamente. Assim, são variáveis adicionais a serem consideradas nesta indústria, além daquelas apresentadas na Figura 9:

- consumo específico de calor (kcal/kg de clínquer), relacionando-se à tecnologia específica de calcinação das matérias primas empregadas;
- participação por tipo de cimento *portland* produzido, envolvendo a predominância ou não de tipos de cimento mais energo-intensivos;
- teor de adições ativas ao cimento, incluindo-se hipóteses sobre a participação de materiais residuais na produção de cimento, tais como a escória de alto forno e materiais pozolânicos.

Ferro-gusa e aço

No caso da indústria de ferro-gusa e aço, segue-se a mesma abordagem realizada para a indústria de cimento, isto é, segmenta-se o processo produtivo em etapas, o que permite considerar mais explicitamente questões de alterações tecnológicas no horizonte de análise. Assim, variáveis específicas incluem:

- participação de tecnologias e rendimentos de conversão na etapa *de redução*, o que permite estimar o consumo associado de coque de carvão mineral, carvão vegetal e eletricidade, para a indústria como um todo;

- participação de tecnologias e rendimentos de conversão na etapa de aciaria, incluindo LD/BOF e aciaria elétrica;
- participação de tecnologias e rendimentos de conversão na etapa de laminação, considerando laminação a quente a frio;
- percentual de eletricidade co-gerada, pelo aproveitamento de gases combustíveis produzidos no processo siderúrgico, tais como: gás de alto-forno, gás de aciaria e gás de coqueria.

Papel e Celulose

A desagregação da demanda de energia na indústria de papel e celulose considera as diferenças de consumo de energia conforme a estrutura de produção no país, ou seja, conforme predominem plantas de produção de celulose, integradas de produção de papel e celulose ou exclusivas em papel. Isto permite considerar diferenças no consumo específico de energia de acordo com o perfil do cenário.

Assim, variáveis adicionais na indústria de papel e celulose consideram:

- participação dos tipos de papel na produção física;
- consumo específico de energia térmica e elétrica para produção de celulose e por tipo de papel;
- participação da lixívia na geração total de eletricidade da indústria.

Química

A estimativa da demanda de energia final na indústria química brasileira segue, em linhas gerais, a mesma desagregação ilustrada na Figura 9, apresentando em sua versão original, a possibilidade de realização de hipóteses de crescimento da co-geração a gás natural neste segmento industrial. A importância desta possibilidade refere-se ao fato disto representar a redução da demanda de eletricidade junto ao Sistema Interligado Nacional, enquanto eleva a demanda por gás natural. Na versão mais recente, foram introduzidas modificações que explicitamente tratam da indústria de produção de soda-cloro, considerando as seguintes variáveis:

- participação de diferentes tecnologias de produção de soda-cloro, permitindo considerar hipóteses sobre a evolução relativa de processos baseados em células de mercúrio, diafragma e de membrana;
- consumo específico de eletricidade por tecnologia de produção.

Metais não-ferrosos e outros metais da metalurgia

A desagregação adicional neste segmento inclui as seguintes variáveis:

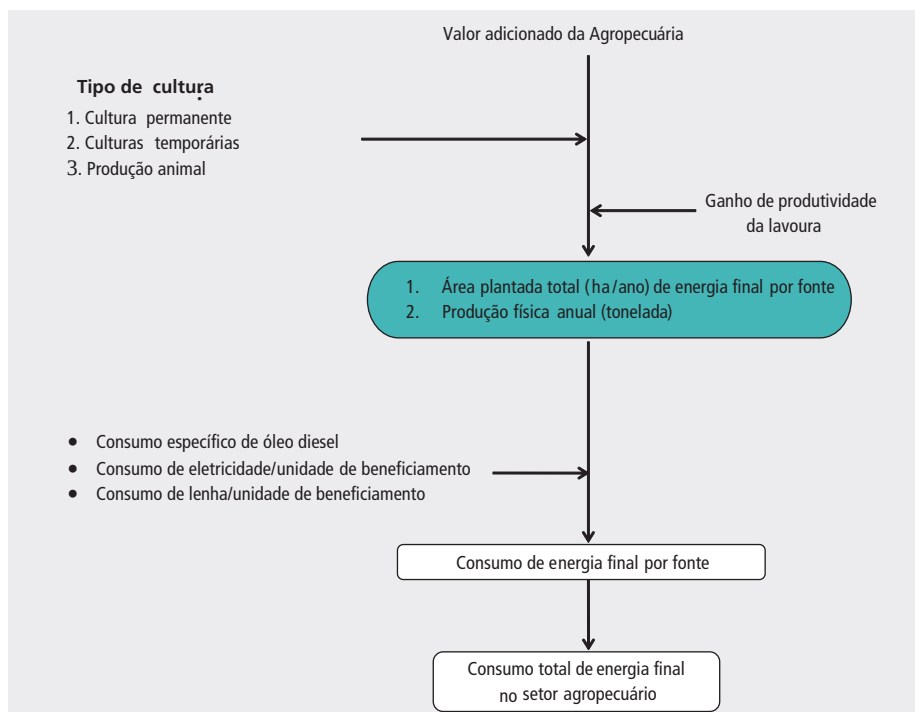
- estrutura de participação do alumínio na produção total do segmento;
- taxa de crescimento da produção de alumina;
- consumo específico de eletricidade para produção de alumina;
- consumo específico de eletricidade para produção de alumínio primário;
- participação de cada tecnologia na produção de alumínio primário.

Setor agropecuário

A estimativa da demanda de energia no setor agropecuário é realizada a partir da desagregação do consumo de energia, dividindo-se o consumo atribuível à produção agrícola em culturas permanentes ou tempo-

rárias (conforme classificação adotada pelo IBGE⁴) e à produção animal. Esta divisão permite, por exemplo, realizar hipóteses acerca de modernização tecnológica neste setor. São variáveis consideradas nesta estimativa: a taxa de crescimento anual da produção física, o índice da eletrificação rural, o consumo específico de óleo diesel por cultura, e o consumo de eletricidade e de lenha na unidade de beneficiamento. Na Figura 10 é apresentado o processo de estimativa da demanda de energia final no setor agropecuário brasileiro.

Figura 10 - Representação esquemática da estimativa de demanda de energia no setor agropecuário brasileiro a partir do MIPE



Fonte: Tolmasquim e Szklo, 1997.

Setor residencial

No caso do setor residencial especificamente, utilizou-se a metodologia adotada em Achão (2003) e Schaeffer *et al.* (2004) para a quantificação da demanda de energia, que permite a consideração de hipóteses acerca do perfil de posse de equipamentos, padrões de consumo e ganhos de eficiência de maneira mais adequada do que a estrutura disponível na versão original do MIPE.

A estimativa da demanda de energia neste setor também segue uma abordagem *bottom-up*, justificada pelo fato de tanto a estrutura quanto o nível de demanda dependerem de fatores sociais (por exemplo, número de habitantes por domicílio, posse e uso de eletrodomésticos); fatores sócio-econômicos (como a política do país para universalização do acesso à energia elétrica); fatores puramente econômicos (por exemplo, a influência da mudança de preços de combustível nos hábitos de uso dos domicílios); ou fatores puramente tecnológicos (como a evolução das eficiências dos equipamentos e a penetração de novas tecnologias ou formas de energia no mercado).

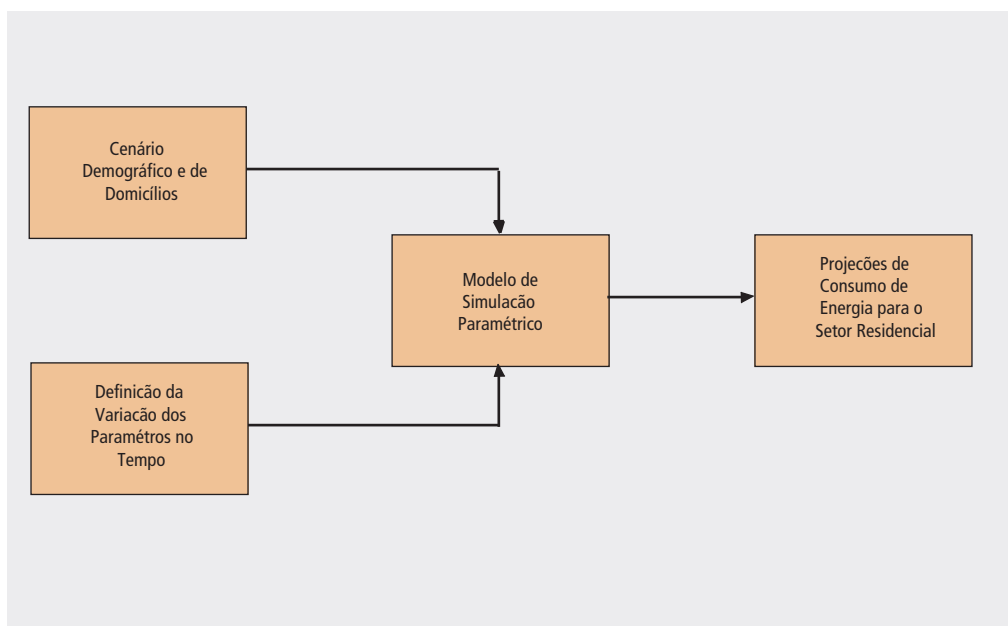
4 Vide, para definições e distribuição das culturas segundo estas definições, IBGE (2004c).

O ponto de partida para esta estimativa é a construção do ano-base. Para isso, o modelo utilizado necessita da alimentação de uma série de dados e informações e, a partir dessas, ajustam-se variáveis e parâmetros de entrada, obtendo-se, assim, o balanço de energia do ano-base. Esta etapa é fundamental para que o modelo seja calibrado com o contexto energético do país.

Para a elaboração do ano-base referente ao setor residencial, impende obter variáveis associadas ao cenário demográfico, como população, número de domicílios e número de habitantes por domicílio.

Vale notar que os parâmetros anteriores, que constituem o ano-base do modelo, são os mesmos que devem ser utilizados na projeção. Desta forma, a preparação do ano-base já constitui parte da atividade de levantamento de dados para a elaboração dos cenários de evolução dos valores dos parâmetros do setor residencial. Na Figura 11 é ilustrado esquematicamente o processo de estimativa da demanda de energia no setor residencial brasileiro.

Figura 11 – Representação do modelo do setor residencial



Cabe notar que, por se tratar de um modelo “bottom-up”, a influência do contexto econômico no setor residencial aparece refletida em alguns parâmetros adotados na modelagem, notadamente na variável posse de equipamentos, resultando, dessa forma, na apresentação de uma dada estrutura de consumo de energia para este setor correspondente ao cenário econômico analisado.

A estimativa da demanda de energia elétrica no setor residencial é realizada com base no percentual de domicílios ligados à rede elétrica e no consumo específico de energia elétrica por domicílio ligado à rede.

O consumo específico de energia elétrica por domicílio é projetado por uso final a partir da posse dos principais equipamentos, de hábitos de consumo das famílias e das potências dos equipamentos, o que permite a incorporação de ganhos de eficiência.

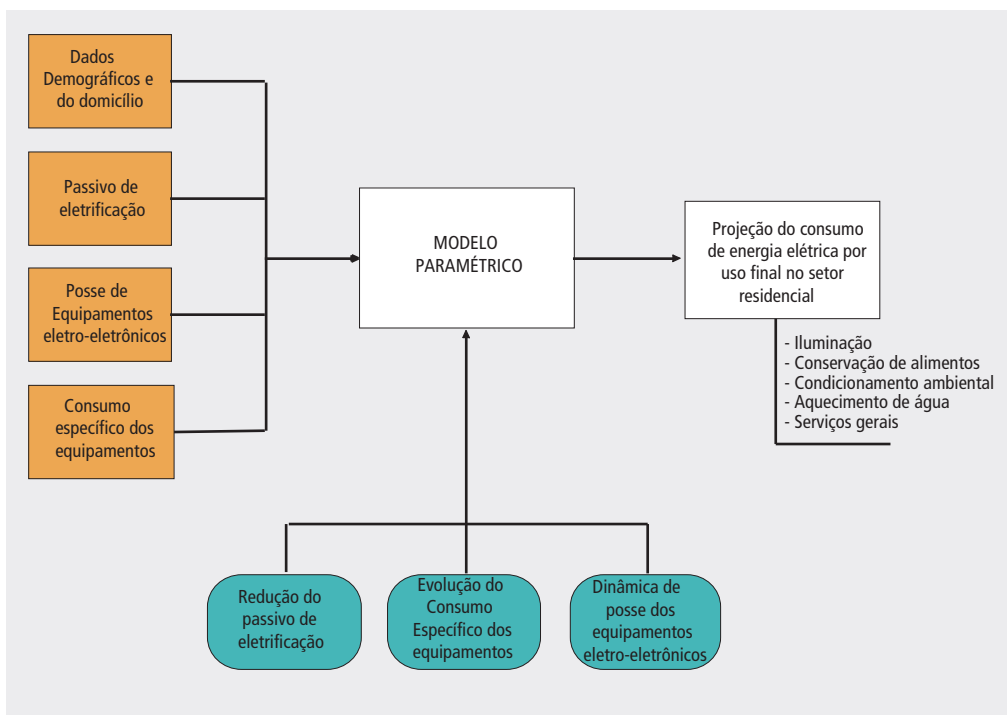
Por sua vez, o consumo residencial de energia elétrica é desagregado em cinco usos finais, quais sejam: ilu-

minação, conservação de alimentos (geladeira e freezer), aquecimento de água (chuveiro elétrico), condicionamento de ar (ar condicionado), e serviços gerais (lavadora de roupas, lavadora de louças, TV, microondas etc.).

Portanto, para cada equipamento associado a um uso final é determinado o consumo específico, cujo cálculo considera: o tempo médio de uso e a potência média, que internaliza a eficiência do equipamento.

A Figura 12 ilustra o modelo de simulação paramétrico utilizado para as projeções de consumo de energia elétrica no setor residencial.

Figura 12 - Fluxograma básico do modelo de simulação paramétrico aplicado ao setor residencial - energia elétrica



Os parâmetros relevantes para a projeção do consumo residencial de gás natural são o percentual de domicílios ligados à rede de gás e o consumo específico de gás por domicílio, que permitem internalizar possíveis ganhos de eficiência de fogões e aquecedores ao longo do tempo.

Para a estimativa de evolução da demanda residencial de lenha, as variáveis utilizadas são o percentual de domicílios com fogão a lenha e o consumo específico de lenha por domicílio. A projeção do número de domicílios que possuem fogão a lenha é determinada a partir de estimativas para a evolução do número de habitantes por domicílio rural e para a evolução do número de domicílios localizados em áreas rurais por classes de renda para o horizonte de análise.

Finalmente, as variáveis relevantes para a estimativa da demanda residencial de GLP são o percentual de domicílios com fogão a GLP e o consumo específico de GLP por domicílio, que possibilita a incorporação de ganhos de eficiência devido à venda e a aquisição de fogões e aquecedores de água mais eficientes. Desta forma, o modelo permite formular hipóteses acerca de programas de certificação e etiquetagem para estes equipamentos, além de padrões de eficiência mínimos exigidos.

Setores comercial e público

Em linhas gerais, a versão original da modelagem dos setores comercial e público segue uma filosofia bastante assemelhada. As principais variáveis utilizadas para a estimativa de evolução da demanda de energia nestes setores são listadas a seguir.

Setor comercial

- intensidade energética de consumo de óleo diesel e do consumo de eletricidade ;
- participação das fontes na demanda por calor;
- elasticidade-renda da demanda de calor;
- rendimentos de conversão energia final por uso.

Setor público

- consumo específico per capita de: óleo diesel, eletricidade do poder público, eletricidade para iluminação pública, eletricidade para água, esgoto e saneamento;
- percentual de domicílios com rede de água e com acesso à rede elétrica;
- participação das fontes na demanda por calor; e
- elasticidade-renda da demanda de calor;
- rendimentos de conversão de energia final por uso.

Setor de transportes

A modelagem para a projeção do consumo de energia dos transportes busca avaliar a possibilidade de substituição intramodal - dentro do mesmo modo de transporte, por exemplo, entre carro e ônibus urbano - e intermodal - entre modos de transporte, por exemplo, entre carro e metrô - e estipular os ganhos de eficiência possíveis dentro do setor.

Em relação à versão original, o presente estudo considera aquelas variáveis cujo resultado mostrou maior sensibilidade, tais como:

- participação dos modos rodoviário, ferroviário e hidroviário na carga total transportada no país;
- taxas de crescimento de veículos leves a gás natural, de ônibus a gás natural; e
- consumos específicos dos veículos leves à gasolina, dos veículos leves a álcool e de ônibus urbano a diesel.

Ademais, na atualização realizada para este estudo, foi necessário considerar a introdução de tecnologias como os veículos híbridos (a bateria – VEB e híbridos – VEH), uma incerteza crítica no horizonte de análise. As variáveis introduzidas nesta versão do MIPE foram:

- taxa de crescimento de vendas de veículos "flex fuel", híbridos a bateria e híbridos;
- percentual da quilometragem anual percorrida por: VEH utilizando combustível fóssil e veículo "flex fuel" utilizando gasolina;
- consumo específico de eletricidade de um VEB e de um VEH; e consumo específico de combustível de um VEH.

Quanto ao consumo de gasolina e álcool em veículos bicombustíveis, assumiu-se que o consumo anual de álcool e de gasolina se distribui conforme os cenários nos quais se inserem as projeções, sendo esta alocação determinada exogenamente ao modelo.

4. Premissas básicas

Neste capítulo são compiladas as principais premissas a partir das quais as projeções foram realizadas. Três grandes conjuntos podem ser destacados: cenários demográficos, cenários econômicos e cenários setoriais. Pode-se ainda dividir as premissas de cada conjunto em dois tipos: gerais – isto é, comuns aos cenários – e específicas.

■ 4.1. Cenário demográfico e de domicílios

Por conta dos efeitos pouco significativos dos diferentes cenários desenvolvidos sobre as variáveis demográficas no horizonte estudado, optou-se pela construção de apenas um único cenário demográfico e de domicílios.

Antes, porém, de descrever as premissas usadas na projeção da evolução populacional no horizonte até 2030, é importante caracterizar o panorama atual no contexto de sua evolução nas últimas décadas.

A característica demográfica brasileira mais importante dos últimos anos tem sido a tendência de redução da aceleração do crescimento populacional, especialmente com o declínio acentuado da fecundidade a partir dos anos 90. Com isso, o país, anteriormente caracterizado por uma população extremamente jovem, tem experimentando um rápido processo de envelhecimento populacional.

A Taxa de Fecundidade Total – TFT é um dos indicadores demográficos de maior influência no ritmo de crescimento da população. Vários fatores estão correlacionados com a evolução da TFT em um país, entre os quais:

- grau de urbanização: no começo dos anos 60, apenas 33% da população mundial era urbana. No ano 2000, esse percentual havia saltado para 47%. A TFT global, no mesmo período, caiu de 4,97 para 2,69;
- redução do analfabetismo entre as mulheres;
- divórcio: Países com índices de divórcio mais alto tendem a ficar abaixo da taxa de reposição, de 2,1 filhos por mulher;
- idade média de casamento mais elevada (próxima dos 30 anos);
- uso de contraceptivos. No início dos anos 60, as estatísticas globais indicam que apenas 26% dos casais tinham acesso a meios contraceptivos. No ano 2000, esse percentual cresceu para 63%. A consequência inelutável foi a diminuição da TFT no período.

Por conta dos efeitos destes fatores sobre a sociedade brasileira, houve uma variação expressiva da TFT no país em menos de 30 anos: de 5,8 filhos por mulher em 1970, a taxa de fecundidade nacional passou para 2,4 filhos por mulher em 2000,⁵ enquanto a média mundial era de 2,8.

Entretanto, não apenas a evolução total da população é fundamental para as projeções do setor elétrico, mas também a evolução desagregada por regiões e por situação do domicílio.

A Tabela 11 mostra evolução da TFT no país e por regiões geográficas no passado recente

⁵ Uma nação, para manter estável a sua população, precisa ter uma TFT de 2,1. Isto é, cada mulher precisa dar à luz 2,1 crianças. Quando a TFT cai abaixo deste nível, a perspectiva é de declínio populacional.

Tabela 12 – Taxas de fecundidade total (TFT)
Brasil e Regiões, 1970-2000

Região	1970	1980	1991	2000
Brasil	5,8	4,3	2,8	2,4
Norte	8,2	6,4	4,1	3,1
Nordeste	7,5	6,1	3,7	2,6
Sudeste	4,6	3,4	2,3	2,1
Sul	5,5	3,6	2,5	2,2
Centro-Oeste	6,4	4,5	2,6	2,2

Fonte: Censos Demográficos, IBGE, vários anos.

Por outro lado, a questão migratória também tem um efeito relevante sobre a evolução da população regional. No último período intercensitário, 1991-2000, as maiores taxas de crescimento ocorreram nas regiões Norte e Centro-Oeste, onde se observou a presença de contingentes migratórios atraídos não só por uma expansão retardatária da fronteira, como também pelo poder de atração do entorno de Brasília e Goiânia. A evolução regional é mostrada na Tabela 12, a seguir.

Tabela 13 – Distribuição percentual da população
Brasil e Regiões, 1950-2000

Região	1950	1960	1970	1980	1991	2000
Norte	3,5	3,7	3,9	5,5	6,8	7,6
Nordeste	34,7	31,6	30,2	29,3	29,0	28,1
Sudeste	43,4	43,7	42,8	43,5	42,7	42,6
Sul	15,1	16,8	17,7	16,0	15,1	14,8
Centro-Oeste	3,3	4,2	5,4	5,7	6,4	6,9

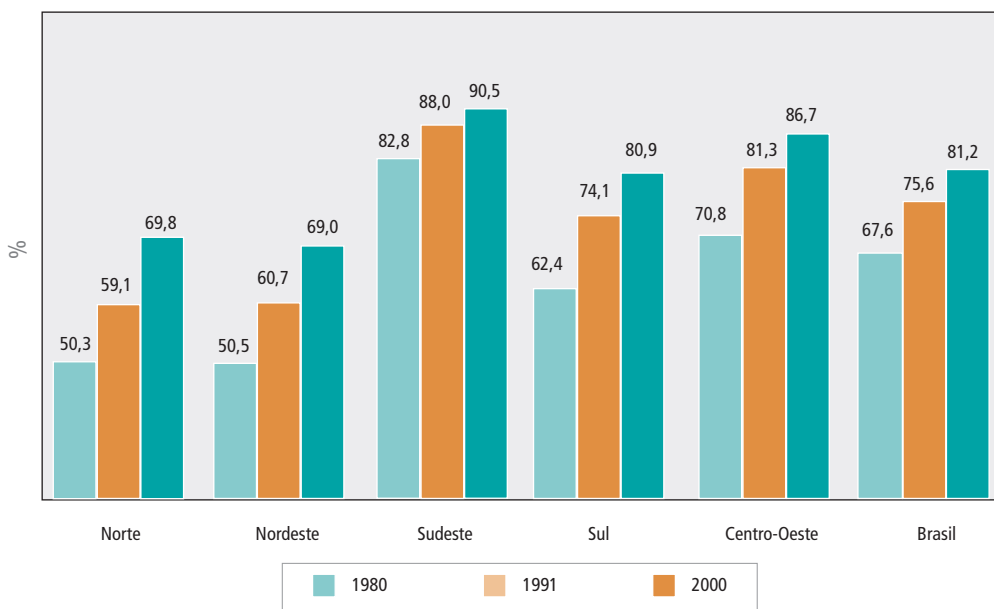
Fonte: Censo Demográfico, IBGE, 2002.

As regiões Norte e Centro-Oeste vêm aumentando sua representatividade no crescimento populacional do país desde a década de 50. Enquanto isso, as regiões Sudeste e Sul praticamente mantêm a mesma participação em meio século. A região Nordeste, que possui o segundo maior contingente populacional do País, mantém a tendência de declínio em sua participação nacional.

Por fim, em relação à urbanização, a continuação do esvaziamento das áreas rurais brasileiras é um fato. Os números do Censo Demográfico 2000 (IBGE, 2002) confirmaram a tendência crescente de aumento da urbanização no Brasil. A partir de 1950, o Brasil deixa de ser um País de características rurais para caminhar no sentido de um País mais urbanizado, quando a expansão do parque industrial do Sudeste, particularmente do Estado de São Paulo passa a atrair uma grande massa de população migrante originária de áreas de estagnação econômica do Nordeste.

Como conclusão, tem-se que as áreas urbanas são os grandes pólos de atração, em contraste com o esvaziamento das áreas rurais. Não há indicação, pelos estudos do IBGE, de que este panorama venha a se alterar significativamente nos próximos anos.

Figura 13 – Grau de urbanização: Brasil e Regiões 1980/2000



Fonte: Censos Demográficos, IBGE, 2002.

A evolução populacional das últimas décadas caracteriza o ponto de partida das projeções realizadas neste estudo. Estas, por sua vez, têm como base as seguintes projeções do IBGE, revisadas em 2004: população total residente para o Brasil, no horizonte 2001/2050 (IBGE, 2004a), e população total residente (regiões geográficas e unidades da federação) para o período 1980/2020 (IBGE, 2004b).

Em relação à evolução da população total, utilizou-se a premissa de que a taxa de fecundidade atingiria um nível limite no qual se manteria, ao longo do tempo, contribuindo para a queda das taxas de crescimento populacional. Assim, o limite para a taxa de fecundidade brasileira seria de 1,85 filhos por mulher, valor que seria alcançado por volta de 2043. A taxa de fecundidade total de reposição das gerações (2,1 filhos por mulher) seria atingida por volta de 2016.

Além disso, as projeções do IBGE estão referenciadas à data de 1º de julho de cada ano e, em nenhum dos dois casos, se encontram desagregadas por situação (urbana e rural). Tendo em vista que os estudos do setor elétrico requerem que as projeções da população sejam desagregadas por situação e segundo as grandes regiões, e ainda referenciadas à data-base de 31 de dezembro, fizeram-se necessários os seguintes procedimentos:

- Referenciar as projeções do período 2005/2030 à data base de 31 de dezembro;
- Desagregar a projeção da população total residente segundo as regiões geográficas para o período 2021/2030, através da aplicação do método de tendência de crescimento demográfico ($ai + bi$).
- Estimar a taxa de urbanização, por região geográfica, para o período 2005/2030, através de uma função logística.

Os resultados das projeções da população total e por situação, desagregadas ainda segundo as regiões geográficas, estão apresentados nas Tabelas 14 e 15.

Tabela 14 – Projeção da população total residencial (mil hab.)
Brasil e Regiões, 2005-2030

Região	2005	2010	2020	2030
Brasil	185.473	198.040	220.086	238.555
Variação entre períodos (% a.a.)	-	1,32	1,06	0,81
Norte	14.860	16.430	19.185	21.492
Variação entre períodos (% a.a.)	-	2,03	1,56	1,14
Nordeste	51.313	54.180	59.209	63.428
Variação entre períodos (% a.a.)	-	1,09	0,89	0,69
Sudeste	79.015	84.307	93.590	101.364
Variação entre períodos (% a.a.)	-	1,31	1,05	0,80
Sul	27.141	28.770	31.629	34.027
Variação entre períodos (% a.a.)	-	1,17	0,95	0,73
Centro-Oeste	13.145	14.353	16.474	18.250
Variação entre períodos (% a.a.)	-	1,78	1,39	1,03

Nota: Valores referentes a dezembro.

Tabela 15 – Projeção da população urbana (mil hab.)
Brasil e Regiões, 2005-2030

Região	2005	2010	2020	2030
Brasil	154.343	167.838	191.067	209.919
Variação entre períodos (% a.a.)	-	1,69	1,30	0,95
Norte	10.659	12.030	14.438	16.430
Variação entre períodos (% a.a.)	-	2,45	1,84	1,30
Nordeste	36.750	39.929	45.386	49.762
Variação entre períodos (% a.a.)	-	1,67	1,29	0,92
Sudeste	72.520	78.206	88.076	96.195
Variação entre períodos (% a.a.)	-	1,52	1,20	0,89
Sul	22.712	24.664	27.933	30.501
Variação entre períodos (% a.a.)	-	1,66	1,25	0,88
Centro-Oeste	11.703	13.009	15.234	17.031
Variação entre períodos (% a.a.)	-	2,14	1,59	1,12

Nota: Valores referentes a dezembro.

A Tabela 15 sintetiza a evolução da taxa de urbanização no Brasil e nas regiões ao longo do horizonte de estudo.

Tabela 16 – Projeção da taxa de urbanização (%)
Brasil e Regiões, 2005-2030

Região	2005	2010	2020	2030
Brasil	83,2	84,7	86,8	88,0
Norte	71,7	73,2	75,3	76,4
Nordeste	71,6	73,7	76,7	78,5
Sudeste	91,8	92,8	94,1	94,9
Sul	83,7	85,7	88,3	89,7
Centro-Oeste	89,0	90,6	92,5	93,3

Nota: Valores referentes a dezembro.

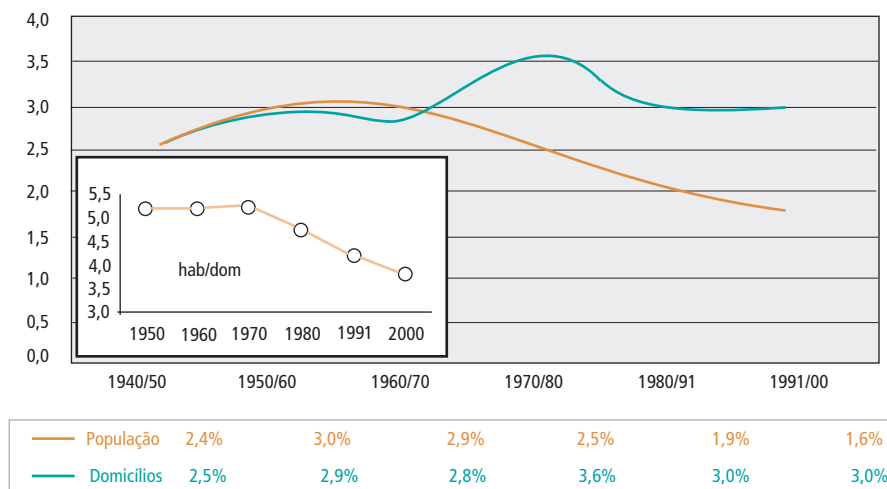
Fonte: elaboração própria.

Com base na projeção populacional, procedeu-se ao cálculo dos domicílios permanentes e ocupados.

A tendência decrescente da relação habitante por domicílios é determinada pela diferença entre as taxas

de crescimento populacional e do número de domicílios. Segundo IBGE (2002), sabe-se que a taxa de crescimento demográfico iniciou sua queda em meados dos anos 70, quando as taxas de natalidade, mortalidade e fecundidade entraram em declínio. A Figura 14 apresenta a evolução das últimas décadas.

Figura 14 – Habitantes / domicílio - taxas de crescimento (% ao ano)



Fonte: IBGE, 2002.

Assim, acredita-se que a evolução da relação habitante por domicílio tenderá a uma trajetória semelhante à da taxa de fecundidade com uma defasagem de 10 anos em relação a esta (OLIVEIRA e FERNANDES, 1996).

Levando em consideração as estimativas da TFT, disponibilizadas pelo IBGE, e conhecendo a evolução temporal da relação habitante por domicílio, pode-se estimar o número total de domicílios permanentes e ocupados.

Partindo da hipótese de que o número de habitantes por domicílio é uma variável que deverá atingir algum nível de saturação, seguiu-se uma abordagem semelhante à utilizada para o grau de urbanização. Porém, enquanto o grau de urbanização apresenta uma tendência crescente no tempo, saturando em um determinado limite superior, o número de habitantes por domicílio é uma função decrescente no tempo, tendendo para determinado limite inferior de saturação.

Nessas condições, o inverso do número de habitantes por domicílio, isto é, a relação entre número de domicílios e população, deverá apresentar um comportamento semelhante ao do grau de urbanização e saturar em determinado limite superior.

Dessa forma, fixaram-se níveis de saturação para a relação número de habitantes/domicílio, por região, e utilizou-se a mesma modelagem usada para o grau de urbanização, através do ajuste de uma curva logística, para projetar a relação número de domicílios/população com base no histórico destas variáveis correspondente aos quatro anos censitários: 1970, 1980, 1991 e 2000.

As projeções do número de domicílios e da relação habitante por domicílio são apresentadas nas Tabelas 17 e 18.

Tabela 17 – Projeção do total de domicílios permanentes ocupados - (mil)
Brasil e Regiões, 2005-2030

Região	2005	2010	2020	2030
Brasil	51.407	57.511	69.746	81.837
Variação entre períodos (% a.a.)	-	2,27	1,95	1,61
Norte	3.380	3.896	4.922	5.929
Variação entre períodos (% a.a.)	-	2,88	2,36	1,88
Nordeste	12.749	13.974	16.385	18.728
Variação entre períodos (% a.a.)	-	1,85	1,61	1,35
Sudeste	23.227	26.005	31.602	37.182
Variação entre períodos (% a.a.)	-	2,28	1,97	1,64
Sul	8.283	9.308	11.395	13.485
Variação entre períodos (% a.a.)	-	2,36	2,04	1,70
Centro-Oeste	3.768	4.330	5.442	6.513
Variação entre períodos (% a.a.)	-	2,82	2,31	1,81

Nota: Valores referentes a dezembro.

Tabela 18 – Projeção do total de domicílios urbanos permanentes ocupados - (mil)
Brasil e Regiões, 2005-2030

Região	2005	2010	2020	2030
Brasil	43.881	49.920	61.845	73.378
Variação entre períodos (% a.a.)	-	2,61	2,17	1,72
Norte	2.542	3.010	3.951	4.875
Variação entre períodos (% a.a.)	-	3,44	2,76	2,12
Nordeste	9.502	10.752	13.181	15.476
Variação entre períodos (% a.a.)	-	2,50	2,06	1,62
Sudeste	21.472	24.223	29.702	35.080
Variação entre períodos (% a.a.)	-	2,44	2,06	1,68
Sul	6.997	8.001	9.973	11.871
Variação entre períodos (% a.a.)	-	2,72	2,23	1,76
Centro-Oeste	3.369	3.936	5.038	6.076
Variação entre períodos (% a.a.)	-	3,16	2,50	1,89

Nota: Valores referentes a dezembro.

A partir dos números acima, a projeção da relação habitante por domicílio é apresentada na Tabela 19, a seguir.

Tabela 19 – Projeção da relação habitante por domicílio
Brasil e Regiões, 2005-2030

Região	2000	2010	2020	2030
Brasil	3,79	3,44	3,16	2,91
Norte	4,59	4,22	3,90	3,62
Nordeste	4,18	3,88	3,61	3,39
Sudeste	3,58	3,24	2,96	2,73
Sul	3,48	3,09	2,78	2,52
Centro-Oeste	3,68	3,32	3,03	2,80

Fonte: EPE.

■ 4.2. Cenários econômicos

Os cenários econômicos foram construídos a partir de: por um lado, o ambiente externo (primeira coluna) e, por outro, da gestão das forças e fraquezas do país que pode ser eficaz (segunda coluna) ou pouco eficaz (terceira coluna). A combinação de um ambiente externo com uma determinada forma de administrar a ques-

tão interna gera um cenário nacional, o que será detalhado a seguir.

Caracterização dos cenários mundiais

Foram considerados 3 cenários mundiais, detalhados a seguir:

Cenário Mundo Uno – “Voando em céu de brigadeiro”;

Cenário Arquipélago – “Redefinindo as fronteiras”;

Cenário Ilha – “Trilhando sob cabo de guerra”.

No cenário Mundo Uno o planeta está conectado: as nações consolidam o processo de abertura de seus mercados para a intensificação das relações de comércio e fluxos financeiros multilaterais, as corporações se aproveitam das vantagens comparativas dos países e a prática do *outsourcing* predomina, enquanto a sociedade da informação se estabelece plenamente com grupos de diferentes nacionalidades partilhando suas experiências e espalhando idéias através dos avanços da tecnologia. Há um maior equilíbrio de forças na estrutura de poder político e econômico mundial, refletido em governança compartilhada das instituições multilaterais e prevalência de soluções coordenadas e cooperativas para os problemas mundiais. A confiança nas instituições aumenta com a incorporação dos diversos movimentos sociais no processo decisório político e econômico. A questão dos déficits gêmeos dos EUA e a relação de financiamento do excesso de consumo deste país com a geração de poupança na China alcançam uma solução de equilíbrio, implementada por políticas macroeconômicas mundiais coordenadas. A acomodação dos conflitos étnicos, religiosos e sociais e o equacionamento da insegurança institucional tornam a vida no planeta mais amistosa.

No cenário Arquipélago o mundo se caracteriza por conexões assimétricas que vão desde as relações econômicas até a difusão tecnológica. Nações dividem-se em blocos em que o regionalismo predomina de forma significativa: as relações de comércio e os fluxos financeiros são concentrados entre as “nações amigas”. Na sociedade, aqueles com acesso à tecnologia compõem os grupos virtuais mundiais, enquanto os demais ficam à margem do mundo digital, restritos a grupos locais periféricos. Há uma polarização na estrutura de poder político-econômico mundial, com hegemonia do bloco UE/EUA em comparação com o bloco composto pelos países asiáticos, liderados pela China e pelo Japão. O desequilíbrio dos déficits gêmeos dos EUA alcança uma solução de equilíbrio por meio de ajuste interno norte-americano, o que gera uma redução no ritmo de crescimento da economia mundial. A insegurança devida aos conflitos étnicos, religiosos e sociais e a insegurança institucional e econômica apresentam-se em diferentes estágios conforme o bloco econômico e a região.

No cenário Ilha a conexão assume um padrão instável. As nações, as corporações e a sociedade se posicionam de modo nitidamente defensivo perante o processo de globalização; os raros processos de integração, quando ocorrem, são marcados pelo caráter predominantemente local. A estrutura de poder político-econômico mundial se caracteriza por um período de reestruturação, com oportunidades para a emergência de novos protagonistas no plano político mundial. Dentre as transformações mais marcantes do período, destaca-se a grande oscilação econômica mundial fruto da ruptura dos desequilíbrios da economia norte-americana e da relação entre China e EUA. A insegurança devida aos conflitos étnicos, religiosos e sociais e a insegurança institucional e econômica difundem-se e há esgarçamento dos conflitos de interesses entre corporações e sociedades, causando aumento de reivindicações sociais aos Estados.

Descrição dos cenários nacionais

Para cada um dos três cenários mundiais descritos anteriormente, o Brasil pode se posicionar de modo a

aproveitar as oportunidades ou se defender das ameaças criadas pelo ambiente externo. Um bom posicionamento depende de o país estar preparado de forma adequada para qualquer que seja o contexto mundial, o que significa tanto potencializar as vantagens comparativas do país (as forças) como enfrentar uma série de problemas internos com graus de dificuldade diferentes (as fraquezas).

A matriz da Figura 15 representa esquematicamente os cenários criados a partir de: por um lado, o ambiente externo (primeira coluna) e, por outro lado, da gestão do ambiente interno que pode ser eficaz (segunda coluna) ou menos eficaz (terceira coluna). A combinação de um ambiente externo com uma determinada forma de administrar a questão interna gera um cenário nacional.

Figura 15 – Cenários nacionais

Mundial	Administração das forças e fraquezas do país: Eficaz	Administração das forças e fraquezas do país: Pouco Eficaz
Mundo Uno	Na crista da onda	Perdendo a onda
Arquipélago	Surfando a marola	Pedalinho
Ilha	Nadando contra a corrente	Náufrago

Fonte: EPE, 2006a.

Quando o país administra bem suas forças e fraquezas, há três possíveis cenários em que o país cresce a taxas superiores às do mundo:

- Na Crista da Onda;
- Surfando a Marola;
- Nadando contra a corrente.

Por outro lado, quando o país não consegue gerir a contento suas forças e fraquezas, há outros três possíveis cenários em que o país cresce a taxas equivalentes às do mundo:

- Perdendo a onda;
- Pedalinho;
- Náufrago.

Dos seis cenários nacionais possíveis, consideram-se, neste trabalho, apenas quatro, quais sejam: Na Crista da Onda, Surfando a Marola, Pedalinho e Náufrago. Esta escolha deveu-se ao fato de: primeiro, considerarmos os cenários mais extremos, Na Crista da Onda e Náufrago, devido às suas potenciais conseqüências para o país; segundo, porque ao serem incluídos os cenários intermediários Surfando a Marola e Pedalinho, os quatro cenários estudados já varrem uma variedade suficientemente rica para análise de possíveis evoluções futuras.

A Tabela 20 exhibe a relação existente entre os cenários mundiais e os nacionais adotados em nosso estudo. Posteriormente, há uma breve descrição de cada um dos cenários aqui analisados.

Tabela 20 – Relação entre os cenários mundiais e nacionais adotados

Cenário mundial	Cenário nacional
Mundo uno: Céu de brigadeiro	A – Na Crista da Onda
Arquipélago: Redefinindo Fronteiras	B1 – Surfando a Marola
	B2 – Pedalinho
Ilha: Cabo de Guerra	C – Naufrago

Fonte: EPE, 2006a.

O cenário Na Crista da Onda é caracterizado por um elevado nível de desenvolvimento econômico, marcado por uma gestão macroeconômica mais eficaz. Além disso, a implementação e o encaminhamento das reformas microeconômicas potencializam o aumento de investimentos em educação e infra-estrutura, elevando a produtividade total dos fatores e a redução dos gargalos de infra-estrutura. Com isto, ocorre um crescimento econômico mais robusto, adicionalmente por conta de um ambiente institucional mais consolidado: por exemplo, a aplicação da regulação ambiental torna-se menos conflituosa, depois do correto entendimento da exploração dos recursos naturais compatível com o crescimento sustentável de longo prazo. A inserção do país na economia mundial é feita de modo a potencializar as vantagens comparativas do país, que pode contar ainda com uma marcada reversão da baixa competitividade dos fatores de produção: a qualificação da mão-de-obra é incrementada com maior escolaridade da população; a produtividade da economia sofre ainda um impulso nas inovações tecnológicas, dado o ambiente favorável para pesquisa, desenvolvimento e inovação (P&D&I); e o crescimento do mercado de crédito de longo prazo permite um maior investimento em máquinas e equipamentos. O desenvolvimento econômico leva a uma redução das disparidades sócio-regionais e a um aumento do poder aquisitivo da população, com impacto positivo sobre a distribuição de renda no país. Por fim, reduções significativas nos níveis de violência e de insegurança nos grandes centros urbanos são outros elementos que caracterizam este cenário.

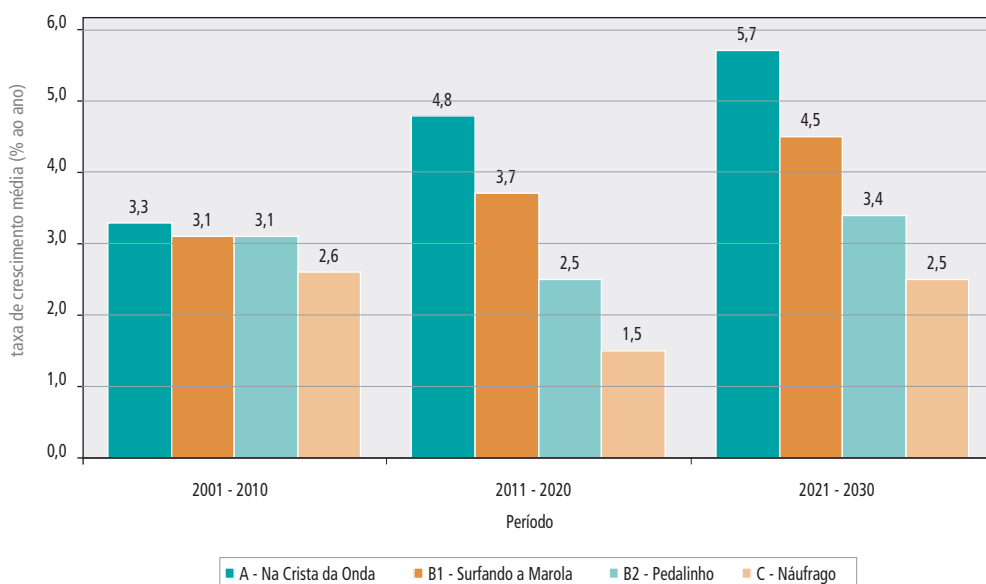
No cenário Surfando a Marola, o crescimento da economia brasileira supera um crescimento mais moderado da economia mundial, fruto de uma gestão mais ativa no encaminhamento dos problemas internos. Há, porém, um processo mais longo na consolidação da estabilidade macroeconômica, resultado, em parte, de certa dificuldade na aprovação de reformas microeconômicas. Por tal motivo, os gargalos em infra-estrutura não são totalmente resolvidos, embora sejam relativamente pontuais. É um cenário marcado principalmente pelo esforço das corporações nacionais na conquista por mercados internacionais, ainda mais porque o mundo, dividido em blocos econômicos, oferece oportunidades parciais de aproveitamento. A produtividade total dos fatores não alcança os mesmos elevados níveis do cenário anterior, pois fica mais concentrada em nichos específicos; as restrições de capital para P&D&I levam a uma solução doméstica de capacitação tecnológica e, por conseguinte, a um nível de desenvolvimento aquém do nível dos países mais desenvolvidos; e, por fim, um mercado de crédito limitado e de acesso complexo não permite o financiamento da contínua modernização do parque produtivo. Em um cenário de processo de consolidação institucional, a aplicação da regulação ambiental não ocorre sem que haja algum tipo de conflito entre crescimento e aproveitamento dos recursos naturais. Por fim, a desigualdade sócio-regional avança modestamente, com redistribuição parcial de renda, lenta desconcentração regional do crescimento e uma pequena melhoria no quadro de instabilidade social nos grandes centros urbanos.

No cenário Pedalinho, o crescimento do país é equivalente ao do cenário mundial, por causa da dificuldade de enfrentar os problemas estruturais internos. Dessa forma, a gestão macroeconômica é mais turbulenta, resultado, entre outros, da dificuldade de aprovação de reformas microeconômicas. Por conta disso, o impacto sobre a infra-estrutura é significativo com gargalos em vários setores, o que impede o país de obter taxas maiores de crescimento. Com uma sustentação institucional frágil e bastante fragmentada, as disputas internas são litigiosas. As corporações nacionais procuram seu espaço dentro do bloco econômico ao qual o país pertence, mas a ausência de soluções estruturais para as principais questões internas gera um importante limitador nas possibilidades de mercado das empresas: a baixa qualificação geral da mão-de-obra (com exceção para aquela que é absorvida nos setores mais dinâmicos), as severas restrições de capital para P&D&I refletindo no baixo desenvolvimento tecnológico, e um mercado de crédito de difícil acesso geram uma produtividade total dos fatores muito baixa. Por fim, a desigualdade sócio-regional não melhora neste cenário: a distribuição de renda é modesta, pois é concentrada em nichos específicos e em regiões do país e o quadro social ainda é relativamente pouco estável nos grandes centros urbanos.

No cenário Náufrago, o crescimento do Brasil é no máximo igual à da média mundial que, afetada pela crise advinda da ruptura das condições macroeconômicas dos EUA, é baixo. As vantagens comparativas não são potencializadas e as poucas oportunidades de crescimento, mesmo em um ambiente externo mais conturbado, são desperdiçadas. O país vive mais um período de décadas perdidas, com importante reversão no processo de consolidação da estabilidade macroeconômica. Além disso, a paralisação das reformas microeconômicas aumenta o impacto das más condições da infra-estrutura, com gargalos expressivos em diversos setores. O conflito permanente em que vive a sociedade – como, por exemplo, na questão ambiental – é fruto principalmente de instituições fracas e pouco transparentes, o que acaba afetando inclusive os investimentos. A falta de investimento na economia mantém o quadro de baixa competitividade dos fatores de produção, com baixa qualificação da mão-de-obra, um ambiente desfavorável para P&D&I (o que inviabiliza o desenvolvimento tecnológico e o progresso técnico) e crédito de longo prazo escasso e caro (impedindo qualquer processo de modernização do parque produtivo nacional). Por fim, a desigualdade sócio-regional denota a esgarçada de um processo que se arrasta desde o século passado, marcado pela má distribuição de renda e pela concentração regional do crescimento. Não por outro motivo, a intensificação da violência torna permanente a sensação de insegurança nos grandes centros urbanos, apenas um exemplo dentre os muitos indicadores da exacerbação dos conflitos sociais.

A Figura 16 ilustra as taxas de crescimento econômico por décadas, associadas a cada cenário.

Figura 16 – Comparação entre as taxas de crescimento econômico por cenário



4.3. Premissas setoriais

Considerações gerais

Inicialmente, vale ressaltar que os resultados relativos à quantificação de energia nos cenários econômicos do PNE 2030 e apresentados neste relatório, desconsideram o consumo final do setor energético⁶ que, em 2005, respondeu por 9,0% do total de demanda de energia final neste ano (EPE, 2006, dados preliminares). Além do consumo final para uso energético, realiza-se uma estimativa do consumo final não-energético não incluso no consumo final energético. Assim, são estimadas as quantidades de gás natural para uso não-energético⁷ (indústria química), nafta e outros produtos não-energéticos (lubrificantes, solventes, asfalto e outros). Estas estimativas serão explicitadas adiante.

A trajetória do consumo de energia por cenário é função de dois conjuntos de hipóteses:

- hipóteses econômicas, principalmente no que diz respeito à evolução do valor adicionado dos setores em relação ao valor adicionado total, e
- hipóteses energéticas, basicamente relacionadas à evolução de utilização da energia, e que estão ligadas, por sua vez, às hipóteses de perfil tecnológico, eficiência energética e de substituição inter-energéticos adotadas.

Por sua vez, as premissas energéticas adotadas neste estudo podem ser segmentadas em dois tipos: comuns e específicas ao cenário. No primeiro caso, as premissas correspondem a tendências razoavelmente consolidadas, isto é, não se espera que se alterem de forma significativa de acordo com o cenário. A modernização da indústria sucro-alcooleira pode ser citada como exemplo deste tipo de consideração. Para este conjunto de premissas, a distinção entre os cenários se deve, essencialmente, a diferenças no efeito do nível

⁶ A demanda final do setor energético corresponde à energia consumida nos Centros de Transformação e/ou processos de extração e transporte interno de produtos energéticos em sua forma final (EPE/MME, 2005).

⁷ O consumo não energético do gás natural na indústria siderúrgica é contabilizado conjuntamente ao consumo de gás natural para uso energético.

de atividade em cada setor ou segmento. No segundo caso, as premissas mudam de acordo com o cenário. Um exemplo disto inclui as diferenças de produtividade na cultura de cana-de-açúcar e resultantes principalmente de estágios de desenvolvimentos tecnológicos distintos por cenário.

As principais premissas utilizadas em nosso estudo por setor e segmento, e comuns aos cenários, são descritas a seguir. Ao final deste item do relatório, é apresentado um quadro síntese das principais premissas de uso de energia por cenário e setor/segmento de consumo final.

Premissas comuns

Setor agropecuário

Um parâmetro importante para projeção da demanda de eletricidade no setor agropecuário é o consumo específico de eletricidade (kWh/t), que pode ser vinculado ao grau de modernização da atividade agropecuária do país (por exemplo, traduzido no maior grau de acesso a técnicas de irrigação). Assim, em cenários de maior grau de modernização, o consumo específico deve aumentar em propriedades rurais com perfil tecnológico atualmente defasado.⁸ Por outro lado, em segmentos específicos da atividade agropecuária relativamente modernizados (produção de soja e de cana-de-açúcar), admitiu-se a redução sustentada do consumo específico como tendência de longo prazo, por conta de ganhos de eficiência. Segmentos com mercado parcialmente voltado à exportação, como a produção de soja e carnes, poderiam ser apontados como exemplos neste caso, uma vez que a modernização da atividade é um requisito para sua competitividade internacional, modernização esta incluindo aspectos tecnológicos e também comerciais, como por exemplo, o cumprimento estrito de exigências sanitárias.

Portanto, a taxa global de crescimento da demanda de eletricidade no setor agropecuário resulta de dois efeitos em sentidos contrários: o primeiro deles eleva este indicador - relacionado à demanda por modernização da atividade em segmentos específicos do setor -, enquanto que o segundo reduz esta demanda, devido à penetração de tecnologias mais eficientes no uso de eletricidade.

Quanto à eficiência energética, as premissas usam como *proxy* os dados publicados no Balanço de Energia Útil,⁹ sendo a dinâmica dos ganhos estabelecida conforme o cenário que se esteja tratando.

Nos cenários Na Crista da Onda e Surfando a Marola, adotou-se a hipótese de que a eficiência média setorial atingiria os melhores coeficientes de eficiência energética disponíveis por uso (força motriz, aquecimento direto, calor de processo, iluminação, refrigeração e outros) em um período de dez anos, ou seja, até 2016. Para o restante do período (2017-2030), supõe-se que estes coeficientes de eficiência mantêm a taxa de melhoria do período 2006-2016. Embora, à primeira vista pareça ser conservadora a premissa adotada, deve-se lembrar que os coeficientes de eficiência energética apresentados no BEU correspondem, de certo modo, a uma estimativa de potencial técnico, o que pode ser considerado um limite superior dos ganhos de eficiência estimados com base nos dados atualmente disponíveis. Por outro lado, como nos cenários de menor crescimento econômico (Pedalinho e Náufrago) o ritmo de penetração do uso eficiente de energia ocorre de forma menos acelerada, adota-se a hipótese de que estes ganhos sejam atingidos somente ao final do horizonte do estudo (2030).

8 O aumento do consumo específico de energia (energia/produto) à medida que a atividade agropecuária se moderniza pode ser exemplificado comparando-se a produção de arroz nos EUA e nas Filipinas. Nos EUA se registrava um consumo energético total (incluindo eletricidade e demais energéticos, como consumo direto e indireto) de 64,9 MJ/ha, com uma produtividade média de 5,8 t/ha. Já nas Filipinas, a produção de arroz, em estágio intermediário de modernização, apresentava um consumo específico de 6,4 MJ/ha, com produtividade média de 2,7 t/ha (Schaeffer et al., 2004).

9 Em termos de uso da eletricidade, em 2004 registrou-se uma eficiência média em torno de 83,4%, segundo dados do Balanço de Energia Útil. Em termos de uso final, predominou a utilização da eletricidade para força motriz (85,1%), como um rendimento médio de 89% em 2004 (FDTE/MME, 2005).

Por fim, no caso específico da indústria sucro-alcooleira, a demanda por óleo diesel potencial¹⁰ depende da evolução da “*taxa de mecanização da colheita*”, que varia de acordo com o cenário.

Setor industrial

A desagregação do setor industrial seguiu inicialmente a divisão adotada no Balanço de Energia Útil (BEU), conforme apresentada na Tabela 21.

Tabela 21 – Segmentos industriais do Balanço Energético Nacional

Setor/segmento	Consumo (2004)	
	Mil tep	Participação relativa (%)
Alimentos e bebidas	17.599	24,4
Cerâmica	3.215	4,5
Cimento	2.648	3,7
Ferro-ligas	1.563	2,2
Ferro-gusa	17.945	24,8
Não-ferrosos	5.298	7,3
Mineração e pelotização	2.642	3,7
Papel e celulose	7.298	10,1
Química	7.114	9,9
Têxtil	1.186	1,6
Outras indústrias	5.707	7,9
Total	72.216	100,0

Fonte: EPE/MME, 2005.

Optou-se, entretanto, por simplificar ainda mais a análise da participação relativa dentro da indústria, agregando os 11 segmentos industriais do BEN em apenas dois grupos, de acordo com o interesse mais direto ao escopo deste estudo: grandes consumidores de energia e as demais indústrias.

Deve-se destacar que, implementar esta desagregação não é uma tarefa trivial, visto que a definição de grande consumidor de energia não é imediata. Para exemplificar esta dificuldade, em termos absolutos, o segmento de ferro-ligas não registra grande participação no consumo total de energia e de eletricidade (2,2% e 4,5% do total da indústria, respectivamente), mas seu consumo específico de eletricidade (6.900 kWh/t) o torna especialmente relevante para os grandes consumidores de eletricidade.

Garcia *et al.* (2006) definem a indústria energo-intensiva como aquela composta de segmentos industriais cujo consumo individual de energia supera 2% do total consumido pelo setor industrial, ou pelos setores cujas razões “despesa com energia/custo operacional” ou “despesa com energia/valor adicionado” superam 7,5%. Entretanto, a incompatibilidade entre a base de dados empregadas por Garcia *et al.* (2006) e a empregada em nosso estudo impossibilita a utilização dos critérios anteriores para delimitar os setores energo-intensivos da indústria.

Com base na desagregação do BEU, a definição do grupo de grandes consumidores foi estabelecida a partir da avaliação de três critérios:

10 É importante destacar que a demanda de óleo diesel potencial pode ser entendida como a demanda por combustíveis fósseis com a especificação de óleo diesel para fins motrizes neste setor. Isto significa que a demanda final estimada pode ser atendida tanto a partir de óleo diesel produzido em refinarias (diesel tradicional e H-Bio), quanto a partir do biodiesel.

1. Intensidade energética: Em geral, os consumidores industriais energo-intensivos também são aqueles que possuem alta intensidade energética. Para estabelecer um critério de segmentação, adotou-se a seguinte premissa: segmentos industriais cuja intensidade energética se mostrasse superior a duas vezes a média da indústria, seriam classificados no grupo de grandes consumidores de energia. Utilizando-se este critério, seriam excluídas do grupo de grandes consumidores de energia os segmentos química, têxtil e outras indústrias, como se pode ver pela Tabela 22.

Tabela 22 – Intensidade energética nos segmentos industriais
Brasil - 2004

Setor	Intensidade energética ¹ (tep/mil US\$)	Intensidade energética relativa ²
Indústria - total	0,386	1,00
Extrativa mineral	0,803	2,08
Não metálicos	1,035	2,68
Metalurgia ³	1,341	3,47
Química	0,258	0,67
Alimentos e bebidas	0,876	2,27
Têxtil	0,533	1,38
Papel e celulose	0,817	2,12
Outras	0,057	0,15

Notas: 1 - Em US\$ constante de 2003; 2 - Relativa à intensidade energética da indústria como um todo; e 3 - Inclui os seguintes segmentos industriais ferro-gusa e aço; ferro-ligas e não-ferrosos e outros da metalurgia.

Fonte: EPE/MME, 2005.

2. Consumo específico de energia: A exemplo do realizado para o consumo específico de eletricidade, este indicador visa avaliar a magnitude do consumo específico de energia por segmento. Estes dados são disponíveis/estimados para alguns segmentos industriais e são apresentados na Tabela 23.

Tabela 23 – Consumo específico de energia em segmentos industriais
Brasil, 2005-2006

Segmento da indústria	Consumo Específico (tep/t)
Cimento	0,077
Ferro-gusa e aço	0,545
Não-ferrosos e outros metalurgia	1,091
Ferro-ligas	1,397
Papel e celulose	0,411
Alimentos e bebidas ¹	0,144
Química ²	0,189

Notas: 1 - estimado a partir de Tolmasquim e Szklo (2000) e EPE (2005); 2 - estimado a partir de EPE (2005) e ABIQUIM (2006).

Demais valores apresentados: a partir de EPE/MME, 2005.

3. Participação do segmento no consumo total de energia: por este critério, pode-se estabelecer aqueles segmentos industriais com relevante peso no consumo de energia. Seguindo o mesmo critério adotado no caso do consumo de eletricidade, foram classificados como grandes consumidores de energia aqueles segmentos da indústria cujo consumo individual fosse superior a 5% em 2004, conforme dados apresentados na Tabela 21.

A partir do estabelecimento deste conjunto de critérios, os segmentos industriais receberam um ponto caso o segmento industrial atendesse o critério analisado, sendo o somatório desta pontuação utilizada para a composição dos grandes consumidores de energia em nosso estudo.

Tabela 24 – Critérios de classificação dos grandes consumidores industriais de energia

Segmento	Critério			Total
	Intensidade energética	Consumo específico	Participação no consumo de energia	
Alimentos e bebidas	1,0	1,0	0,0	2,0
Cerâmica	1,0	0,0	0,0	1,0
Cimento	1,0	0,0	0,0	1,0
Ferro-ligas	1,0	0,0	1,0	2,0
Ferro-gusa	1,0	1,0	1,0	3,0
Não-ferrosos	1,0	1,0	1,0	3,0
Mineração e pelotização	1,0	1,0	1,0	3,0
Papel e celulose	1,0	1,0	1,0	3,0
Química	0,0	1,0	1,0	2,0
Têxtil	0,0	0,0	0,0	0,0
Outras indústrias	0,0	1,0	0,0	1,0

Para efeito de nosso estudo, utilizou-se a soma aritmética dos três critérios e a seguinte classificação foi adotada: aqueles segmentos com valor superior a 1,0 foram considerados grandes consumidores de energia. Estão neste grupo, portanto: alimentos e bebidas, papel e celulose, ferro-gusa e aço, ferro-ligas, mineração e pelotização, metais não-ferrosos e outros da metalurgia e química. Cimento, cerâmica, têxtil e outras indústrias foram classificadas no grupo demais indústrias.

Dentre os grandes consumidores de energia, as principais hipóteses utilizadas são explicitadas a seguir:

Na indústria de alumínio, supõe-se que toda a expansão de fábricas de produção de alumínio utilizará o processo de anodos pré-cozidos (APC) que, por seu menor consumo específico (em torno de 14,1 MWh/t de alumínio), implica a redução gradual do consumo específico de eletricidade na indústria.

No caso da indústria química, toda a expansão de capacidade da indústria de soda-cloro ocorre a partir de plantas baseadas na tecnologia de membrana que possuem menor consumo específico de eletricidade, ou seja, 2,7 MWh/t contra os 2,9 MWh/t demandados em plantas baseadas na tecnologia de diafragma (que respondem atualmente por 72% da produção nacional). Já as plantas baseadas em mercúrio – cerca de 23% da produção nacional – têm queda de participação, uma vez que esta tecnologia tem severos impactos ambientais que praticamente inviabilizam sua expansão e, portanto, considera-se que serão sucateadas ao longo do tempo. A cada cenário associa-se um percentual da demanda de calor atendida por co-geração a gás natural e, conseqüentemente, a expansão de capacidade dessas unidades.¹¹ Além disso, o gás natural também eleva sua participação no atendimento de demanda de calor na geração de vapor, em unidades industriais onde unidades de co-geração não são aplicáveis. Como se pode observar na Tabela 25, a penetração do gás natural na indústria química tem sido bastante forte nos últimos anos – bem acima da taxa de crescimento da demanda de energia total, com concomitante retração do consumo de óleo combustível.

11 A definição deste percentual está baseada na aderência das condições apresentadas em Tolmasquim *et al.* (2003) a cada um dos cenários.

Tabela 25 – Consumo energético da indústria química
Brasil, 1995 e 2004

Fonte	1995		2004		Taxa de crescimento (% a.a)
	Consumo (tep)	Particip. relativa (%)	Consumo (tep)	Particip. relativa (%)	
Gás natural	510	10,7	2.063	29,0	16,8
Carvão vapor	129	2,7	73	1,0	-6,1.
Lenha	145	3,0	49	0,7	-11,4
Bagaço de cana e outros	47	1,0	101	1,4	8,9
Óleo diesel	75	1,6	149	2,1	8,0
Óleo combustível	1.474	30,8	643	9,0	-8,8
GLP	14	0,3	20	0,3	3,6
Querosene	0	0,0	1	0,0	0,0
Elettricidade	1.278	26,7	1.859	26,1	4,2
Carvão vegetal	24	0,5	16	0,2	-4,3
Outras sec. de petróleo	1.083	22,7	2.141	30,1	7,9
Total	4.780	100	7.115	100	4,5

Fonte: EPE/MME, 2005.

Na indústria de alimentos e bebidas, considera-se o aumento da utilização do bagaço de cana-de-açúcar para consumo térmico e autoprodução na indústria sucro-alcooleira. Na indústria de alimentos e bebidas como um todo, o consumo de óleo combustível mantém a tendência histórica de redução de participação no consumo final de energia, sendo maior nos cenários de maior crescimento econômico, em virtude da maior disponibilidade de gás natural, como também do maior aproveitamento do óleo combustível para a produção de óleo diesel em refinarias brasileiras. Ver Tabela 26.

Tabela 26 – Consumo energético da indústria de alimentos e bebidas

Fonte	1995		2004		Taxa de crescimento (% a.a)
	Consumo (tep)	Particip. relativa (%)	Consumo (tep)	Particip. relativa (%)	
Gás natural	164	1,5	491	2,8	13,0
Carvão vapor	89	0,8	48	0,3	-6,7
Lenha	1.764	15,6	1.772	10,1	0,1
Bagaço de cana e outros	7.115	63,1	12.783	72,8	6,7
Óleo diesel	34	0,3	74	0,4	9,0
Óleo combustível	976	8,7	606	3,5	-5,2
GLP	33	0,3	71	0,4	8,9
Querosene	6	0,1	0	0,0	-
Gás canalizado	1	0,0	0	0,0	-
Elettricidade	1.094	9,7	1.707	9,7	5,1.
Total	11.276	100,0	17.552	100,0	5,0.

Fonte: EPE/MME, 2005.

Na indústria de papel e celulose, e mais especificamente no segmento de produção de celulose, o perfil de consumo de energia se mantém estruturalmente igual ao ano-base, com a indústria mantendo sua estrutura autoprodutora, sem geração de excedentes elétricos comercializáveis. No segmento de produção de papel, contudo, a penetração do gás natural, deslocando a lenha e o óleo combustível para geração de vapor, mantém sua tendência histórica dos últimos dez anos, como pode ser observado na Tabela 27. Uma outra tendên-

cia recente é o aumento da participação relativa de combustíveis residuais na matriz de consumo de energia nesta indústria, como pode ser observado na Figura 17. Quanto aos ganhos de eficiência no uso de energia, admite-se que as plantas brasileiras atinjam, no horizonte de 25 anos, os índices de uso de eletricidade das plantas atualmente mais eficientes no plano internacional.

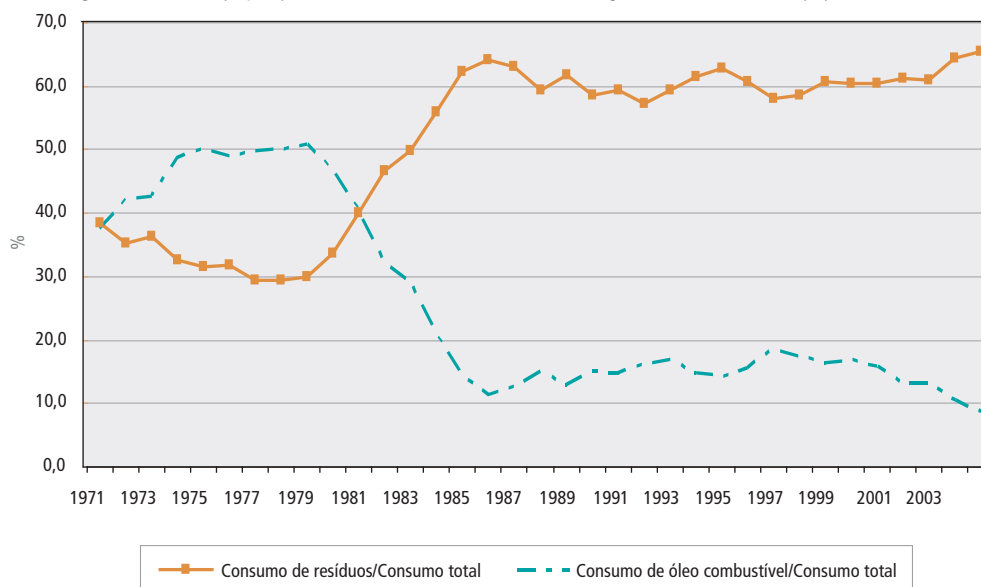
Tabela 27 – Consumo energético da indústria de papel e celulose
Brasil, 1994 e 1995

Fonte	1995		2004		Taxa de crescimento (% a.a.)
	Consumo (tep)	Particip. relativa (%)	Consumo (tep)	Particip. relativa (%)	
Gás natural	125	2,6	458	6,3	15,5
Carvão vapor	94	1,9	89	1,2	-0,6
Lenha	909	18,7	1139	15,6	2,5
Bagaço de cana	5	0,1	30	0,4	22,7
Lixívia	1.678	34,5	3.144	43,1	7,2
Outras recuperações	373	7,7	505	6,9	3,4
Óleo diesel	24	0,5	59	0,8	10,2
Óleo combustível	763	15,7	635	8,7	-2,0
GLP	10	0,2	28	0,4	12,3
Coque de pet. e querosene	44	0,9	0	0,0	-
Eletricidade	843	17,3	1212	16,6	4,1
Outras não especificadas	0	0,0	0	0,0	0,0
Total	4.867	100,0	7.299	100,0	4,6

Nota: a denominação “resíduos” inclui lenha, lixívia e outras recuperações.

Fonte: EPE/MME, 2005.

Figura 17 – Participação percentual de fontes no consumo energético da indústria de papel e celulose



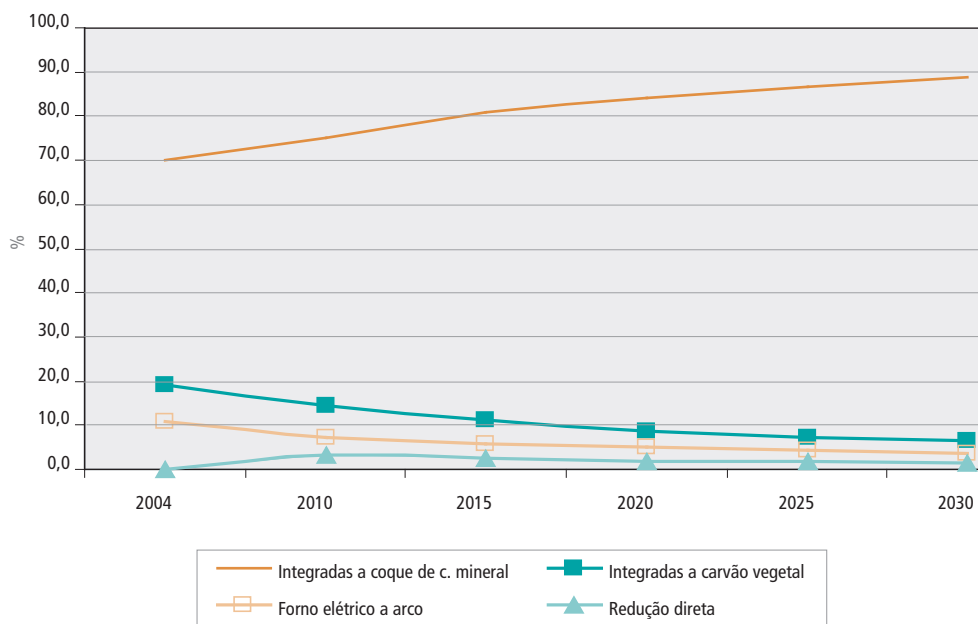
No caso da indústria de ferro-gusa e aço, também admitiu-se que a planta típica para expansão das unidades integradas e baseadas no consumo de coque de carvão mineral, o que implica a redução da participação de outras tecnologias de redução do minério de ferro, como é o caso das usinas integradas a carvão vegetal. Em todos os cenários supôs-se a entrada em operação, entre 2010 e 2015, de uma planta de redução direta do minério de ferro a partir do uso de gás natural no Nordeste, com capacidade anual de produção de 1,5 milhão de toneladas de ferro esponja, com consumo associado de gás natural de 1,8 milhão m³/dia. A evolução da estrutura tecnológica neste segmento industrial é apresentada na Figura 18.

Tabela 28 – Consumo energético da indústria de ferro-gusa e aço
Brasil, 1995 e 2004

Fonte	1995		2004		Taxa de crescimento (% a.a)
	Consumo (tep)	Particip. relativa (%)	Consumo (tep)	Particip. relativa (%)	
Gás natural	600	4,3	936	5,2	5,1
Carvão mineral	277	2,0	2.455	13,7	27,4
Óleo diesel	18	0,1	40	0,2	9,0
Óleo combustível	391	2,8	79	0,4	-16,3
GLP	33	0,2	56	0,3	6,2
Querosene	10	0,1	1	0,0	-24,2
Gás de coqueria	1.047	7,5	1.037	5,8	-0,1
Gás canalizado	0	0,0	0	0,0	0,0
Coque de carvão mineral	6.605	47,3	6.574	36,6	-0,1
Elettricidade	1.234	8,8	1.452	8,1	1,8
Carvão vegetal	3.563	25,5	4.902	27,3	3,6
Alcatrão e outras sec. pet.	185	1,3	413	2,3	9,3
Total	13.962	100,0	17.945	100,0	2,8

Fonte: EPE/MME, 2005.

Figura 18 – Participação percentual das tecnologias de redução na siderurgia por cenário



Por sua vez, no que tange aos segmentos classificados como demais indústrias, pode-se destacar as seguintes tendências adotadas a seguir.

Na indústria de cimento não se observam variações significativas do *mix* de produção, resultando em relativa manutenção do consumo específico de eletricidade (kWh/t). Ademais, o consumo específico de calor diminui (com ganhos diferenciados por cenário), sendo sua matriz de consumo energético baseada em combustíveis residuais, especialmente o coque verde de petróleo. Fundamentalmente, isto se justifica pela incentivo econômico ao uso destes resíduos, resultando, em alguns casos, em remuneração pela utilização do combustível.

A expansão do segmento de cerâmica é alavancada principalmente pelo ritmo de crescimento da atividade de construção civil. Admite-se que a participação de óleo combustível mantém sua tendência de queda, apresentando forte redução de sua participação relativa ao final do horizonte do estudo (2030).

Por fim, vale destacar o tratamento dado aos ganhos de eficiência dentro da indústria. Por exemplo, enquanto o Balanço de Energia Útil permite apreender diferenças de rendimento no uso final de energia para geração de vapor – posto que se relaciona à etapa da queima do combustível – haveria ganhos mais substanciais advindos da atuação em outras partes do sistema, tais como o isolamento de linhas de vapor. Na ausência de dados mais específicos, porém, adotaremos os coeficientes do BEU como parâmetro para estimativa de conservação de eletricidade naqueles setores/segmentos onde uma desagregação maior dos condicionantes de consumo de energia não foi possível. É conveniente destacar que a adoção destes coeficientes de eficiência tende a sinalizar resultados mais conservadores quanto ao verdadeiro potencial de conservação existente nos diversos setores de consumo final de energia, uma vez que estes coeficientes não apreendem o potencial de conservação existente em um sistema de fornecimento de energia como um todo.

Sector residencial

Com relação aos principais energéticos utilizados no setor residencial, é possível definir as premissas comuns a seguir.

i) Energia elétrica

A estimativa de evolução da demanda residencial de energia elétrica até o ano de 2030 foi realizada com base no percentual de domicílios ligados à rede elétrica, na posse média dos principais equipamentos presentes nos domicílios brasileiros e no consumo específico por domicílio. Com relação ao percentual de domicílios ligados à rede considerou-se, conforme o cenário considerado, o grau de sucesso do Programa Luz para Todos em antecipar em sete anos a universalização do acesso ao serviço de energia elétrica.¹² Vale ressaltar que a universalização deverá ser alcançada, para cada concessionária, em função do Índice de Atendimento (IA),¹³

12 Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso da Energia Elétrica – LUZ PARA TODOS: programa instituído pelo Decreto no 4.873, de 11 de novembro de 2003, e coordenado pelo Ministério de Minas e Energia com participação da Eletrobrás e de suas empresas controladas, com o objetivo de propiciar, até o ano de 2008, o atendimento em energia elétrica à parcela da população do meio rural brasileiro que ainda não possui acesso a esse serviço público. O programa está orçado em R\$ 12,7 bilhões, dos quais o Governo Federal destinará R\$ 9,1 bilhões, e está sendo realizado em parceria com as distribuidoras de energia e os governos estaduais. Os recursos federais virão de fundos setoriais de energia – a Conta de Desenvolvimento Energético (CDE) e a Reserva Global de Reversão (RGR). Com isso, o governo antecipará em sete anos a universalização da energia elétrica no país, seguindo as metas do cronograma de atendimento. Pela legislação atual (Resolução ANEEL no 223, de 29 de abril de 2003), as concessionárias de energia teriam prazo até dezembro de 2015 para eletrificar todos os domicílios sem acesso à energia no Brasil. A ligação da energia elétrica até os domicílios será gratuita e inclui a instalação de três pontos de luz e duas tomadas. (MME, 2006 e ANEEL, 2006b).

13 Índice de Atendimento (IA): razão entre o número de domicílios com iluminação elétrica e o total de domicílios, ambos obtidos a partir do Censo 2000 da Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Os valores expressos referem-se aos domicílios particulares permanentes ocupados e, portanto, não incluem a parcela de domicílios vagos, fechados e de uso ocasional. Cabe ressaltar que, de acordo com IBGE (2006a), o conceito de domicílio particular ocupado é aplicado quando o relacionamento entre seus ocupantes é ditado por laços de parentesco, dependência doméstica ou por normas de convivência, e serve de residência principal.

estimado com base nos dados do Censo 2000 (IBGE, 2002).

Em relação ao consumo específico dos eletrodomésticos, tomou-se como referência inicial os valores determinados a partir de informações contidas na Pesquisa de Posse de Eletrodomésticos e Hábitos de Uso (PROCEL/PUC, 2006), no catálogo Selo Procel 2005 (PROCEL, 2006), em INMETRO (2006), além de dados de potência e tempo de uso, fornecidos pelas concessionárias de energia elétrica. As projeções de consumo específico por uso final foram obtidas com base no tempo médio de uso e na potência dos equipamentos, variável que internaliza os rendimentos médios.

A evolução da posse dos equipamentos depende do cenário considerado, mas no caso específico do *freezer* admitiu-se que sua posse cairá com o passar do tempo. Esta hipótese independe do cenário e mostra-se aderente com a tendência verificada no passado recente, haja vista a mudança de hábito ocorrida desde o racionamento e o fato de não haver mais a necessidade de estocar alimentos, como nos períodos de alta inflação.

A evolução da posse de chuveiros elétricos foi determinada levando em conta a projeção do número de domicílios que serão conectados à rede de distribuição de gás até o ano de 2030 e o percentual destes domicílios que possuirão aquecedor a gás. Estas variáveis dependerão do cenário considerado. Já para determinar a parcela de chuveiros elétricos deslocada por um maior uso de aquecedores de água a gás natural, foi necessário estimar a evolução da demanda residencial de gás natural para o horizonte de análise, como será detalhado a seguir.

ii) Gás natural

A estimativa de evolução da demanda residencial de gás natural foi realizada com base no relatório “Resultados do Cálculo da Projeção de Demanda de Gás Natural no Mercado Primário (2006-2015)” (EPE, 2006c),¹⁴ que apresenta os resultados da projeção de demanda de gás natural no mercado primário para o horizonte de 2015, desagregada em demanda termelétrica e não-termelétrica.¹⁵

Do referido relatório, cabe descrever sucintamente as premissas concernentes aos cenários de competitividade e à classificação utilizada para a demanda.

Em relação à competitividade do gás natural frente aos energéticos concorrentes, são considerados três casos para a relação de preços entre o gás natural e o OC ATE (óleo combustível alto teor de enxofre) a partir do ano de 2010, quais sejam: 100%; 85% e 70%. A partir destes percentuais definidos para o OC ATE estabeleceu-se percentuais equivalentes para os preços dos demais combustíveis. O ponto de partida para todos os combustíveis foi a relação de preços observada no ano de 2005 (EPE, 2006c). Além disso, a Tabela 29 apresenta a correspondência estabelecida entre os cenários de competitividade do gás natural do referido estudo e os cenários econômicos desenvolvidos neste trabalho.

14 O projeto “Projeção de Demanda de Gás Natural (2006-2015)” compreende três relatórios. O Relatório no 1 teve por objetivo descrever a metodologia empregada no cálculo da projeção da demanda de gás natural no mercado primário. O Relatório no 2 (EPE, 2006c) apresenta os resultados da projeção de demanda de gás natural no mercado primário e o Relatório no 3 contemplará o estabelecimento de premissas para a criação do mercado secundário (interruptível), bem como a estimativa de seu potencial, a partir da elaboração de cenários de despacho termelétrico.

15 Esse trabalho foi fruto de um amplo debate com as companhias distribuidoras, a Associação Brasileira das Empresas Distribuidoras de Gás Canalizado - ABEGÁS, a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - ANP, o Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás - IBP, a Petrobras e a Associação Brasileira de Geradoras Termelétricas - ABRAGET.

Tabela 29 – Preço do gás natural em relação ao preço do óleo combustível

Cenário	Preço relativo do gás natural
Na Crista da Onda	70%
Surfando a Marola	85%
Pedalinho	100%
Náufrago	100%

Em relação à demanda de gás natural, as companhias distribuidoras concentraram-se no levantamento das demandas provadas e prováveis. Estas, por sua vez, resultaram da quantificação dos seguintes segmentos:

- mercado atual industrial, considerando o mercado atendido, o reprimido e os consumidores dos projetos em implantação;
- expansões da rede de distribuição aprovadas no planejamento plurianual e nas metas estabelecidas pelos órgãos reguladores estaduais;
- mercado veicular atendido e em processo de implantação;
- projetos de co-geração em operação, em implantação e aprovados pela ANEEL;
- projetos de suprimento de gás por GNC ou GNL, atendidos, em implantação e projetos aprovados no planejamento plurianual;
- regiões alcançadas por novos gasodutos de transporte em implantação e aprovados pela ANP;
- projetos de termelétricas a gás em operação, em implantação e projetos aprovados pela ANEEL.
- O crescimento vegetativo dos segmentos a seguir:
 - industrial: percentual da variação do crescimento do PIB (setorial/regional);
 - residencial e comercial: estimativa feita por cada distribuidora considerando seus projetos e a velocidade de conversão; e
 - GNV: taxa de crescimento observada na área atendida pela distribuidora.

Com base nestas premissas, a demanda não-termelétrica total no ano de 2015 atingirá 76.496 mil m³/dia no cenário de 70%, 61.496 mil m³/dia e 54.139 mil m³/dia nos cenários de 85% e 100%, respectivamente. Vale destacar que estas projeções levaram em conta a tendência a uma maior insensibilidade do setor residencial a preços, pois uma vez feita a conversão do GLP para o gás natural, a reversão torna-se mais difícil, criando, dessa forma, um consumo cativo.

O percentual de domicílios ligados à rede de gás é uma variável endógena do modelo, determinada a partir do consumo específico de gás por domicílio e da demanda de gás natural projetada. Com base no número de domicílios com gás canalizado no ano de 2004 informado na Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio - PNAD (IBGE, 2006a) e no consumo residencial de gás natural publicado no Balanço Energético Nacional 2005 (EPE/MME, 2005), estimou-se um consumo específico de 15 m³/domicílio/mês para o ano de 2004. Trabalhou-se com a premissa de que o consumo específico permaneça neste patamar em todos os cenários. Ademais, supõe-se, implicitamente, que a difusão de novos equipamentos nos domicílios seja compensada, em proporção equivalente, aos ganhos de eficiência.

A evolução da demanda residencial de gás natural foi determinada para cada cenário, então, considerando para o período 2005-2015 a demanda potencial do setor residencial quantificada nos estudos específicos

sobre o mercado de gás natural no Brasil.¹⁶ A fim de estimar a demanda residencial de gás natural para o período 2016-2030, adotou-se a hipótese de que seu crescimento se dará na mesma proporção do crescimento médio do número de domicílios para este período. No caso específico do cenário Náufrago, a evolução da demanda residencial de gás natural foi estimada admitindo-se uma redução de 5% na demanda quantificada para o cenário Pedalinho.

iii) Lenha

As variáveis relevantes para a estimativa da evolução do consumo de lenha até 2030 são o percentual de domicílios com fogão a lenha e o consumo específico de lenha por domicílio.

A projeção do número de domicílios com fogão a lenha foi determinada a partir da evolução do número de domicílios localizados em áreas rurais por classes de renda e que utilizarão a lenha como energético. Como referência inicial utilizou-se a PNAD referente ao ano de 2004 (IBGE, 2006a).

Tendo em vista o comportamento pouco elástico do consumo específico deste energético em relação à renda especialmente nos domicílios rurais de baixa renda,¹⁷ considerou-se, independente do cenário, um consumo específico de lenha de 12,3 kg/domicílio/dia (ACHÃO, 2003), constante ao longo de todo o horizonte.

iv) Gás liquefeito de petróleo (GLP)

As variáveis utilizadas para a projeção do consumo residencial de GLP até 2030 foram o percentual de domicílios com fogão a GLP e o consumo específico de GLP por domicílio.

A projeção do número de domicílios com fogão a GLP foi determinada a partir da diferença entre o total de domicílios do país, os domicílios ligados à rede de distribuição de gás e os domicílios com fogão a lenha.

O consumo específico de GLP foi calculado para o ano de 2004 a partir do consumo residencial de GLP apresentado no Balanço Energético Nacional (EPE/MME, 2005) e do percentual de domicílios com fogão a GLP informado na Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio (PNAD) 2004 (IBGE, 2006a). Adotou-se como premissa, exceto no cenário Náufrago, uma evolução do consumo específico de GLP, que atingirá um valor maior do que o calculado para 2004, porém, inferior ao registrado para o ano de 2000. A adoção desta premissa justifica-se, em grande medida, por duas razões: pela natureza conjuntural da queda do consumo residencial deste combustível em função da forte elevação nos preços do GLP no mercado interno entre os anos de 2000 e 2004 (ANP, 2002 e 2003) e por acreditar-se que parcela desta queda seja devida aos ganhos de eficiência dos fogões. A velocidade de recuperação do consumo específico dependerá do cenário considerado, mas no caso do cenário Náufrago, considerou-se que não haverá recuperação.

Cumprir notar que, exceto nos últimos cinco anos, o consumo específico de GLP se manteve relativamente estável com o passar do tempo. A queda observada no período 2000-2005, de natureza conjuntural, pode ser atribuída à conjugação de aumento de preço do botijão ocorrido após a liberação dos preços de derivados, à melhoria da eficiência dos fogões e à perda de renda da população.¹⁸

16 Apresentada em EPE (2006c).

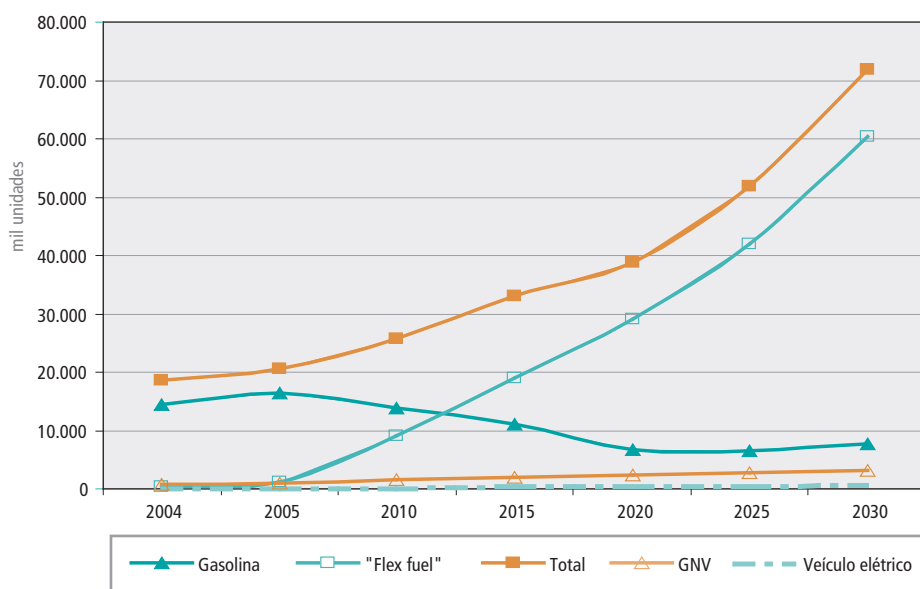
17 ACHÃO (2003) determinou o consumo médio anual de lenha por domicílio segundo as regiões e classes de renda para o ano de 1991 e verificou pequena variação do consumo com o nível de renda.

18 Para mais detalhes, ver EPE (2006f).

Setor de transportes

Em todos os cenários, admitiu-se que a tecnologia *flex fuel* passa a ser preponderante no mercado interno brasileiro durante o horizonte de estudo, sendo o abastecimento por álcool ou gasolina, a variável de escolha do usuário do automóvel. Neste caso, a venda de carros exclusivamente a gasolina se mantém, mas com redução progressiva em relação à frota total.¹⁹ No mesmo sentido, a frota de veículos movida exclusivamente a álcool também se reduz como resultado do sucateamento progressivo das unidades existentes, uma vez que se supõe não haver mais venda deste tipo de veículo no Brasil no horizonte de nosso estudo. Em termos de frota, também é relevante adicionar que a penetração de veículos elétricos ocorre em todos os cenários, restrita a uma pequena fração da quantidade de veículos importados. Em termos gerais, o comportamento da frota de veículos por tipo de combustível segue o comportamento observado na Figura 19.

Figura 19 – Evolução estilizada da frota de veículos por tipo de combustível até 2030



Em termos de perfil de transporte de carga no país, nos cenários Na Crista da Onda e Surfando a Marola, é assumido um ligeiro crescimento da participação do modal ferroviário e a perda de participação do modal rodoviário. Por outro lado, dada a maior dificuldade de financiamento de expansão de infra-estrutura observada nos cenários Pedalinho e Náufrago, não se observa nenhuma alteração significativa da estrutura de transporte de cargas no país. É também nos três cenários de maior crescimento econômico que se observam maiores ganhos de rendimento no consumo de combustível por veículos (em quilometragem média por litro).

Quanto à penetração do gás natural veicular (GNV), este tende a se concentrar no transporte coletivo, em frotas de ônibus urbanos em regiões metropolitanas de grandes cidades.

¹⁹ A perspectiva da tecnologia *flex fuel* é, entretanto, uma incerteza no horizonte de estudo, uma vez dependerá de fato, da estratégia futura da indústria automobilística mundial e a tendência da consolidação desta tecnologia pode ser eventualmente revertida, em função destas estratégias. Todavia, adotou-se a consolidação desta tecnologia como premissa por conta dos seguintes fatores: a posição destacada do país na área de biocombustíveis, a flexibilidade de escolha proporcionada ao usuário final e a convergência de rendimento dos motores *flex fuel* com os motores baseados no consumo de gasolina C.

Em termos do mercado de venda de veículos no período compreendido entre 1970 a 2005, a elasticidade-renda média da venda de veículos foi igual a 1,08 (Tabela 30). Observando-se um período mais recente (2000-2005), este parâmetro situa-se em torno de 1,3, tendo sido este valor utilizado na projeção da frota em nossos cenários.

Tabela 30 – Crescimento médio percentual do PIB e de vendas domésticas de veículos

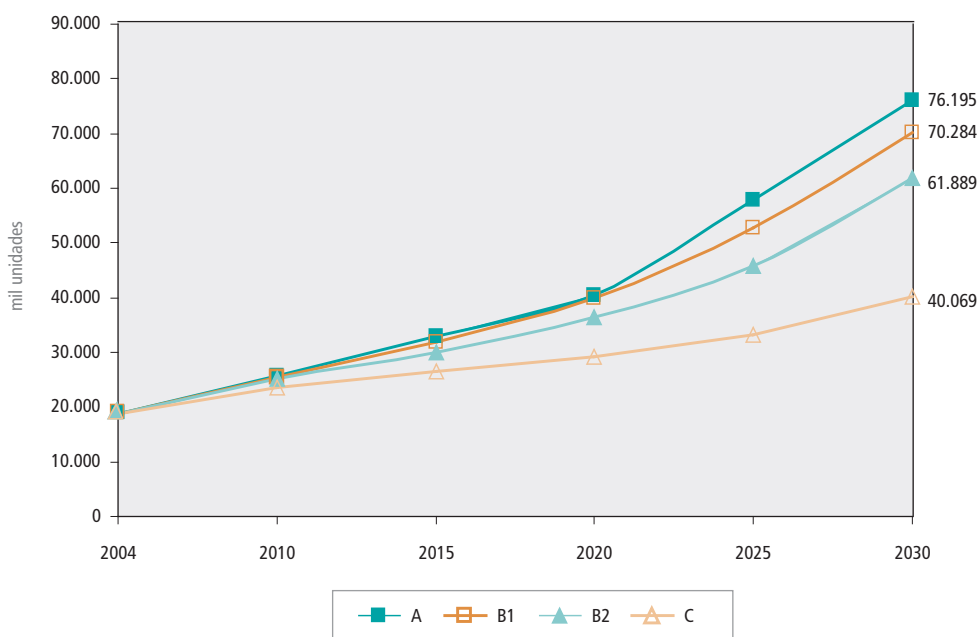
Período	1970-1980	1980-1990	1990-2000	2000-2005	1970-2005
PIB	8,6	1,6	2,6	2,2	3,9
Vendas de Veículos	8,8	-3,2	8,4	2,9	4,3
Elasticidade-renda	1,02	-2,05	3,18	1,30	1,08

Fonte: EPE, 2005.

Trata-se de uma hipótese conservadora quando adotada nos cenários de mais alto crescimento econômico, posto que este parâmetro poderia ser um pouco mais elevado. Para efeitos de comparação, Negri (1998), utilizando várias especificações para um modelo para o comportamento da venda de veículos explicado pelo preço médio dos veículos e pelo acesso a financiamento por parte do consumidor, obtém valores de elasticidade-renda entre 1,11 e 1,50. Com base neste resultado, adotou-se a hipótese de que a elasticidade-renda é igual a 1,3.

Adicionalmente, admitiu-se que esta elasticidade é a mesma para todos os tipos de veículo leve e constante ao longo de todo o período de estudo (2005-2030). Com isto, o crescimento da frota total de veículos leves mostra uma taxa de crescimento médio variando entre 3,0% e 5,7% a.a., como pode ser observado na Figura 20. A partir destes números é possível obter os indicadores taxa de motorização (Figura 21) e “habitantes por veículo” (Figura 22). Por fim, as projeções de habitante por veículo por cenários são comparadas com dados internacionais referentes ao ano de 2004.

Figura 20 – Evolução da frota total de veículos leves

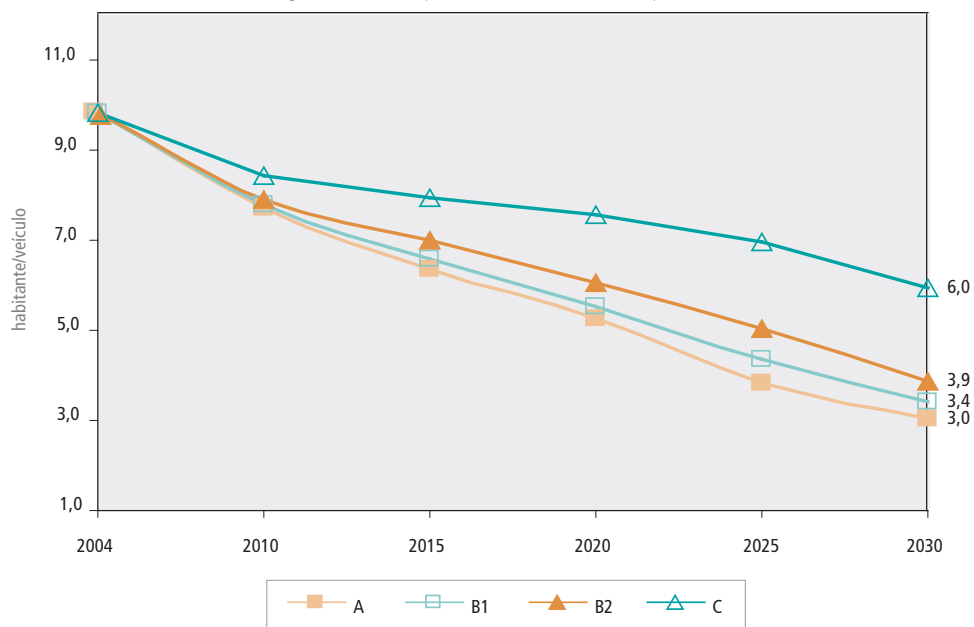


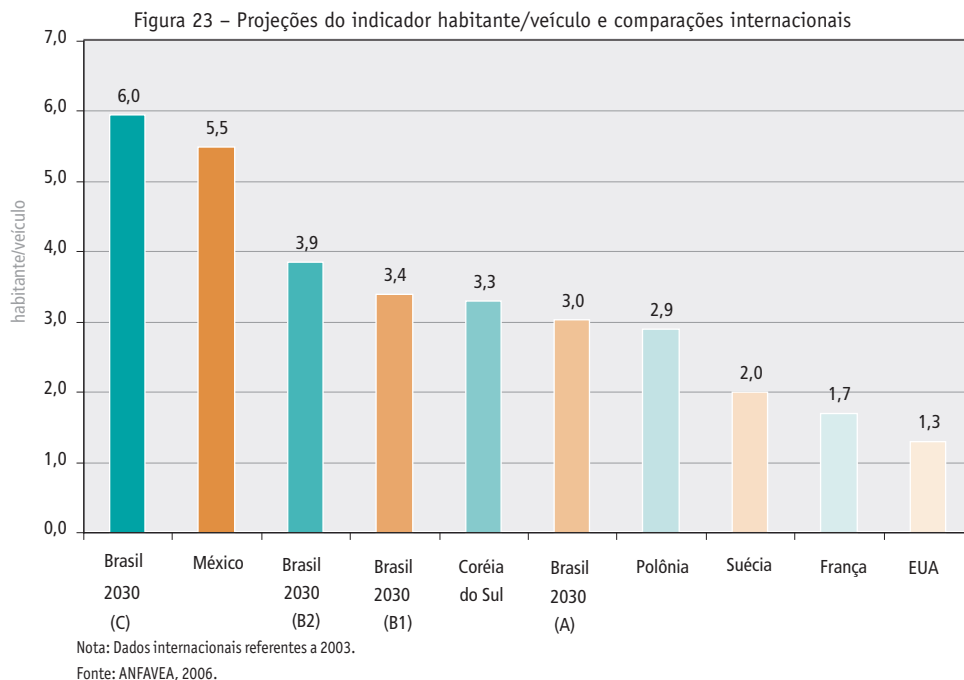
Nota: dado de 2004 estimado.

Figura 21 – Evolução da taxa de motorização



Figura 22 – Evolução do indicador habitante/veículo





Finalmente, no que tange à eficiência de veículos leves, assumiu-se como taxa de melhoria no consumo específico de combustível em motores de combustão interna, os seguintes valores: 1,0% a.a. nos cenários Na Crista da Onda, Surfando a Marola e Pedalinho e 0,6% no cenário Náufrago.

Consumo final não-energético

Segundo EPE/MME (2006, dados preliminares), o consumo final não-energético em 2005 correspondeu a aproximadamente 7,5% do consumo final de fontes energéticas. Basicamente, este consumo se deve ao gás natural e à nafta na indústria química (petroquímicos básicos, metanol e fertilizantes), e a outros não-energéticos de petróleo (lubrificantes, solventes e asfalto).²⁰

A seguir apresentamos as premissas que norteiam as estimativas destas quantidades adicionais demandas da oferta no país no horizonte do PNE 2030, baseadas no documento “Estudos Associados ao Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE 2007/2016): Projeções de Consumo de Derivados de Petróleo e Biocombustíveis - Partes 1, 2, 3 e 4”, produzido pela Empresa de Pesquisa Energética em setembro/2006.

i) Nafta

A estimativa da demanda futura de nafta depende da capacidade de processamento das centrais petroquímicas que utilizam este insumo como carga para a produção dos petroquímicos básicos. No horizonte até 2016, a estimativa de demanda futura considera a parcela de capacidade instalada de eteno que utilizará a nafta como matéria-prima, desconsiderando aquelas expansões que consideram a utilização de outras matérias-primas tais como o gás de refinaria, gás natural, petróleo etc. A partir de 2017, admite-se que a expansão da capacidade instalada de produção de petroquímicos básicos no país seja atendida apenas a partir do

²⁰ Não se tratou no âmbito do PNE 2030 da demanda de álcool para fins não-energéticos.

uso de gás natural e de petróleo pesado, como é o caso do Comperj. Esta premissa se ancora no fato de que grande parte da demanda de nafta petroquímica deverá continuar a ser atendida através de importação, mesmo levando-se em conta as expansões e “desengargalamientos” programados nas refinarias nacionais, sendo pertinente assumir que expansões das centrais petroquímicas tendem a ser planejadas com a utilização de outras matérias-primas (EPE, 2006).

Tabela 31 – Projeção da capacidade de eteno e da demanda de nafta

Período	Eteno (mil t/ano)	Nafta (mil t/ano)	Nafta (mil m³/ano)
2005 - 2007	2.915	9.613	13.351
2008 - 2030	3.055	10.075	13.993

ii) Outros não-energéticos de petróleo

A demanda de derivados não-energéticos do petróleo tem como finalidade atividades diversas como: criação e manutenção de infra-estrutura viária (asfalto), atividades de transporte (lubrificantes automotivos) e outras utilizações industriais (lubrificantes industriais e solventes). A Tabela 32 mostra a evolução recente da demanda de não-energéticos.

Tabela 32 – Demanda de não-energéticos de petróleo - (mil m³/ano)

Produto	2000	2001	2002	2003	2004
Asfalto	1.711	1.554	1.632	1.138	1.381
Lubrificantes	921	829	1.037	917	941
Solventes	543	565	709	804	922
Outros	1.663	1.253	1.486	1.320	1.347
Total	4.838	4.201	4.864	4.179	4.591

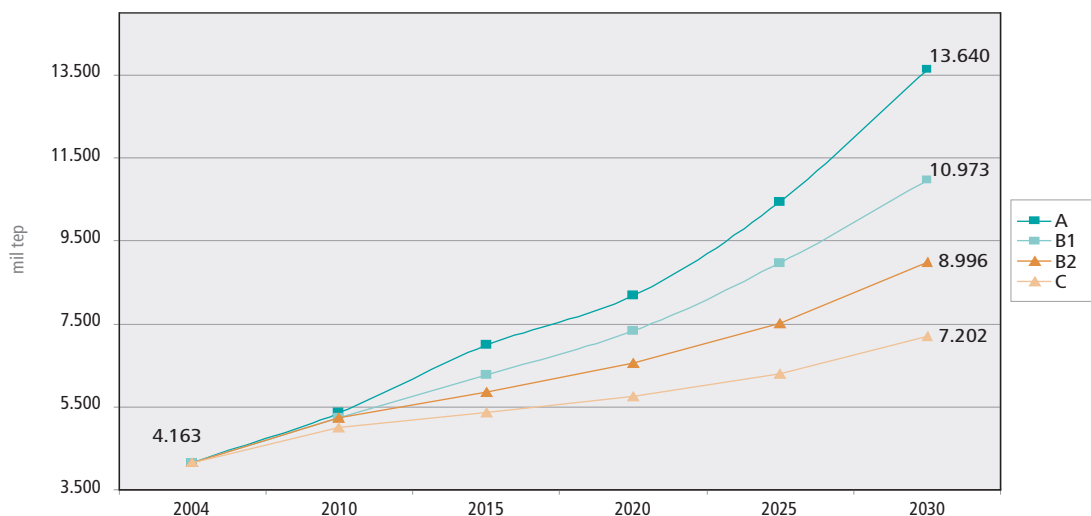
Fonte: EPE, 2006

No estudo específico sobre projeção da demanda de não-energéticos do petróleo realizado pela EPE (2006), foi realizado um ajuste econométrico para explicar o consumo dos não-energéticos em função do PIB, chegando-se à seguinte equação:

$$\ln C = 11,0370 + 0,9137 \cdot \ln (\text{PIB}) \quad (\text{I})$$

Onde “C” é o consumo de derivados não energéticos, dado em m³/ano, e “PIB” é o PIB nacional, medido em R\$ constantes de 2005. A partir da aplicação desta equação, observa-se o perfil de expansão da demanda por cenário conforme apresentado na Figura 24.

Figura 24 – Evolução da demanda de nafta



iii) Gás natural

Em 2004, o consumo total de gás natural para uso não-energético foi de 737 mil tep, ou cerca de 2,3 Mm³/dia. Neste número está incluído o consumo destinado, principalmente à produção de amônia, de metanol e de hidrogênio. Segundo ABIQUIM (2006), a distribuição de consumo de gás natural “seco” observada em 2004 é apresentada na Tabela 33. Nos últimos 5 anos, o percentual de gás natural para consumo não-energético em relação ao consumo energético na indústria química tem se mantido em torno de 10%, como se pode ver na Tabela 34. Por simplificação, este percentual balizou as projeções de demanda de gás natural para consumo final não-energético.

Tabela 33 – Gás natural “seco” como matéria-prima na indústria química – 2004

Produto	mil m ³ /dia
Amônia	1.213
Metanol	587
Hidrogênio	350
Uretano	97
Oxo-álcoois	70
Total	2.387

Fonte: ABIQUIM, 2006.

Tabela 34 – Consumo final não-energético de gás natural na indústria química

Ano	gás natural não energético (mil tep)	Energia total (mil tep)	Gás não energético/energia total
2000	731	6.417	0,114
2001	702	6.357	0,110
2002	722	6.595	0,109
2003	696	6.547	0,106
2004	737	7.115	0,104

Fonte: EPE/MME, 2005

Premissas específicas aos cenários

Cenário A: Na Crista da Onda

Características gerais

Neste cenário o setor de serviços logra aumentar sua participação de 53,1% para 60,8% do PIB total em 2030, decorrente de um crescimento mais vigoroso da economia e da melhor distribuição de renda nacional observada no período. Como o setor agropecuário mantém sua participação relativamente constante, a indústria, apesar de ainda crescer a taxas significativas, perde participação no PIB. Como resultado, a participação do setor industrial no PIB total cai dos 37,2% em 2004 para 29,4% em 2030.

A evolução da participação setorial no valor adicionado total e as respectivas taxas médias de crescimento são apresentadas na Tabela 35.

Tabela 35 – Participação percentual no PIB e evolução setorial - Cenário Na crista da onda

Produto	2004	2030	Taxa média de crescimento (% a.a.)
Agropecuário	9,7	9,8	5,0
Industrial	37,2	29,4	4,0
Serviços	53,1	60,8	5,5

Dados do ano-base, 2004 - IBGE, 2006.

É importante destacar que, embora o setor agropecuário aumente ligeiramente sua participação relativa em termos de PIB, seu crescimento é bastante expressivo no período. Isto é resultado da forte demanda internacional por produtos agrícolas e de pecuária, que mantém elevados os preços das *commodities agrícolas* (em especial, o açúcar e a soja). O vigoroso crescimento interno afeta positivamente ainda a pecuária e a produção de leite e derivados. Também neste cenário se destaca a exportação de biocombustíveis, como o álcool e o biodiesel.²¹

Em relação à indústria, a Tabela 36 mostra a participação relativa dos grandes consumidores de energia no valor adicionado da indústria.

Tabela 36 – Participação percentual no valor adicionado da indústria - Cenário Na crista da onda

Segmento	2004	2030
Grandes consumidores industriais de energia	41,9	30,9
Demais consumidores industriais	58,1	69,1

Pode-se ver que há um decréscimo de participação relativa dos grandes consumidores de energia entre 2004 e 2030, mesmo com crescimento em alguns segmentos como Siderurgia. No caso da siderurgia, há uma evolução mais complexa ao longo do tempo neste cenário: até meados da década de 2020, há um ganho de participação do setor por conta da demanda crescente da China, mas com a entrada de novos produtores, a tendência é um mercado externo extremamente competitivo. Por outro lado, o vigor da demanda interna, principalmente de bens de capital e de transporte, mais do que reverte a dificuldade no mercado externo, possibilitando um ganho de participação relativa no horizonte até 2030.

21 Isto se justifica a partir das oportunidades disponíveis no mercado europeu, onde a diretiva 30/2003 do Parlamento Europeu estipula que, já em 2010, 5,75% de todo o consumo de combustíveis na União Européia seja oriundo de fontes renováveis.

Por outro lado, o crescimento da participação relativa dos demais segmentos industriais é fruto, principalmente, da evolução do segmento outras indústrias, no qual se encontram, por exemplo, a indústria de construção civil e a de fabricação de máquinas e tratores. Estes desempenhos são impulsionados respectivamente pelos investimentos em infra-estrutura, bem como pela maior taxa de expansão e modernização da atividade agrícola no país no horizonte até 2030.

O setor de serviços expande sua participação no PIB, atingindo 60,8% em 2030, fundamentalmente baseado em dois efeitos: o primeiro deles, relacionado à melhoria da distribuição de renda no Brasil, potencializa a expansão de *shopping centers*, o aumento da demanda por serviços de hotelaria nos grandes centros de atração turística no país, e a modernização de instalações comerciais e de hospitais no Brasil. O outro efeito está relacionado à exploração do ecoturismo no Brasil, aproveitando o imenso capital natural disponível no país, com a intensificação de fluxo de turismo para regiões como o Pantanal e a Amazônia brasileira, por exemplo.

Tendências tecnológicas por setores

De forma geral, em decorrência do maior acesso à fronteira tecnológica (tanto pela redução de barreiras comerciais quanto de capital para investimento nestas tecnologias), a prática de conservação de energia e da reciclagem de materiais é beneficiada. Em termos setoriais, as tendências tecnológicas separadas por setores são definidas como se segue.

i) Setor agropecuário

Admite-se que a mecanização da colheita de cana-de-açúcar na região S/SE/CO atinja até 2030 a maior taxa de mecanização disponível atualmente²² o que resulta em um índice médio de mecanização no país como um todo em torno de 67%. No caso da região Nordeste, supõe-se que a taxa de mecanização da colheita fique em torno de 34%, correspondente à média atualmente observada na região Centro-Sul.

Quanto à dinâmica dos ganhos de eficiência, em linhas gerais, admite-se que o ganho médio de eficiência por uso converge, ao final dos próximos 10 anos, para os coeficientes por uso publicados no Balanço de Energia Útil (MME/FDTE, 2005).

Especificamente, considera-se que a indústria sucro-alcooleira situada no Nordeste do país atinge, ao final de 25 anos, um patamar de produtividade por hectare correspondente ao nível atual da indústria sucro-alcooleira paulista, ou seja, uma produtividade média de 80,9 t/ha (MAPA, 2006). Em São Paulo, por sua vez, espera-se que o valor máximo observado atualmente neste estado (108,8 t/ha) represente a média geral em 2030.

Já em relação à produção de soja, admite-se que os altos níveis de mecanização da lavoura continuem no horizonte de análise. Atualmente, a média nacional de produtividade na cultura de soja é de 2.803 kg/ha, sendo o estado do Paraná aquele que registra a maior média (3.017 kg/ha) (MAPA, 2006). Além disso, supõe-se aumento médio de produtividade nacional nesta lavoura de 1% a.a. (conforme Macedo e Nogueira, 2004), o que levará a uma produtividade média de 3.594 t/ha em 2030.

22 Correspondendo o máximo grau a ser observado em 10 anos estabelecido em Macedo e Nogueira (2004), para o estado de São Paulo.

ii) Setor industrial

Entre os grandes consumidores de energia elétrica do setor industrial, as premissas mais relevantes sobre a eficiência concentram-se nas indústrias ligadas às atividades siderúrgica e metalúrgica. Como resultado de um cenário com presença mais amíúde de práticas de conservação de energia e reciclagem, é elevada a intensidade de utilização da sucata na siderurgia brasileira. Com isto, o parque siderúrgico nacional atingiria a atual média mundial de utilização de sucata (34%) até o 2030. Além da presença de maior velocidade de difusão tecnológica, ocorre também maior expansão da capacidade de autoprodução de eletricidade baseada na queima de gás natural, especialmente na indústria química.

iii) Setor residencial

Por fim, o setor residencial conta com uma maior participação do gás natural para o aquecimento de água e a cocção substituindo energéticos concorrentes como a energia elétrica e o GLP, respectivamente. Os consumidores residenciais, de um modo geral, passam a adquirir os equipamentos elétricos mais eficientes do mercado. Mesmo assim, atinge-se um maior patamar de consumo residencial médio ao final do horizonte, comparativamente aos demais cenários, porque, por um lado, surge uma nova geração de aparelhos eletro-eletrônicos e, por outro lado, a melhor distribuição de renda permite a aquisição de equipamentos pelos domicílios de mais baixa renda. Entre os domicílios localizados na área rural, há a substituição da lenha pelo GLP, sobretudo entre aqueles pertencentes às classes de mais baixa renda.

Com relação ao percentual de domicílios ligados à rede elétrica, admitiu-se neste cenário o sucesso do Programa Luz para Todos, de tal sorte que a partir de 2008 todos os domicílios do país terão acesso ao serviço de eletricidade. A evolução dos domicílios ligados à rede elétrica é mostrada na Tabela 37.

Tabela 37 – Domicílios ligados à rede elétrica no Brasil - Cenário A - 2005 / 2030

	2005	2010	2020	2030
Domicílios com iluminação elétrica [mil unidades]	50.013	57.511	69.746	81.837
Taxa de atendimento (%)	97,2	100,0	100,0	100,0

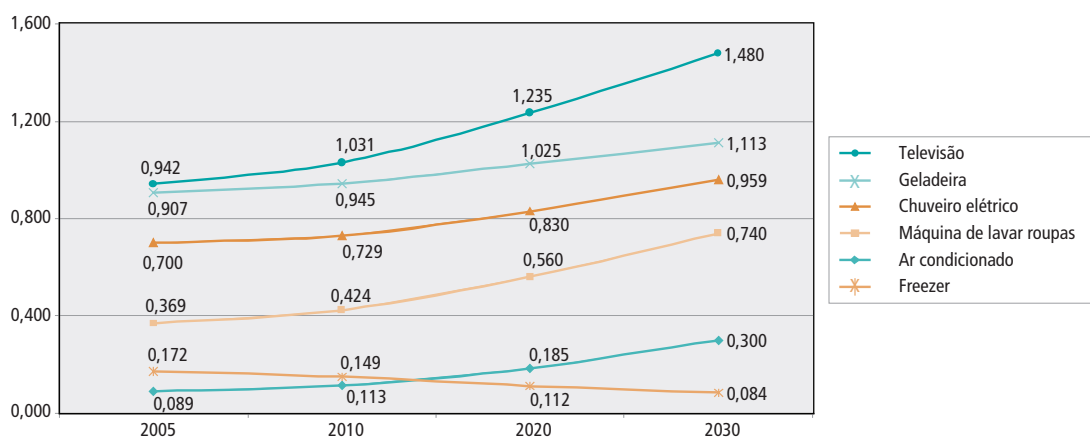
Quanto à projeção de posse dos principais equipamentos neste cenário, foram adotadas as seguintes hipóteses:

- geladeira: continuação da evolução histórica verificada nas últimas edições da PNAD, de modo que a posse média estimada para o ano de 2030 é de 1,11 equipamentos/domicílio;
- máquina de lavar roupas: a posse média evoluirá no sentido de atingir, em 2030, a posse média destes equipamentos verificada na região Sudeste no ano de 2005, igual a 0,74 equipamentos/domicílio (PROCEL/PUC, 2006);
- televisão: a posse média destes equipamentos evoluirá até atingir, em 2030, a posse média verificada na região Sudeste no ano de 2005, qual seja, 1,48 televisores/domicílio (PROCEL/PUC, 2006);
- ar condicionado: a posse destes equipamentos evoluirá até atingir 0,30 no ano de 2030, valor verificado atualmente na região metropolitana do Rio de Janeiro (PROCEL/PUC, 2006);
- lâmpadas: a posse média de lâmpadas evoluirá de 6,4 lâmpadas/domicílio em 2005 para a posse média de lâmpadas (incandescentes e fluorescentes) verificada na região Sudeste em 2005, 8,86 lâmpadas/domicílio (PROCEL/PUC, 2006);

- chuveiro elétrico: a evolução da posse de chuveiros foi determinada abatendo-se a parcela de domicílios que possuirão aquecedor de água a gás ao longo do horizonte. Para tanto, considerou-se para o período 2005-2015 a demanda potencial do setor residencial levando-se em conta o preço relativo do gás natural no patamar de 70% do preço do OC. A partir de 2016, adotou-se a hipótese de que seu crescimento se dará na mesma proporção do crescimento médio do número de domicílios para este período. Adicionalmente, supôs-se que todos os domicílios que serão conectados à rede de distribuição utilizarão o gás natural como forma de aquecimento de água para banho.

A Figura 25, a seguir, apresenta a projeção para evolução da posse dos principais equipamentos eletroeletrônicos.

Figura 25 – Projeção de posse de equipamentos eletroeletrônicos: Cenário Na crista da onda



Foi considerado um ganho de eficiência ao longo do tempo na medida em que a renovação do parque de geladeiras, freezers e aparelhos de ar condicionado ocorrerá mediante equipamentos pertencentes a mais alta faixa de eficiência estabelecida em INMETRO (2006) para cada um destes equipamentos. Em relação à iluminação, o ganho de eficiência obtido está relacionado à parcela de lâmpadas incandescentes que serão substituídas por lâmpadas fluorescentes compactas. Considerou-se que, ao final do período, metade dos domicílios possuirá os modelos mais eficientes. Esta premissa fundamenta-se no fato de que, por ocasião do racionamento de energia elétrica enfrentado no período 2001-2002, de acordo com PROCEL/PUC (2006), a substituição de lâmpadas incandescentes por fluorescentes compactas nas regiões Sudeste e Nordeste se deu em 43,7% e 48,5% dos domicílios pesquisados nas respectivas regiões.

Com relação à estimativa de evolução da demanda de lenha no setor residencial, admitiu-se a hipótese de que no período de 2005 a 2010 os domicílios que utilizarão este energético para o preparo de alimentos serão aqueles localizados em áreas rurais e com renda de até 3 salários mínimos. A partir de 2010, considerou-se que a lenha será usada somente por aqueles domicílios rurais que receberem até 2 salários mínimos.

Por fim, em relação ao GLP, considerou-se uma recuperação do consumo específico de tal sorte que, a partir de 2015 ocorre uma estabilização no patamar de 0,25 m³/domicílio/ano.

iv) Setor de transportes

O ambiente de elevada atividade em segmentos tais como a mineração e a exportação da produção agrícola permite que, num primeiro momento, as participações relativas de modais como ferrovias e hidrovias apresentem aumentos baseados na utilização crescente de capacidade ociosa e, num segundo momento, a partir da expansão de suas respectivas malhas. Em particular, a participação do transporte ferroviário no transporte de cargas no país atinge 25,5% em 2030, puxada pelo crescimento da atividade agropecuária e das indústrias de mineração e pelotização e de metais não-ferrosos.

Também é mais acelerada a penetração de gás natural em centros urbanos e regiões metropolitanas situadas nas proximidades de grandes gasodutos, bem como se presencia maior utilização de transportes urbanos para deslocamentos curtos e em grandes regiões metropolitanas.

Considerou-se que a despeito da disseminação de veículos “*flex fuel*”, a utilização de etanol para acionamento da frota é eventual, pois com a exportação de grandes volumes de etanol, além da oferta abundante de gasolina, os preços relativos entre gasolina e álcool acabam por favorecer a maior utilização de gasolina.

Finalmente, a penetração de veículos elétricos continua restrita a nichos específicos, em função do alto custo da tecnologia quando comparada a motores de combustão interna. Desta forma, considerou-se que aproximadamente 10% dos veículos importados seriam devido a veículos elétricos híbridos.

Cenário B1: Surfando a MarolaCaracterísticas gerais

Neste cenário, o setor industrial também perde participação relativa, mas em ritmo menos acentuado do que o observado no cenário Na Crista da Onda. Já o setor agropecuário se mantém próximo de sua participação relativa no ano-base, por conta ainda do aproveitamento de vantagens comparativas em alguns segmentos de elevada produtividade. A Tabela 37 mostra a evolução setorial do PIB no período 2005 a 2030.

Tabela 38 – Participação percentual no PIB e evolução setorial - Cenário Surfando a marola

Setor	2004	2030	Taxa média de crescimento (% a.a.)
Agropecuário	9,7	9,5	3,9
Industrial	37,2	33,0	3,6
Serviços	53,1	57,5	4,3

Dados do ano-base, 2004 - IBGE, 2006.

Em relação ao setor agropecuário, a existência de algumas barreiras protecionistas não permite sua plena inserção nos mercados internacionais. Entretanto, o açúcar e o álcool brasileiros são favorecidos, fundamentalmente pela demanda interna por biocombustíveis, baseados na cana-de-açúcar e em oleaginosas.

Em relação à indústria, a Tabela 38 mostra a participação relativa dos grandes consumidores de energia, respectivamente, no valor adicionado da indústria.

Tabela 39 – Participação percentual no valor adicionado da indústria - Cenário Surfando a marola

Segmento	2004	2030
Grandes consumidores industriais de energia	41,9	31,2
Demais consumidores industriais	58,1	68,8

Em termos do segmento de grandes consumidores de energia, há uma queda de sua participação relativa no valor adicionado da indústria, fruto do crescimento mais acelerado de segmentos industriais ligados ao comércio exterior.

Tendências tecnológicas por setores

As tendências tecnológicas por setores são definidas como se segue.

i) Setor agropecuário

Admite-se que o grau de mecanização da colheita da indústria sucro-alcooleira localizada no Centro-Sul atinge um valor médio de 85% da lavoura no final do horizonte enquanto aquela situada no Nordeste em razão de dificuldades pontuais, atinge cerca da metade do nível atual de mecanização da indústria paulista. Como resultado, o grau de mecanização da lavoura no país atinge cerca de 59% no fim de 2030.

Quanto aos ganhos de produtividade, presume-se que a indústria sucro-alcooleira do Centro-Sul mantenha o crescimento médio da melhor taxa observada na região, ou seja, no estado do Paraná a partir de 1990, conforme dados apresentados em MAPA (2006). Já no Nordeste, admite-se que a produtividade evolui nos próximos 25 anos para o atual nível observado na região Centro-Sul, resultando numa média combinada dos estados de São Paulo e Paraná.

A cultura de soja brasileira, mesmo mantendo o grau de mecanização da colheita e os ganhos de produtividade ao longo do horizonte, consegue aproveitar parcialmente sua competitividade internacional por conta do acesso mais restrito aos mercados mundiais.

Considera-se ainda, um grau crescente de eletrificação das propriedades rurais, em função da adoção de técnicas mais modernas de produção, incluindo irrigação em propriedades familiares no país.

ii) Setor industrial

Admite-se que uma penetração do gás natural como substituto de outras fontes energéticas - óleo combustível, GLP e lenha - mais modesta em relação ao cenário Na Crista da Onda. Restrições de disponibilidade de gás natural levam a uma expansão da capacidade de autoprodução em ritmo menos acelerado.

Entre os grandes consumidores industriais de energia, vale destacar as premissas relacionadas a dois segmentos: no caso de alimentos e bebidas, continua-se o aproveitamento de biomassa adicional e a produção de etanol lignocelulósico, mas as participações relativas de óleo combustível e lenha são reduzidas até um patamar residual ao final do horizonte. Considerando-se que a expansão da atividade sucro-alcooleira é intensa, a participação do bagaço cresce ligeiramente, reproduzindo a tendência observada nos últimos dez anos. Já no segmento de ferro-gusa e aço, admitiu-se que a taxa de utilização de sucata ao final do horizonte deste estudo (2030) atinge, até 2030, a atual média mundial, de 34%, em consonância com a difusão tecnológica inerente a esta indústria e também ao sucesso parcial da presença de práticas de reciclagem e conservação de energia.

iii) Setor residencial

Em termos gerais, a participação do gás natural para aquecimento de água e cocção, substituindo os energéticos concorrentes, se verifica em intensidade relativamente menor do que no cenário anterior. Na área rural, especificamente, o GLP desloca grande parte da lenha para cocção, notadamente entre os domicílios pertencentes às classes de mais baixa renda de pequenas localidades existentes no interior de municípios.

Com relação ao percentual de domicílios ligados à rede admitiu-se o sucesso parcial do Programa Luz para Todos, com um atraso de dois anos em relação ao cronograma inicial, de tal sorte que somente em 2010 todos os domicílios brasileiros irão dispor de energia elétrica, conforme os dados da Tabela 40.

Tabela 40 – Domicílios ligados à rede elétrica no Brasil - Cenário Surfando a marola - 2005/2030

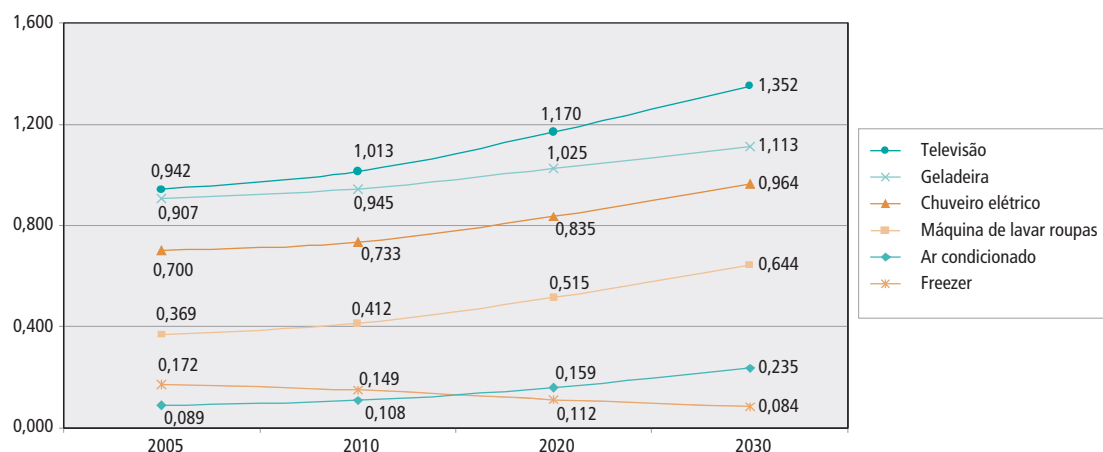
	2005	2010	2020	2030
Domicílios com iluminação elétrica [mil unidades]	50.036	57.511	69.746	81.837
Taxa de atendimento (%)	97,3	100,0	100,0	100,0

As projeções de posse dos principais equipamentos se fundamentaram na hipótese de que os valores considerados em 2025 no cenário Na Crista da Onda somente serão alcançados em 2030 no cenário Surfando a Marola, a menos dos seguintes equipamentos:

- geladeira: admitiu-se a evolução histórica verificada nas últimas edições da PNAD, de modo que a posse média estimada para o ano de 2030 é de 1,11 equipamentos/domicílio;
- chuveiro elétrico: a evolução da posse de chuveiros foi determinada abatendo-se a parcela de domicílios que possuirão aquecedor de água a gás ao longo do horizonte. Para tanto, considerou-se o cenário de 85% até 2015 e crescimento a partir de 2016 na proporção do crescimento médio do número de domicílios para este período. Cumpre notar que o incremento no número de domicílios ligados à rede de distribuição de gás ao longo do horizonte foi considerado nas projeções de posse de chuveiro elétrico supondo-se, adicionalmente, que 90% dos domicílios conectados irão adquirir aquecedores de água.

A Figura 26 apresenta graficamente a projeção para evolução da posse dos principais equipamentos.

Figura 26 – Projeção de posse de equipamentos eletroeletrônicos no Brasil - Cenário Surfando a marola - 2005/2030



O ganho de eficiência admitido neste cenário surge na medida em que os novos refrigeradores, *freezers* e aparelhos de ar condicionado adquiridos ao longo do tempo correspondem, para efeito de cálculo, àqueles pertencentes à atual faixa “B” de eficiência estabelecida pelo INMETRO (INMETRO, 2006). Em relação à iluminação, o ganho de eficiência obtido relaciona-se à parcela de lâmpadas incandescentes que serão substituídas por lâmpadas fluorescentes compactas. Considerou-se que a substituição se dará de modo que, ao final do período, 25% dos domicílios possuirão os modelos mais eficientes.

iv) Setor de transportes

Por conta do nível de atividade em segmentos como a mineração e o setor agrícola, supõe-se que a participação do transporte ferroviário apresente crescimento para 24,2% no total de carga transportada em 2030.

Já para o transporte rodoviário, considera-se que ocorra maior penetração do gás natural em centros urbanos e regiões metropolitanas nas proximidades de grandes gasodutos, maior utilização de transportes urbanos para deslocamentos curtos e em grandes regiões metropolitanas e pequena participação de veículos híbridos (10% do total de venda de veículos importados a gasolina).

Cenário B2: Pedalinho

Características gerais

Disputas comerciais e a dificuldade em remover as barreiras protecionistas acabam por prejudicar a inserção mais ativa do país no mercado internacional, exceto em alguns nichos específicos de mercado, em que as vantagens comparativas brasileiras são muito elevadas. Assim, a evolução setorial é condicionada basicamente pela demanda interna, sendo resumida na Tabela 41.

Tabela 41 – Participação percentual no PIB e evolução setorial - Cenário Pedalinho

Setor	2004	2030	Taxa média de crescimento (% a.a.)
Agropecuário	9,7	9,8	3,2
Industrial	37,2	35,0	2,9
Serviços	53,1	55,2	3,3

Dados do ano-base, 2004 - IBGE, 2006.

O setor agropecuário brasileiro consegue ainda obter bom desempenho em alguns nichos de mercado (principalmente no caso das produções de soja, açúcar e álcool) por conta de sua competitividade em mercados internacionais, mesmo que restrições domésticas ligadas à infra-estrutura limitem uma expansão mais vigorosa.

No que tange a segmentos industriais, a Tabela 42 resume a evolução da participação relativa dos grandes consumidores de energia no valor adicionado da indústria.

Tabela 42 – Participação percentual no valor adicionado da indústria - Cenário Pedalinho

Segmento	2005	2030
Grandes consumidores industriais de energia	41,9	31,8
Demais consumidores industriais	58,1	68,2

A participação dos grandes consumidores de energia no valor adicionado na indústria apresenta queda no horizonte de estudo. A queda só não é mais expressiva porque segmentos com importante participação das receitas de exportação na formação de seu valor adicionado (mineração e pelotização; papel e celulose; siderurgia; e alumínio) têm bom desempenho. Assim, mesmo incorrendo o chamado “custo Brasil”, estes segmentos conseguem, por suas vantagens comparativas internacionais, ser competitivos em mercados mundiais.

O crescimento da participação do setor de Serviços na economia brasileira é relativamente modesto e caracterizado por ser parcialmente sustentado pela demanda de serviços em parcelas da população com maior renda, concentradas principalmente nas regiões Sudeste e Sul do país.

Tendências tecnológicas por setores

As tendências tecnológicas são descritas separadamente por setor.

i) Setor agropecuário

Neste cenário, o grau de mecanização da colheita da indústria sucro-alcooleira do Centro-Sul atinge um valor médio de 85% da lavoura no final do horizonte enquanto a situada na Região Nordeste atinge apenas a metade do nível atual de mecanização da indústria paulista, em razão de dificuldades mais pontuais. Em termos médios, o grau de mecanização da lavoura no país atinge aproximadamente 60%, mantida a proporção da produção entre estas regiões. Supõe-se ainda que, os níveis de produtividade, tanto a região Centro-Sul quanto a região Nordeste, crescem à taxa média observada no estado de São Paulo nos últimos anos.

Imagina-se, para o caso da cultura de soja, uma evolução idêntica à do cenário Surfando a Marola. Finalmente, estima-se o crescimento do grau de eletrificação da atividade agropecuária, resultado da melhoria as condições de cultivo no país.

ii) Setor industrial

Entre os segmentos de grandes consumidores de energia elétrica, supõe-se que os ganhos de eficiência na Siderurgia e em Ferro-ligas são intermediários entre os coeficientes de referência e os atuais publicados no Balanço de Energia Útil (FDTE/MME, 2005). Quanto à participação de sucata, qualitativamente, as premissas adotadas pressupõe-se a manutenção do nível atual de utilização da indústria siderúrgica brasileira registrado em 2005, ou seja, em torno de 23% (IBS, 2006). Este comportamento corresponde à manutenção da tendência histórica recente.

iii) Setor residencial

Admite-se que a participação do gás natural para aquecimento de água e cocção em substituição aos energéticos concorrentes se verifica em menor intensidade do que no cenário Surfando a Marola. Há uma substituição da lenha por GLP para cocção, sobretudo ao final do período e em domicílios de mais baixa renda de pequenas localidades existentes no interior de municípios, próximas a áreas urbanas. Por fim, a projeção do percentual de domicílios ligados à rede elétrica neste cenário é igual ao do cenário Surfando a Marola, conforme a Tabela 42.

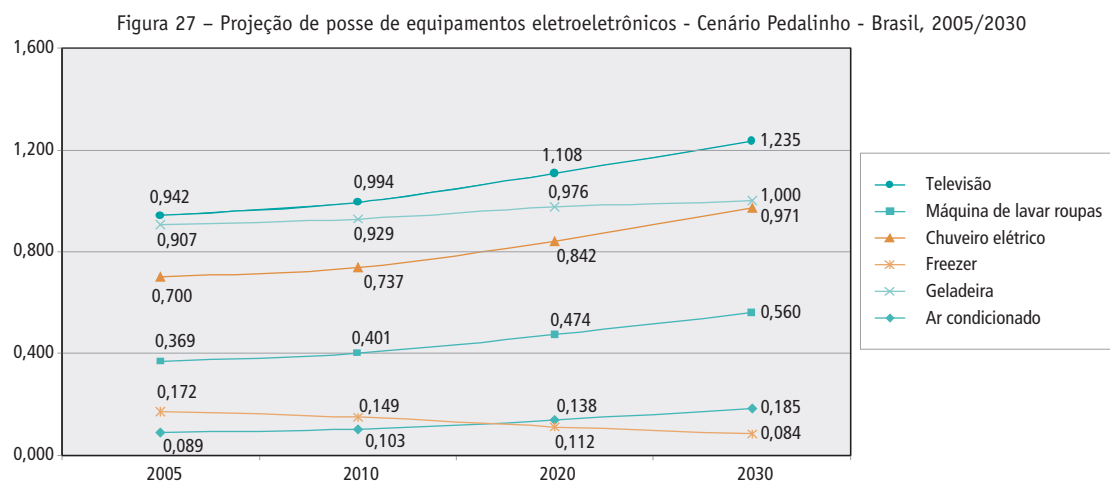
Tabela 43 – Domicílios ligados à rede elétrica no Brasil - Cenário B2 - 2005/2030

Domicílios	2005	2010	2020	2030
Domicílios com iluminação elétrica [mil unidades]	50.036	57.511	69.746	81.837
Taxa de atendimento (%)	97,1	98,5	100,0	100,0

Considera-se nas projeções de posse dos principais equipamentos que os valores considerados em 2020 no cenário Na Crista da Onda somente serão alcançados em 2030 no cenário Pedalinho, a menos dos seguintes equipamentos:

- geladeira: admite-se que a evolução da posse ocorre à taxa histórica até a sua saturação em 1, que ocorre em 2025;
- chuveiro elétrico: a projeção da demanda residencial de gás natural para o período 2005-2015 leva em conta o cenário de 100%. Nota-se que o incremento no número de domicílios ligados à rede de distribuição de gás ao longo do horizonte foi considerado nas projeções de posse de chuveiro elétrico assumindo-se, adicionalmente, que 80% dos domicílios conectados irão adquirir aquecedores de água.

A Figura 27, a seguir, apresenta graficamente a projeção para evolução da posse dos principais equipamentos.



O ganho de eficiência admitido neste cenário segue a mesma premissa considerada no cenário Surfando a Marola, qual seja, os novos refrigeradores, *freezers* e aparelhos de ar condicionado adquiridos ao longo do tempo correspondem, para efeito de cálculo, àqueles pertencentes à atual faixa “B” de eficiência estabelecida pelo INMETRO. Em relação à iluminação, o ganho de eficiência obtido relaciona-se à parcela de lâmpadas incandescentes que serão substituídas por lâmpadas fluorescentes compactas. De modo similar ao cenário Surfando a Marola, considerou-se que a substituição se dará de tal sorte que, ao final do período, 25% dos domicílios possuirão os modelos mais eficientes.

iv) Setor de transportes

Em razão das dificuldades de expansão da malha de transporte e de distribuição de gás natural no país, a penetração do GNV mantém alcance mais restrito a grandes centros urbanos. A penetração de veículos com

maior tecnologia e autonomia de combustível, como os veículos elétricos se restringe a nichos específicos de renda da população, em menor grau do que aquele observado no cenário Surfando a Marola. A produção de álcool combustível por sua vez, consolida a tecnologia “*flex fuel*” para transporte individual, provendo flexibilidade de decisão ao usuário. Considera-se que a penetração de gás natural em transporte coletivo fica restrita a grandes centros urbanos nas regiões Sudeste e Sul.

A participação do modal ferroviário no transporte total de carga no país registra apenas pequena modificação em relação aos anos iniciais, atingindo cerca de 22,5% de participação na carga transportada até 2030.

Cenário C: Náufrago

Características gerais

Neste cenário, a fragmentação do mundo, impedindo um comércio mais vigoroso entre países, e a administração pouco eficaz das questões domésticas geram um ambiente de reduzido crescimento econômico e pouca alteração da estrutura setorial do PIB, como se pode ver na Tabela 44:

Tabela 44 – Participação percentual no PIB e evolução setorial - Cenário Náufrago - Brasil 2004 e 2030

Setor	2004	2030	Taxa média de crescimento (% a.a.)
Agropecuária	9,7	9,9	2,6
Indústria	37,2	36,2	2,2
Serviços	53,1	53,9	2,1

Fonte: elaboração própria. Dados do ano-base, 2004 - IBGE, 2006.

O pequeno ganho de participação do setor agropecuário observado se deve ao fato de as vendas de produtos agrícolas e de pecuária não terem sido tão afetadas pelo contexto econômico. Ademais, este aumento de participação também se relaciona à manutenção ou mesmo pequenos ganhos em mercados internacionais onde a produção agropecuária brasileira se mostra bastante competitiva. A redução da participação relativa da indústria é explicada, quase que totalmente, pelo avanço do setor de serviços, embora a magnitude de variação não seja tão expressiva.

Em relação aos segmentos que compõe o setor industrial, os grandes consumidores de energia perdem participação relativa no valor adicionado da indústria, conforme ilustra a Tabela 44.

Tabela 45 – Participação percentual no valor adicionado da indústria - Cenário Náufrago - Brasil, 2004 e 2030

Segmento	2005	2030
Grandes consumidores industriais de energia	41,9	31,5
Demais consumidores industriais	58,1	68,5

Neste cenário, supõe-se que o impacto do ambiente econômico desfavorável é relativamente uniforme dentro dos segmentos dos grandes consumidores de energia elétrica no horizonte até 2030. A manutenção de barreiras comerciais aos produtos semimanufaturados brasileiros contribui para que este perfil de participação se consolide, ainda mais com a reduzida taxa de crescimento do mercado interno.

Em relação aos demais segmentos da indústria, destaca-se a indústria de alimentos e bebidas que, a despeito do reduzido crescimento econômico do país e da piora do quadro social interno, apresenta um ganho de

participação relativa. Tal desempenho é justificado tanto pela alteração da composição do mercado interno, mais voltada para produtos de relativamente maior valor agregado, quanto por pequenos ganhos de participação na exportação de “*commodities*”.

Tendências tecnológicas por setores setoriais

As tendências tecnológicas por setores são sintetizadas como a seguir.

i) Setor agropecuário

Considera-se que o grau de mecanização da colheita na indústria sucro-alcooleira do Centro-Sul é assumido atingir um valor médio de 85% no final do horizonte, enquanto que a situada no Nordeste, não registraria ganhos substanciais neste período. Admite-se ainda que os coeficientes médios de eficiência setorial converjam, ao final do período de 25 anos, para os coeficientes de referência publicados no Balanço de Energia Útil (BEU), mas estes ganhos ficam restritos àquelas culturas com maior escala, sendo bastante reduzidos os ganhos em pequenas propriedades rurais, por exemplo. No caso específico da soja, a expansão do setor acompanha o crescimento da economia brasileira, que registra baixas taxas de crescimento econômico tanto do país quanto do mundo. Quanto aos ganhos de produtividade (t/ha), se assume a dinâmica menos acelerada para este segmento do que a observada nos três cenários anteriores.

ii) Setor industrial

Considera-se que os patamares máximos de eficiência apresentados no Balanço de Energia Útil somente são atingidos no final do período. Além disso, a penetração do gás natural como substituto de fontes como o óleo combustível, GLP e lenha, ocorre vegetativamente, muito em função das dificuldades de expansão da malha de transporte e de distribuição.

Entre as hipóteses específicas aos grandes consumidores de energia destacam-se: (i) Na indústria siderúrgica, o ambiente propicia a estagnação do nível de participação da sucata, sendo que a participação das aciarias elétricas mantém a estrutura tecnológica atual até 2030. Nas plantas siderúrgicas, assume-se ganhos tendenciais no rendimento das tecnologias de consumo final de energia; (ii) na indústria química, a expansão da co-geração instala o potencial econômico em um ambiente de restrição de acesso a capital, com dificuldades de venda de excedentes elétricos comercializáveis, permitindo atender apenas 2,4% do calor útil demandado por este segmento industrial; e (iii) no segmento industrial de produção de papel e celulose, por sua vez, não há alterações estruturais significativas na matriz de consumo de energia ao longo do horizonte de estudo. Assim, a restrição de oferta de gás natural não permite avanço na substituição de energéticos como o óleo combustível e lenha, que apenas mostram crescimento vegetativo.

iii) Setor residencial

Considerou-se uma baixa velocidade de penetração do gás natural devido a dificuldades de expansão da malha de transporte e de distribuição. Adicionalmente, não há ganho suficiente de renda que possibilite a aquisição maciça de aquecedores de água que utilizam gás natural. A substituição da lenha pelo GLP, sobretudo nos domicílios rurais de baixa renda, se dá de modo muito lento, enquanto a universalização do acesso ao serviço de energia elétrica se dará somente em 2015. O Programa Luz para Todos neste cenário, portanto,

não logrará a meta de antecipar em sete anos a universalização prevista pela ANEEL.

A Tabela 46 apresenta a previsão para o número de domicílios a serem ligados à rede elétrica até 2030.

Tabela 46 – Domicílios ligados à rede elétrica no Brasil - Cenário C - 2005/2030

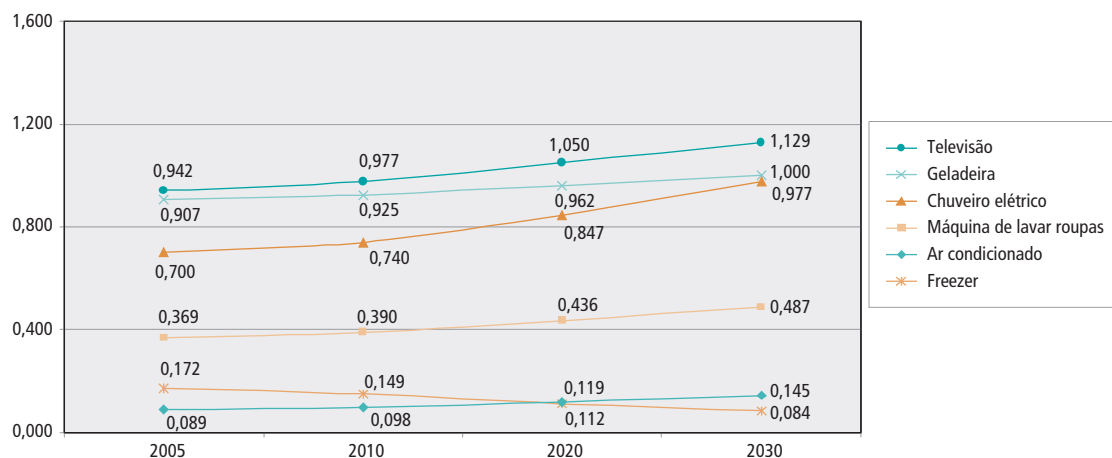
	2005	2010	2020	2030
Domicílios com iluminação elétrica [mil unidades]	50.036	57.511	69.746	81.837
Taxa de atendimento (%)	97,1	98,5	100,0	100,0

Admitiu-se que as projeções de posse dos principais equipamentos correspondentes a 2015 no cenário Na Crista da Onda somente serão alcançadas em 2030, a menos dos seguintes equipamentos:

- geladeira: a posse de geladeiras satura em 1, no ano de 2030;
- chuveiro elétrico: a evolução da demanda residencial de gás natural foi estimada supondo-se uma redução de 5% na demanda quantificada para o cenário Pedalinho. Adicionalmente cerca de 70% dos domicílios que serão conectados à rede de distribuição de gás ao longo do horizonte irão adquirir aquecedores de água.

Na Figura 28, a seguir, é apresentada graficamente a projeção para evolução da posse dos principais equipamentos para o cenário Náufrago.

Figura 28 – Projeção de posse de equipamentos eletroeletrônicos - Cenário Náufrago - 2005/2030



O ganho de eficiência por equipamento admitido segue a premissa de que os novos refrigeradores, *freezers* e aparelhos de ar condicionado adquiridos ao longo do tempo correspondem àqueles pertencentes à atual faixa “B” de eficiência estabelecida pelo INMETRO. Em relação à iluminação, o ganho de eficiência obtido relaciona-se à parcela de lâmpadas incandescentes que serão substituídas por lâmpadas fluorescentes compactas. De modo similar, considerou-se que a substituição se dará de tal sorte que, ao final do período, 25% dos domicílios possuirão os modelos mais eficientes.

iv) Setor transportes

Neste setor, em função das dificuldades de expansão da infra-estrutura e do ambiente de estagnação eco-

nômica do país, o ritmo de penetração de gás natural para uso em transportes ocorre a taxas mais reduzidas comparativamente aos cenários anteriores. Além disso, considerou-se que a infra-estrutura de transporte de cargas mantém o atual padrão com predominância do transporte rodoviário, exigindo maior participação do óleo diesel na matriz energética de transportes no país no horizonte de estudo.

Por fim, a consolidada tecnologia *flex fuel* cresce a taxas mais reduzidas em relação aos cenários anteriores. Do mesmo modo, as dificuldades de expansão da oferta de gás natural no Brasil acabam por direcionar a demanda para outros segmentos consumidores, de modo que a expansão em transporte coletivo é reduzida.

Tabela 47 – Síntese das premissas energéticas: setor agropecuário

Setor/Segmento	Parâmetro	Cenário			
		Na Crista da Onda	Surfando a Marola	Pedalinho	Náufrago
Agropecuário					
	<i>Grau de mecanização da colheita de cana</i>	1- Produção no S/SE/CO atinge setorialmente a melhor média hoje 2- Produção no NE atinge setorialmente a média atual da produção no S/SE/CO	1- Produção no S/SE/CO atinge setorialmente a melhor média hoje 2- Produção no NE atinge setorialmente 50% da média atual da produção no S/SE/CO	1- Produção no S/SE/CO atinge setorialmente a melhor média hoje 2- Produção no NE atinge setorialmente 50% da média atual da produção no S/SE/CO	1- Produção no S/SE/CO atinge setorialmente a melhor média hoje 2- Produção no NE mantém os índices atuais da região
	<i>Ganhos de produtividade de na cana-de-açúcar (t/ha)</i>	1- Produtividade no S/SE/CO converge setorialmente para a melhor média hoje 2- Produtividade no NE converge setorialmente para a média atual da produção no S/SE/CO	1- Produtividade no S/SE/CO evolui à taxa observada no PR 2- Produtividade no NE evolui à taxa média de SP e PR	1- Produtividade no S/SE/CO evolui à taxa observada em SP e PR 2- Produtividade no NE evolui à taxa histórica de SP e PR	1- Produtividade no S/SE/CO evolui à taxa observada em SP 2- Produtividade no NE evolui à taxa média de SP
	<i>Eficiência energética</i>	1- Atinge os coeficientes de referência do BEU (MME/FDTE, 2005) em 10 anos	1- Atinge os coeficientes de referência do BEU (MME/FDTE, 2005) em 10 anos	1- Atinge os coeficientes de referência do BEU (MME/FDTE, 2005) em 25 anos	1- Atinge os coeficientes de referência do BEU (MME/FDTE, 2005) em 25 anos
	<i>Ganhos de produtividade de na soja (t/ha)</i>	1- Nacionalmente, registra melhoria à 1/3 da taxa média observada entre 1990 e 2004	1- Nacionalmente, registra melhoria à 1/3 da taxa média observada entre 1990 e 2004	Sem grande avanço	Sem grande avanço

Tabela 48 – Síntese das premissas energéticas: alimentos e bebidas, cerâmica e cimento

Setor/Segmento	Parâmetro	Cenário			
		Na Crista da Onda	Surfando a Marola	Pedalinho	Náufrago
Alimentos e bebidas	<i>Matriz de consumo energética</i>	1- 0 consumo de óleo combustível para geração de vapor tem participação residual em 2030 (0,2%-0,5%), perdendo participação para o bagaço e gás natural 2- Consumo de óleo combustível para aquecimento direto registra forte retração da participação no consumo para este uso	1- 0 consumo de óleo combustível para geração de vapor tem participação residual em 2030 (0,2%-0,5%), perdendo participação para o bagaço e gás natural 2- Consumo de óleo combustível para aquecimento direto registra forte retração da participação para este uso	1- 0 consumo de óleo combustível para geração de vapor tem participação residual em 2030 (0,2%-0,5%), perdendo participação para o bagaço e gás natural 2- Consumo de óleo combustível para aquecimento direto registra retração moderada na participação para este uso	1- 0 consumo de óleo combustível para geração de vapor tem participação residual em 2030 (0,2%-0,5%), perdendo participação para o bagaço e gás natural 2- Consumo de óleo combustível para aquecimento direto registra retração moderada na participação para este uso
	<i>Eficiência energética</i>	1- Ganhos de 50% do máximo do BEU até 2030 para força motriz; 2- Energia térmica: atinge rendimento máximo do BEU até 2030	1- Ganhos de 50% do máximo do BEU até 2030 para força motriz; 2- Energia térmica: atinge rendimento máximo do BEU até 2030	1- Ganhos de 50% do máximo do BEU até 2030 para força motriz; 2- Energia térmica: atinge rendimento máximo do BEU até 2030	1- Ganhos de 50% do máximo do BEU até 2030 para força motriz; 2- Energia térmica: atinge 50% do rendimento máximo do BEU até 2030
Cerâmica	<i>Matriz de consumo energético</i>	1- 0 consumo de óleo combustível para aquecimento direto tem sua participação reduzida até 2030, substituído por gás natural e lenha	1- 0 consumo de óleo combustível para aquecimento direto tem sua participação reduzida até 2030, substituído por gás natural e lenha	1- 0 consumo de óleo combustível para aquecimento direto tem sua participação reduzida até 2030, substituído por gás natural e lenha	1- 0 consumo de óleo combustível para aquecimento direto tem sua participação reduzida até 2030, substituído por gás natural e lenha
	<i>Consumo térmico</i>	1- Média setorial alcança o melhor consumo até 2030	1- Média setorial alcança índices pouco acima do melhor consumo até 2030	1- Média setorial alcança índices pouco acima do melhor consumo até 2030	1- Média setorial alcança o melhor consumo até 2030
Cimento	<i>Matriz de consumo energético</i>	1. Manutenção da predominância de combustíveis residuais	1. Manutenção da predominância de combustíveis residuais	1. Manutenção da predominância de combustíveis residuais	1. Manutenção da predominância de combustíveis residuais

Tabela 49 – Síntese das premissas energéticas: ferro-gusa e aço, não-ferrosos e outros da metalurgia, e papel e celulose

Setor/Segmento	Parâmetro	Cenário		
		Na Crista da Onda	Surfando a Marola	Pedalinho
Ferro-gusa e aço				
	<i>Expansão da capacidade instalada</i>	1- Toda a expansão através de usinas a coque de carvão mineral 2- Instalação de uma planta de redução direta em 2015	1- Toda a expansão através de usinas a coque de carvão mineral 2- Instalação de uma planta de redução direta em 2015	1- Toda a expansão através de usinas a coque de carvão mineral 2- Instalação de uma planta de redução direta em 2015
	<i>% de aciarias elétricas</i>	1- Atinge a atual participação média mundial até 2030	1- Atinge a atual participação média mundial até 2030	1- Mantém a atual participação
Não-ferrosos	<i>Expansão de plantas de alumínio</i>	1- Toda a expansão é realizada a partir de plantas baseadas na tecnologia de anodos pré-cozidos (APC)	1- Toda a expansão é realizada a partir de plantas baseadas na tecnologia de anodos pré-cozidos (APC)	1- Toda a expansão é realizada a partir de plantas baseadas na tecnologia de anodos pré-cozidos (APC)
	<i>Matriz de consumo energético</i>	1- Em fábricas integradas de papel e celulose, ocorre o aumento da participação da lixívia e recuo do consumo de óleo combustível 2- Em fábricas exclusivas de papel há penetração forte de gás natural, deslocando o óleo combustível	1- Em fábricas integradas de papel e celulose, ocorre o aumento da participação da lixívia e recuo do consumo de óleo combustível 2- Em fábricas exclusivas de papel há penetração forte de gás natural, deslocando o óleo combustível	1- Em fábricas integradas de papel e celulose, ocorre o aumento da participação da lixívia e recuo do consumo de óleo combustível 2- Em fábricas exclusivas de papel há penetração forte de gás natural, deslocando o óleo combustível

Tabela 50 – Síntese das premissas energéticas: química e outras indústrias

Setor/Segmento	Parâmetro	Cenário			
		Na Crista da Onda	Surfando a Marola	Pedalinho	Náufrago
Química	% de calor atendido por unidades de co-geração	14,5%	4,2%	3,2%	2,4%
	Expansão de plantas de soda-cloro	1- Toda a expansão é realizada a partir de plantas baseadas na tecnologia de membrana	1- Toda a expansão é realizada a partir de plantas baseadas na tecnologia de membrana	1- Toda a expansão é realizada a partir de plantas baseadas na tecnologia de membrana	1- Toda a expansão é realizada a partir de plantas baseadas na tecnologia de membrana
Outras indústrias	Matriz de consumo energético	1- Penetração do gás natural deslocando consumo de óleo combustível e de lenha	1- Penetração do gás natural deslocando consumo de óleo combustível e de lenha	1- Penetração do gás natural deslocando consumo de óleo combustível e de lenha	1- Penetração do gás natural deslocando consumo de óleo combustível e de lenha
Comercial	Matriz de consumo energético	1- Ganho de participação do gás natural frente ao consumo de lenha e óleo combustível 2- Aumento da participação da eletricidade no consumo do setor	1- Ganho de participação do gás natural frente ao consumo de lenha e óleo combustível 2- Aumento da participação da eletricidade no consumo do setor	1- Ganho de participação do gás natural frente ao consumo de lenha e óleo combustível 2- Aumento da participação da eletricidade no consumo do setor	1- Ganho de participação do gás natural frente ao consumo de lenha e óleo combustível 2- Aumento da participação da eletricidade no consumo do setor

Tabela 51 – Síntese das premissas energéticas: comércio e transportes

Setor/Segmento	Parâmetro	Cenário		
		Na Crista da Onda	Surfando a Marola	Pedalinho
Comercial	Matriz de consumo energético	1- Ganho de participação do gás natural frente ao consumo de lenha e óleo combustível 2- Aumento da participação da eletricidade no consumo do setor	1- Ganho de participação do gás natural frente ao consumo de lenha e óleo combustível 2- Aumento da participação da eletricidade no consumo do setor	1- Ganho de participação do gás natural frente ao consumo de lenha e óleo combustível 2- Aumento da participação da eletricidade no consumo do setor
		1- Ganho moderado de participação do modal ferroviário no transporte de carga	1- Ganho moderado de participação do modal ferroviário no transporte de carga	1- Pequeno ganho de participação do modal ferroviário no transporte de carga
Transportes	% dos modais no transporte de cargas	1- Crescimento à taxa de crescimento do PIB com elasticidade-renda de 1,3 2- Tecnologia "flex fuel" se consolida	1- Crescimento à taxa de crescimento do PIB com elasticidade-renda de 1,3 2- Tecnologia "flex fuel" se consolida	1- Crescimento à taxa de crescimento do PIB com elasticidade-renda de 1,3 2- Tecnologia "flex fuel" se consolida
		1- Início da importação em 2015, restrita à 10% da importação de veículos a gasolina	1- Início da importação em 2015, restrita à 10% da importação de veículos a gasolina	1- Início da importação em 2015, restrita à 5% da importação de veículos a gasolina
	Evolução de eficiência no consumo de combustível	1- Melhoria à taxa de 1,0% a.a. no período 2005-2030	1- Melhoria à taxa de 1,0% a.a. no período 2005-2030	1- Melhoria à taxa de 0,6% a.a. no período 2005-2030
		1- Penetração em regiões metropolitanas de grandes capitais e algumas cidades do interior	1- Penetração em regiões metropolitanas de grandes capitais e algumas cidades do interior	1- Penetração em regiões metropolitanas de grandes capitais

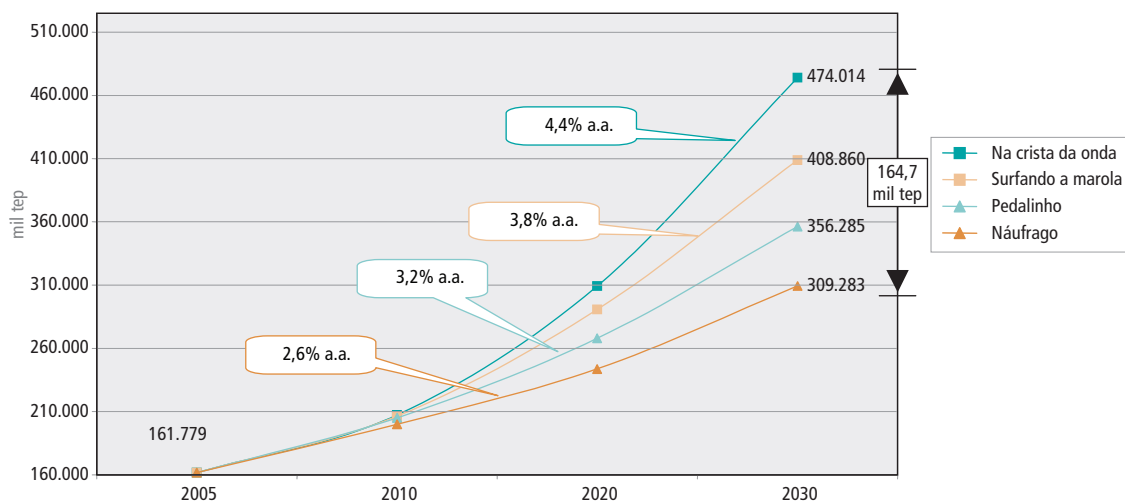
5. Perspectivas de evolução do consumo de energia até 2030

Neste capítulo são apresentadas por cenário no horizonte até 2030 as projeções do consumo final de energia. Inicialmente, no item 5.1, são comparados os principais indicadores sócio-econômicos com o consumo final de energia. No item 5.2, são relacionadas as perspectivas do consumo de energia final desagregado nas seguintes fontes: energia elétrica, gás natural, combustíveis líquidos (óleo diesel, óleo combustível, gasolina e álcool) e combustíveis residuais (bagaço, lixo, outras secundárias de petróleo, etc.). Finalmente, no item 5.3, as projeções de consumo de energia final são desagregadas por setor.

5.1. Economia e energia

A evolução do consumo final de energia reflete, em grande medida, a trajetória de crescimento econômico associada ao respectivo cenário. A Figura 29 ilustra a trajetória de consumo final de energia por cenário até 2030, variando entre cerca de 309 milhões de tep e 474 milhões de tep no final do período. Como pode ser observado nesta figura, este consumo final evolui segundo taxas médias no período (2004-2030), entre 2,6% a.a. e 4,4% a.a., sinalizando um crescimento acumulado aproximado da demanda total de energia entre 90% e 190% com relação ao ano-base de 2004.

Figura 29 – Evolução do consumo de energia final por cenário



Nota: Excluído o consumo do setor energético.

Adicionalmente, observa-se que ao final do período há uma acentuada diferença entre os consumos de energia dos cenários extremos em 2030, equivalente a um consumo adicional de pouco mais do que o valor observado em 2004. Parte desta disparidade nas projeções de energia pode ser atribuída à incerteza relativa ao crescimento da economia no horizonte até 2030 e deve ser levada em conta nas estratégias de formulação da oferta de energia.

As Tabelas 52 a 55 a seguir, fazem uma síntese da evolução do consumo de energia comparativamente à trajetória de alguns indicadores sócio-econômicos de importância.

Tabela 52 - Indicadores econômicos e de energia - Na Crista da Onda - Brasil, 2005/2030

Discriminação/Ano	2005	2010	2020	2030	Média no período
PIB [R\$ bilhões de 2005]	1.939	2.415	3.837	6.712	-
Variação média no período (% a.a.)	-	4,5	4,7	5,8	5,1
População [milhões de habitantes]	185	198	220	239	-
Variação média no período (% a.a.)	-	1,3	1,1	0,8	1,0
PIB per capita [R\$ de 2005/hab]	10.452	12.195	17.434	28.136	-
Variação média no período (% a.a.)	-	3,1	3,6	4,9	4,0
Consumo final de energia ⁽¹⁾ [mil tep]	165.044	207.334	309.268	474.014	-
Variação média no período (% a.a.)	-	4,7	4,1	4,4	4,3
Consumo final de energia per capita ⁽¹⁾ [tep/hab]	0,890	1,047	1,405	1,987	-
Variação média no período (% a.a.)	-	3,3	3,0	3,5	3,3
Intensidade energética do PIB [tep/mil R\$ de 2005]	0,085	0,086	0,081	0,071	-0,7
Intensidade energética do PIB [tep/mil US\$ de 2005]	0,207	0,209	0,196	0,172	-0,7
Elasticidade-renda do consumo de energia	-	1,04	0,86	0,76	0,85

Nota: 1 - Exclusive o consumo do setor energético

Tabela 53 - Indicadores econômicos e de energia - Surfando a Marola - Brasil, 2005/2030

Discriminação/Ano	2005	2010	2020	2030	Média no período
PIB [R\$ bilhões de 2005]	1.938	2.357	3.406	5.290	-
Variação média no período (% a.a.)	-	4,0	3,8	4,5	4,1
População [milhões de habitantes]	185	198	220	239	-
Variação média no período (% a.a.)	-	1,3	1,1	0,8	1,0
PIB per capita [R\$ de 2005/hab]	10.452	11.092	15.476	22.175	-
Variação média no período (% a.a.)	-	2,6	2,7	3,7	3,1
Consumo final de energia ⁽¹⁾ [mil tep]	165.044	206.328	290.642	408.860	-
Variação média no período (% a.a.)	-	4,6	3,5	3,5	3,7
Consumo final de energia per capita ⁽¹⁾ [tep/hab]	0,890	3,2	1,321	1,714	-
Variação média no período (% a.a.)	-	3,6	2,4	2,6	2,7
Intensidade energética do PIB [tep/mil R\$ de 2005]	0,085	0,088	0,085	0,077	-0,4
Intensidade energética do PIB [tep/mil US\$ de 2005]	0,207	0,213	0,208	0,188	-0,4
Elasticidade-renda do consumo de energia	-	1,15	0,93	0,77	0,90

Nota: 1 - Exclusive o consumo do setor energético

Tabela 54 - Indicadores econômicos e de energia - Pedalinho - Brasil, 2005/2030

Discriminação/Ano	2005	2010	2020	2030	Média no período
PIB [R\$ bilhões de 2005]	1.939	2.357	3.018	4.256	-
Variação média no período (% a.a.)	-	4,0	2,5	3,5	3,2
População [milhões de habitantes]	185	198	220	239	-
Variação média no período (% a.a.)	-	1,3	1,1	0,8	1,0
PIB per capita [R\$ de 2005/hab]	10.452	11.902	13.713	17.841	-
Variação média no período (% a.a.)	-	2,6	1,4	2,7	2,2
Consumo final de energia ⁽¹⁾ [mil tep]	165.044	206.328	267.925	356.285	-
Variação média no período (% a.a.)	-	4,6	2,6	2,9	3,1
Consumo final de energia per capita ⁽¹⁾ [tep/hab]	0,890	1,042	1,217	1,494	-
Variação média no período (% a.a.)	-	3,2	1,6	2,1	2,1
Intensidade energética do PIB [tep/mil R\$ de 2005]	0,085	0,088	0,089	0,084	-0,1
Intensidade energética do PIB [tep/mil US\$ de 2005]	0,207	0,213	0,216	0,204	-0,1
Elasticidade-renda do consumo de energia	-	1,15	1,06	0,83	0,98

Nota: 1 - Exclusive o consumo do setor energético

Tabela 55 - Indicadores econômicos e de energia - Náufrago - Brasil, 2005/2030

Discriminação/Ano	2005	2010	2020	2030	Média no período
PIB [R\$ bilhões de 2005]	1.938	2.246	2.607	3.337	-
Variação média no período (% a.a.)	-	3,0	1,5	2,5	2,2
População [milhões de habitantes]	185	198	220	239	-
Variação média no período (% a.a.)	-	1,3	1,1	0,8	1,0
PIB per capita [R\$ de 2005/hab]	10.452	11.341	11.845	13.988	-
Variação média no período (% a.a.)	-	1,6	0,4	1,7	1,2
Consumo final de energia ⁽¹⁾ [mil tep]	165.044	200.013	243.649	309.283	-
Variação média no período (% a.a.)	-	3,9	2,0	2,4	2,5
Consumo final de energia per capita ⁽¹⁾ [tep/hab]	0,890	1,010	1,107	1,296	-
Variação média no período (% a.a.)	-	2,6	0,9	1,6	1,5
Intensidade energética do PIB [tep/mil R\$ de 2005]	0,085	0,089	0,093	0,093	0,3
Intensidade energética do PIB [tep/mil US\$ de 2005]	0,207	0,217	0,227	0,226	0,3
Elasticidade-renda do consumo de energia	-	1,31	1,33	0,97	1,16

Nota: 1 - Exclusive o consumo do setor energético

Para o cenário de maior crescimento, o consumo per capita ao final do período, embora cresça a taxas médias de 3,3%, atingindo 1,987 tep/hab, ainda é um valor significativamente pequeno comparado com os valores registrados atualmente nos países desenvolvidos. Nos cenários de menor crescimento, o valor do consumo per capita é menor, mas não cai proporcionalmente à diferença de evolução do PIB por conta de fatores inerciais, principalmente no consumo de energia elétrica. Além disso, a penetração de alternativas eficientes de uso de eletricidade nos cenários de maior crescimento econômico apresenta uma dinâmica mais acelerada em relação aos cenários de menor crescimento, também colaborando com este resultado.

Outro indicador relevante é a elasticidade-renda do consumo de energia. De maneira geral, há uma queda no seu valor ao longo do período, atingindo, em todos os cenários, valores abaixo da unidade em 2030. Notavelmente, as quedas são mais acentuadas nos cenários de maior crescimento.

Por fim, a evolução da intensidade energética é de queda, especialmente a partir de 2020. Este resultado, por um lado, aponta para um estágio econômico mais racional no uso da energia – tanto pela incorporação de programas autônomos de racionalização já em curso na sociedade, como também pelos incentivos de políticas mais ativas de governo – e, por outro lado, é reflexo da redução de participação dos segmentos energo-intensivos na economia brasileira. Nos cenários de menor crescimento, entretanto, a menor difusão do uso racional da energia e a participação elevada dos segmentos intensivos na utilização de energia (especialmente a indústria no cenário Náufrago) atuam no sentido de impedir uma queda na intensidade energética em relação ao ano-base (cenário Pedalinho) ou, até mesmo, de manter em níveis acima do observado em 2004 (cenário Náufrago). A Figura 30 ilustra a evolução da intensidade energética da economia, enquanto na Figura 31 encontra-se a evolução da intensidade energética da indústria.

Figura 30 – Evolução da intensidade energética total do PIB
Brasil, 2004/2030

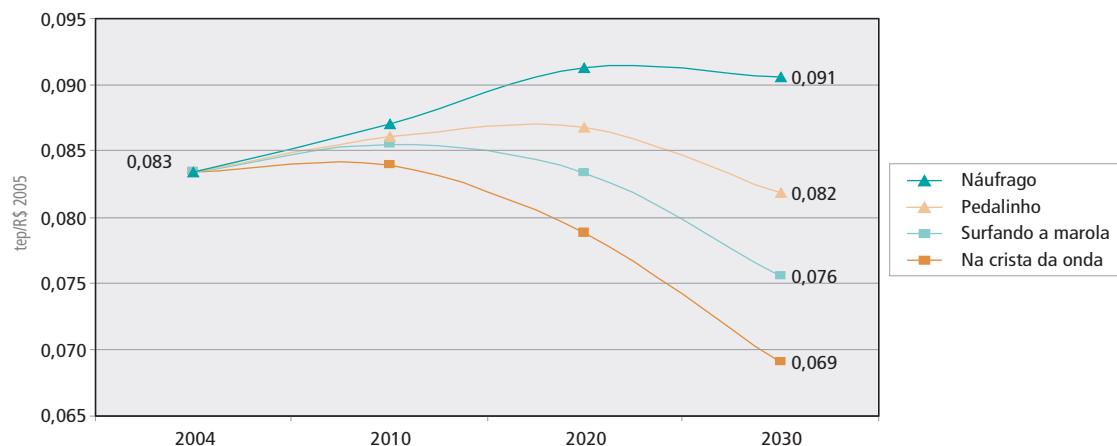
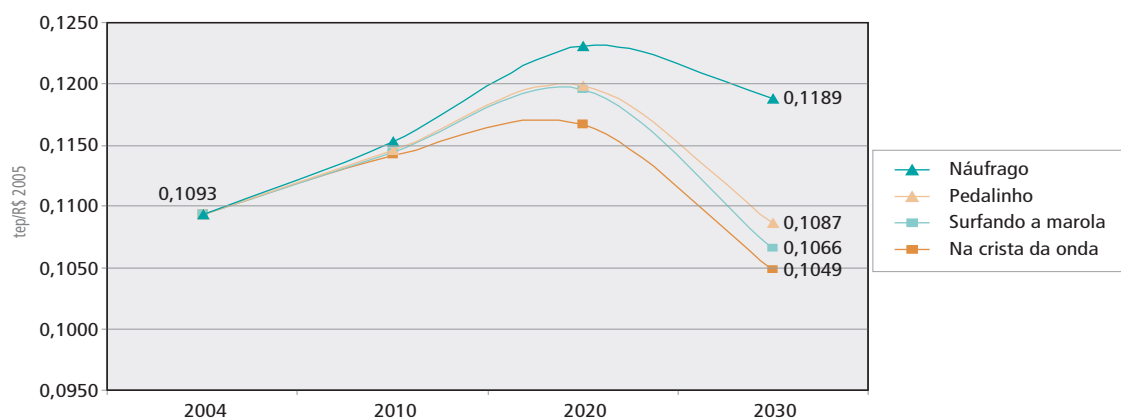


Figura 31 – Evolução da intensidade energética da indústria
Brasil, 2004/2030



Como se pode observar, o comportamento geral é de uma trajetória de elevação da intensidade energética até 2020, tanto em termos de PIB quanto no valor adicionado da indústria, iniciando-se um processo de reversão a partir desta data. Esta evolução, em particular, pode ser atribuída ao fato de investimentos em determinados segmentos industriais grandes consumidores de energia já se encontrarem decididos, enquanto a partir de 2020, há uma queda mais acentuada na intensidade energética total por conta da evolução dos segmentos de alto valor adicionado com relativamente baixo conteúdo energético. Este fato ocorre quer seja devido ao uso mais eficiente da energia nos cenários de maior crescimento, quer seja por conta do padrão histórico de evolução setorial das economias.

5.2. Perspectivas de evolução da demanda de energia por fonte

O consumo de energia nos diversos setores da economia é realizado utilizando-se tecnologias e fontes de energia que estão disponíveis e são mais adequadas a cada uso, levando-se em consideração não somente os

aspectos técnicos como também os aspectos relativos ao preço envolvidos em toda a cadeia de processo. Há setores onde o uso de tecnologia de uma determinada fonte é cativo e há setores onde o uso é competitivo entre tecnologias ou entre fontes. Ao longo do período analisado, os estudos mostraram as fontes de uso mais adequadas a cada setor da economia em função do cenário, do acesso aos desenvolvimentos tecnológicos, e da competitividade relativa de cada fonte.

Para fins de análise desagregada por fonte, utilizou-se a divisão em 7 fontes secundárias principais: gás natural, carvão mineral e derivados, lenha e carvão vegetal, etanol, derivados de petróleo, eletricidade, e combustíveis residuais. A Tabela 56 apresenta a participação atual, bem como as participações projetadas para o ano de 2030 para cada cenário analisado. Para todos os agrupamentos, desconsidera-se o consumo do setor energético.

Tabela 56 – Participação percentual do consumo de energia por fonte

Agrupamento energético ¹	2030				
	2004	Na Crista da Onda	Surfando a Marola	Pedalinho	Náufrago
Gás natural	5,3	8,5	8,0	7,9	7,9
Carvão min. e derivados ²	7,1	8,1	7,0	7,8	8,4
Lenha e carvão vegetal	13,7	5,7	6,2	7,3	7,9
Etanol	4,0	6,8	6,6	7,3	4,9
Derivados de petróleo ³	34,4	32,2	33,8	31,9	32,3
Eletricidade	18,4	22,6	22,0	22,7	23,5
Combustíveis residuais ⁴	17,2	16,2	16,5	15,2	15,1

Nota: 1 – Não se considera o consumo do setor energético; 2 – Inclui: carvão vapor, carvão metalúrgico, gás de coqueria e coque de carvão mineral; 3 – Inclui: óleo diesel, gasolina, GLP e querosene; e 4 – Inclui: bagaço de cana-de-açúcar, resíduos agroflorestais (produção de celulose), óleo combustível e demais combustíveis residuais.

Fonte de dados do ano-base: EPE, 2005.

Observa-se que a energia elétrica, o gás natural e o etanol apresentam os maiores ganhos de participação relativa, resultados estes fundamentados nas premissas adotadas na elaboração dos estudos. Em particular a indústria sucro-alcooleira aproveita as oportunidades, principalmente a ambiental, para o etanol que penetra mais intensamente tanto no mercado interno quanto no externo. Outro aspecto também relevante diz respeito às perspectivas favoráveis de uma alta participação das fontes consideradas renováveis no atendimento à demanda energética.

■ 5.2.1. Energia elétrica

O ganho de participação relativa da eletricidade observado na Tabela 56 pode ser entendido ao se cotejar sua evolução com o total de energia consumido, conforme a Tabela 57 a seguir.

Tabela 57 – Participação percentual da eletricidade na demanda de energia e taxas médias de crescimento

Cenário	Participação relativa (%)		Crescimento médio do consumo (%a.a.)	
	2004	2030	Eletricidade	Energia
Na Crista da Onda	18,4	22,6	5,1	4,2
Surfando a Marola	18,4	22,0	4,3	3,6
Pedalinho	18,4	22,7	3,9	3,1
Náufrago	18,4	23,5	3,5	2,5

Nota: Exclui o consumo do setor energético

A evolução da energia elétrica na matriz energética nacional é influenciada de forma significativa pelas seguintes características associadas ao seu uso:

- Ubiquidade: utilização cada vez mais freqüente e intensa em atividades sociais e econômicas;
- Vetor de modernidade: principalmente nas utilizações residenciais, e nos setores público, de serviços e industrial;
- Alto rendimento no uso: um fator de produção para as atividades industriais que pode ser utilizado de forma limpa e com alto rendimento em quase todos os seus usos;
- Capilaridade: um sistema de distribuição que hoje chega a todos os municípios e, praticamente, a todas as localidades do país estando acessível a quase todos os consumidores do país.
- Elemento catalisador de outros serviços públicos: por conta da sua capilaridade, a eletricidade é um serviço de utilidade pública que pode potencializar o suprimento de outros serviços públicos (por exemplo, bombeamento no serviço de saneamento).

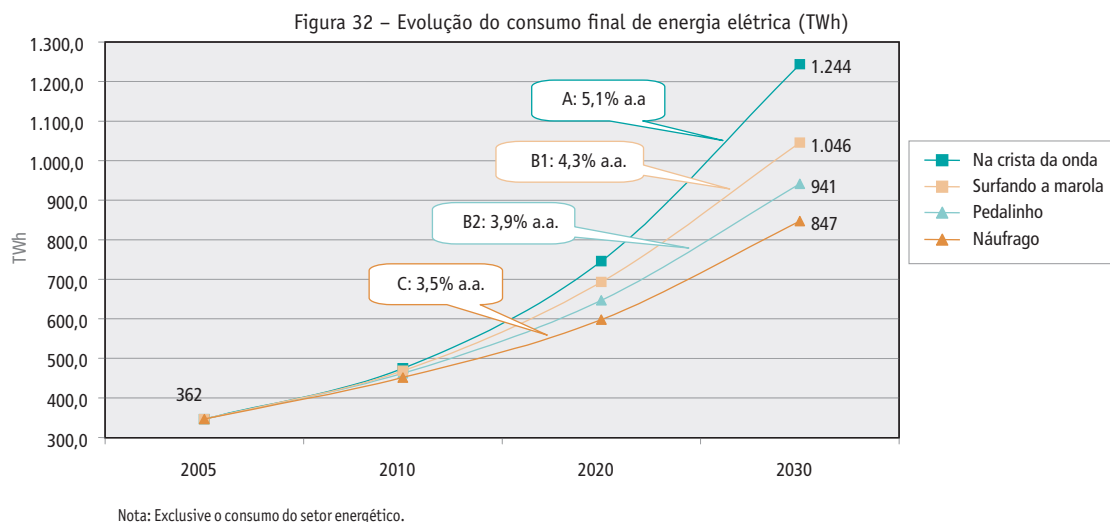
É esperado que boa parte dos fatores acima perdure, pelo menos no futuro próximo, permitindo taxas significativas de crescimento do consumo de eletricidade, embora menores do que as taxas observadas recentemente.

De modo mais específico, considera-se neste estudo que o ritmo de expansão do consumo de eletricidade por cenário é condicionado principalmente pelos seguintes fatores: grau de modernização da atividade agropecuária no país, participação dos grandes consumidores industriais de energia elétrica no valor adicionado total da indústria, aumento da participação do setor de serviços no PIB, a evolução do consumo per capita de eletricidade no setor residencial, e a difusão de alternativas eficientes de uso da eletricidade. Especificamente no caso deste último fator, supôs que a conservação de eletricidade evolui ao longo do tempo por cenário de acordo com a Tabela 58.

Tabela 58 – Percentual de conservação de eletricidade

Cenário	2010	2020	2030
Na Crista da Onda	2,5	7,0	8,5
Surfando a Marola	1,5	4,2	5,1
Pedalinho	1,2	3,5	4,2
Náufrago	0,9	2,7	3,4

As trajetórias de evolução da demanda de eletricidade por cenário podem ser visualizadas na Figura 32.



É possível observar que a demanda final atingirá, em 2030, valores entre 134% e 244% maiores do que a demanda verificada em 2005 (362 TWh), respectivamente, para os cenários de menor e maior crescimento. Adicionalmente, no final do período, a diferença entre os dois valores extremos corresponde a 397 TWh, valor 9,7% superior ao consumo atual de eletricidade do país.

A evolução da eletricidade desagregada por setor é apresentada nas tabelas 59 a 62, a seguir.

Tabela 59 – Consumo final de eletricidade por setor - Cenário Na Crista da Onda (TWh)
Brasil, 2004-2030

Setor	2004	2010	2020	2030	Taxa média de crescimento (% a.a.)
Industrial	172,1	238,8	362,5	555,4	4,6
Comercial/Público	80,2	109,0	175,9	326,5	5,5
Transportes	1,0	1,1	1,6	2,1	2,7
Agropecuário	14,9	18,5	28,8	57,2	5,3
Residencial	78,5	107,5	176,8	302,6	5,3
Total	346,7	475,0	745,6	1.243,8	5,0

Tabela 60 – Consumo final de eletricidade por setor - Cenário Surfando a Marola (TWh)
Brasil, 2004-2030

Setor	2004	2010	2020	2030	Taxa média de crescimento (% a.a.)
Industrial	172,1	237,0	339,3	459,0	3,8
Comercial/Público	80,2	107,3	158,2	262,7	4,7
Transportes	1,0	1,1	1,5	1,8	2,2
Agropecuário	14,9	17,9	24,6	36,6	3,5
Residencial	78,5	105,3	169,6	285,5	5,1
Total	346,7	468,7	693,2	1045,6	4,3

Tabela 61 – Consumo final de eletricidade por setor - Cenário Pedalinho (TWh)
Brasil, 2004-2030

Setor	2004	2010	2020	2030	Taxa média de crescimento (% a.a.)
Industrial	172,1	231,9	312,3	410,2	3,4
Comercial/Público	80,2	107,6	146,7	227,7	4,1
Transportes	1,0	1,1	1,3	1,5	1,4
Agropecuário	14,9	17,7	22,1	31,5	2,9
Residencial	78,5	104,3	164,7	270,3	4,9
Total	346,7	462,5	647,1	941,2	3,9

Tabela 62 – Consumo final de eletricidade por setor - Cenário Náufrago (TWh)
Brasil, 2004-2030

Setor	2004	2010	2020	2030	Taxa média de crescimento (% a.a.)
Industrial	172,1	231,0	292,4	377,9	3,1
Comercial/Público	80,2	103,9	138,4	202,4	3,6
Transportes	1,0	1,1	1,3	1,4	1,2
Agropecuário	14,9	17,1	19,6	25,1	2,0
Residencial	78,5	98,8	146,3	240,3	4,4
Total	346,7	451,9	598,0	847,0	3,5

Como se percebe, em cenários de maior crescimento econômico há uma maior participação relativa de eletricidade nos setores agropecuário e comercial/público, o que resulta de fatores tais como os diferentes níveis médios de modernização das propriedades rurais no país, e o crescimento da renda per capita da população. Quanto ao setor industrial, o crescimento da demanda de eletricidade resulta de dois efeitos agindo simultaneamente: por um lado, a participação dos segmentos grandes consumidores de eletricidade relativamente à participação das demais indústrias e, por outro lado, o ritmo de penetração de alternativas de uso eficiente de energia. O crescimento do consumo de eletricidade no setor residencial, por sua vez, representa o reflexo conjugado de dois fatores: aumento do número de ligações residenciais, decorrente do crescimento do número de domicílios, e maior utilização da eletricidade nos domicílios, devido ao aumento da posse de equipamentos. Nota-se que neste estudo considerou-se o surgimento e a difusão de novos equipamentos eletro-eletrônicos entre os domicílios.

Por fim, as participações setoriais no consumo de eletricidade resultante das dinâmicas associadas a cada cenário são apresentadas na Tabela 63.

Tabela 63 – Participação percentual setorial no consumo de eletricidade

Setor	2004	2030			
		Na Crista da Onda	Surfando a Marola	Pedalinho	Náufrago
Agropecuário	4,3	4,6	3,5	3,3	3,0
Comercial/Público	23,1	26,3	25,1	24,2	23,9
Industrial	49,6	44,7	43,9	43,6	44,6
Transportes	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2
Residencial	22,6	24,3	27,3	28,7	28,4

Nota: Valores excluem o consumo do setor energético.

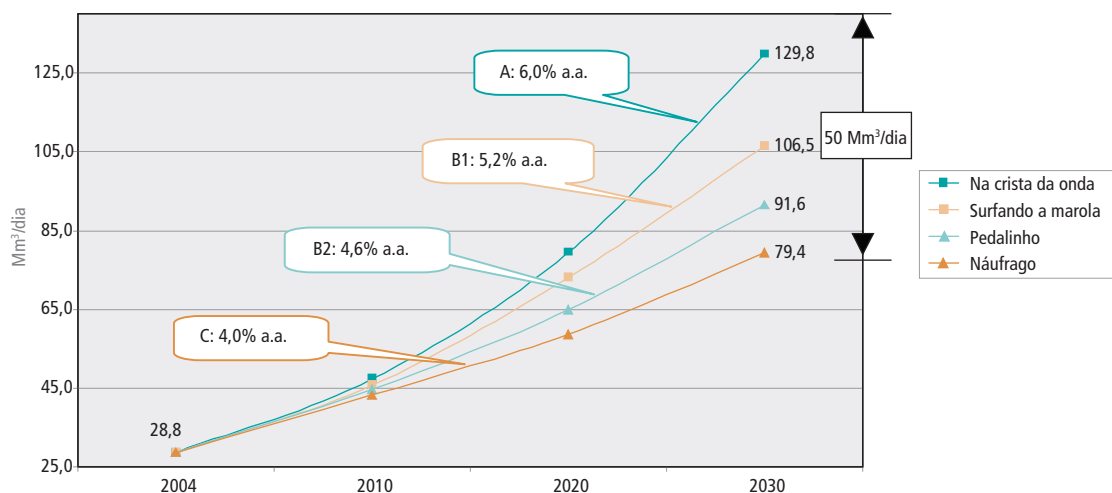
Fonte de dados do ano-base: EPE/MME, 2005.

5.2.2. Gás natural

Nos anos recentes, a penetração do gás natural na matriz energética brasileira tem se processado a taxas de crescimento bastante elevadas: desde 1995, observou-se uma taxa de crescimento médio do seu consumo em 13,4% ao ano.

A evolução do consumo de gás natural por cenário no horizonte estudado é apresentada na Figura 33 a qual considera a estimativa de gás natural para fins energéticos e não energético.

Figura 33 – Evolução da demanda de gás natural energético



Nota: Exclui o consumo do setor energético. Valores incluem a demanda de gás natural para fins não-energéticos

Como resultado de trajetórias distintas de penetração do gás natural, a diferença de consumo estimado por cenário mostra uma amplitude em torno de 50 Mm³/dia em 2030, correspondente aos valores associados aos cenários mais extremos.

Considerou-se, adicionalmente, que boa parte deste crescimento ocorrerá em detrimento da evolução do consumo de óleo combustível e da lenha, cujas participações relativas por cenário em 2030 são apresentadas na Tabela 64.

Tabela 64 – Participação percentual de energéticos substitutos do gás natural na demanda de energia

Cenário	Óleo combustível		Lenha	
	2004	2030	2004	2030
Na Crista da Onda	3,3	1,9	9,7	4,1
Surfando a Marola	3,3	2,0	9,7	4,6
Pedalinho	3,3	2,0	9,7	5,6
Náufrago	3,3	2,1	9,7	6,3

Nota: Exclui o consumo do setor energético

Na Tabela 65 pode-se observar o consumo final de energia desagregado por setor e na Tabela 66, as participações relativas resultantes. Como se percebe, é o setor industrial que capitaneia a expansão do consumo deste energético no longo prazo.

Tabela 65 – Consumo de gás natural por setor (Mm³/dia)
Brasil, 2004 e 2030

Setor	2004	2030			
		Na Crista da Onda	Surfando a Marola	Pedalinho	Náufrago
Industrial	20,7	96,9	75,9	69,0	58,9
Comercial/Público	0,8	5,6	4,1	3,2	2,3
Transportes	4,3	20,0	19,3	12,9	12,6
Residencial	0,6	2,3	2,2	2,0	1,9
Total energético¹	26,5	124,7	101,6	87,1	75,8
Gás não energético	2,3	5,1	4,9	4,4	3,5
Total	28,8	129,8	106,5	91,6	79,4

Nota: 1 - Valores excluem o consumo do setor energético

Fonte de dados do ano-base: EPE/MME, 2005.

Tabela 66 – Participação percentual setorial do consumo de gás natural energético

Setor	2004	2030			
		Na Crista da Onda	Surfando a Marola	Pedalinho	Náufrago
Industrial	78,4	77,7	74,7	79,2	77,7
Comercial/Público	3,1	4,5	4,1	3,7	3,1
Transportes	16,4	16,0	19,0	14,8	16,6
Residencial	2,1	1,8	2,2	2,4	2,6

Nota: Valores excluem o consumo do setor energético.

Fonte de dados: ano-base: EPE/MME, 2005.

■ 5.2.3. Etanol e derivados de petróleo

A evolução deste agrupamento energético (que inclui o consumo de GLP e de querosene) obedece essencialmente à trajetória futura da demanda para fins de transporte no país.

Como pode ser observado na Tabela 67, a demanda por álcool automotivo se mostra bastante acelerada em todos os cenários, crescendo a taxas superiores à média do PIB em cada cenário. Por outro lado, o crescimento da demanda de gasolina se mostra menos veloz, mas sustentado durante todo o horizonte, o que resulta em perda de participação relativa ao final do horizonte do estudo (Tabela 68).

Tabela 67 – Consumo de etanol por cenário
Brasil, 2004 e 2030

Setor	2004		2030		Taxa média de crescimento (% a.a.)
	mil tep	Participação relativa (%)	mil tep	Participação relativa (%)	
Na Crista da Onda	6.445	4,0	32.137	6,8	6,4
Surfando a Marola	6.445	4,0	27.089	6,6	5,7
Pedalinho	6.445	4,0	25.944	7,3	5,5
Náufrago	6.445	4,0	15.209	4,9	3,4

Nota: Exclui o consumo do setor energético.

Tabela 68 – Consumo de gasolina por cenário
Brasil, 2004 e 2030

Setor	2004		2030		Taxa média de crescimento (% a.a.)
	mil tep	Participação relativa (%)	mil tep	Participação relativa (%)	
Na Crista da Onda	13.642	8,4	36.729	7,7	3,9
Surfando a Marola	13.642	8,4	32.868	8,0	3,4
Pedalinho	13.642	8,4	27.541	7,7	2,7
Náufrago	13.642	8,4	23.131	7,5	2,1

Nota: Exclui o consumo do setor energético.

Quanto ao consumo de óleo diesel, os dados apresentados na Tabela 69 referem-se à demanda potencial deste energético (incluindo o H-bio e o biodiesel), ou seja, a quantidade de combustível líquido com as propriedades físico-químicas do óleo diesel.

Tabela 69 – Consumo de óleo diesel potencial por cenário
Brasil, 2004 e 2030

Setor	2004		2030		Taxa média de crescimento (% a.a.)
	mil tep	Participação relativa (%)	mil tep	Participação relativa (%)	
Na Crista da Onda	32.510	20,1	89.699	18,9	4,0
Surfando a Marola	32.510	20,1	80.956	19,8	3,6
Pedalinho	32.510	20,1	65.984	18,5	2,8
Náufrago	32.510	20,1	59.862	19,4	2,4

Nota: Exclui o consumo do setor energético.

O consumo de óleo diesel potencial, em cenários de maior crescimento econômico, mostra a atividade agropecuária com crescente participação no consumo total de energia no Brasil, evoluindo dos 13,8% em 2004 para cerca de 21,9% em 2030 no cenário Na Crista da Onda (Tabela 70). O setor de transportes, por sua vez, ainda mantém sua participação no consumo total de óleo diesel no país, embora registre perda de participação em todos os cenários, função de substituição intermodal para transporte de cargas e também da demanda por transportes de carga em cada cenário.

Tabela 70 – Participação percentual setorial no consumo de óleo diesel

Setor	2004	2030			
		Na Crista da Onda	Surfando a Marola	Pedalinho	Náufrago
Indústria	7,8	4,8	4,9	5,6	5,8
Comercial/Público	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5
Transportes	77,8	72,7	76,4	76,0	76,1
Agropecuário	13,8	21,9	18,1	17,8	17,6

Nota: Valores excluem o consumo do setor energético

Fonte de dados do ano-base: EPE/MME, 2005.

Já a evolução do biodiesel e sua participação no óleo diesel potencial são apresentadas na Tabela 71.

Tabela 71 – Consumo de biodiesel por cenário
Brasil, 2010-2030

Setor	2010		2020		2030	
	% do diesel potencial	Consumo estimado (mil tep)	% do diesel potencial	Consumo estimado (mil tep)	% do diesel potencial	Consumo estimado (mil tep)
Na Crista da Onda	5,0	2.144	7,0	4.155	12,0	10.764
Surfando a Marola	5,0	2.115	7,0	4.019	12,0	9.715
Pedalinho	3,2	1.348	5,0	2.633	5,0	3.299
Náufrago	3,2	1.280	5,0	2.364	5,0	2.933

Nota: Valores excluem o consumo do setor energético

No que tange ao consumo de GLP, por sua vez, em todos os cenários nacionais a tendência é de queda de sua participação relativa no total de energia demandada, como se pode observar na Tabela 72.

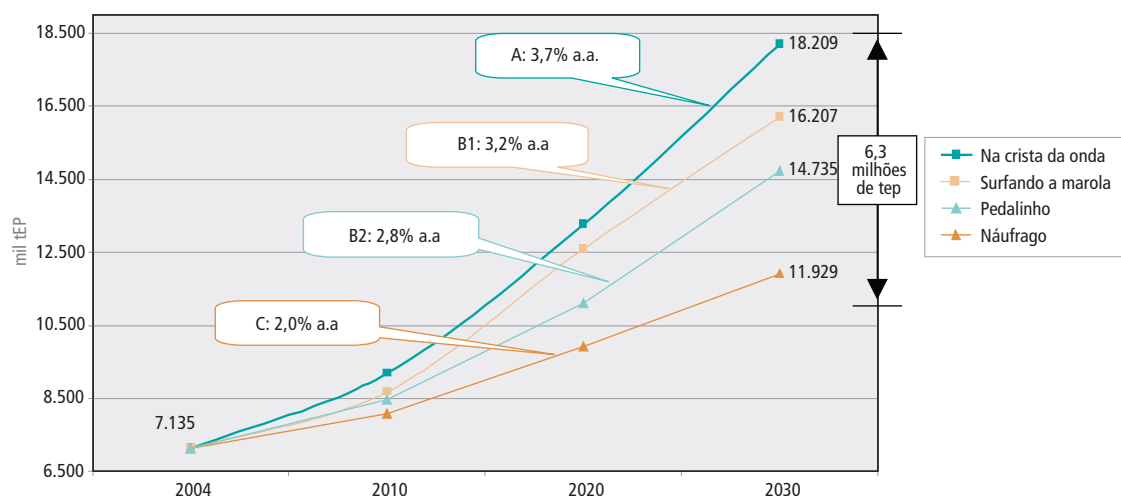
Tabela 72 – Consumo de GLP por cenário
Brasil, 2004 e 2030

Setor	2004		2030		Taxa média de crescimento (% a.a.)
	mil m³	Participação relativa (%)	mil m³	Participação relativa (%)	
Na Crista da Onda	7.135	4,4	18.209	3,8	3,7
Surfando a Marola	7.135	4,4	16.207	4,0	3,2
Pedalinho	7.135	4,4	14.735	4,1	2,8
Náufrago	7.135	4,4	11.929	3,9	2,0

Nota: Exclui o consumo do setor energético.

Nos cenários Na Crista da Onda e Surfando a Marola esta perda de participação se deve à maior velocidade de penetração do gás natural em todos os setores de consumo final. Além disso, também é conveniente lembrar que a incidência do uso eficiente de energia também é maior quanto maior o crescimento econômico associado a um cenário. É exatamente a menor incidência de práticas de conservação de energia e menor grau de substituição pelo gás natural que contribuem para que a participação do consumo de GLP na demanda final de energia total no cenário Pedalinho se mantenha ligeiramente superior àquela observada no cenário Surfando a Marola. Quanto ao cenário Náufrago, por sua vez, a perda de participação se justifica pelo maior consumo de lenha no setor residencial, uma vez que se trata de um cenário com reduzida melhoria de qualidade de vida da população.

Figura 34 – Evolução do consumo final de GLP



5.2.4. Outros agrupamentos energéticos

Na Tabela 73 são apresentadas as participações dos seguintes agrupamentos energéticos: carvão e derivados, combustíveis residuais, e carvão vegetal e lenha.

A perda continuada de participação da lenha e carvão vegetal advém, fundamentalmente, do efeito de substituição por gás natural e GLP (caso da lenha) nos setores industrial e residencial. No caso do setor industrial, vale ressaltar a expansão de capacidade instalada da indústria siderúrgica a partir de usinas integradas a coque de carvão mineral, o que acaba por reduzir a participação do carvão vegetal na demanda total de energia no país.

Tabela 73 – Participação percentual do carvão vegetal e lenha, combustíveis residuais e carvão e derivados na demanda de energia

Cenário	Lenha e carvão vegetal		Combustíveis residuais ²		Carvão e derivados ³	
	2004	2030	2004	2030	2004	2030
Na Crista da Onda	13,7	5,7	17,2	16,2	7,1	8,1
Surfando a Marola	13,7	6,2	17,2	16,5	7,1	7,0
Pedalinho	13,7	7,3	17,2	15,2	7,1	7,8
Náufrago	13,7	7,9	17,2	15,1	7,1	8,4

Nota: 1 - Valores excluem o consumo do setor energético; 2 - Inclui: carvão vapor, carvão metalúrgico, gás de coqueria e coque de carvão mineral; e 3 - Inclui: bagaço de cana-de-açúcar, resíduos agroflorestais (produção de celulose), óleo combustível e demais combustíveis residuais.

Fonte de dados do ano-base: EPE/MME, 2005.

Quanto à participação dos aqui denominados “combustíveis residuais”, a faixa de variação da participação no longo prazo foi de menos de 2 pontos percentuais em relação à participação observada no ano-base (2004). Contribui para a expansão do consumo destes combustíveis, a expansão da atividade em indústrias como a de papel e celulose, sucro-alcooleira, indústria química e de cimento. No caso da evolução da produção de celulose e de açúcar e álcool, deve-se levar em conta adicionalmente os mercados externos.

Finalmente, o consumo de “carvão e derivados” está vinculado preponderantemente ao desempenho da

indústria siderúrgica nacional. Por sua vez, dois efeitos em sentido contrário devem ser comparados: o efeito dos crescimentos interno e externo sobre o nível de atividade da indústria siderúrgica e o efeito de conservação de energia.

Nos três cenários de maior crescimento econômico (Na Crista da Onda, Surfando a Marola e Pedalinho), o aproveitamento das oportunidades advindas tanto da demanda interna quanto da externa de produtos siderúrgicos impulsiona o crescimento da indústria e, com isto, a demanda por insumos produtivos advindos do uso do carvão e seus derivados. A participação da indústria siderúrgica no valor adicionado também é maior em cenários de maior crescimento econômico, o que justifica a maior participação do consumo destes energéticos nos três primeiros cenários. No caso dos cenários de menor crescimento (Náufrago), a maior participação do consumo do agrupamento energético “carvão e derivados” - ainda que a indústria siderúrgica apresente a menor participação no valor adicionado da indústria dentre todos os cenários - se deve à menor incidência de uso eficiente de energia.

De modo geral, a oferta de combustíveis residuais depende do nível de atividade preconizado em suas indústrias correspondentes em cada cenário de acordo com os seguintes fatos:

- O consumo de produtos de cana-de-açúcar para fins energéticos, que compreende basicamente o consumo de bagaço na indústria sucro-alcooleira, mantendo-se relativamente constante em relação ao ano-base, do nosso estudo (2004) em função da expansão da indústria de açúcar e álcool mostrar-se semelhante à expansão da indústria de papel e celulose;
- A oferta das denominadas “outras fontes primárias”, que inclui resíduos vegetais e industriais utilizados para geração de calor e vapor (EPE/MME, 2005), tem no licor negro (lixívia) gerado no processo de produção de celulose via processo *Kraft*, o seu principal representante. Assim, seu consumo se vincula diretamente à expansão da indústria brasileira de papel e celulose. Como se observa, não ocorre grande alteração estrutural deste consumo no horizonte de estudo, de modo que o consumo de lixívia mantém sua preponderância sobre o consumo das demais fontes primárias de energia no país;
- O consumo das denominadas “outras fontes secundárias de petróleo” é observado principalmente nos segmentos industriais química, cimento e metalurgia (ferro-gusa, ferro-ligas e não-ferrosos) e compreende o consumo de combustíveis tais como o coque verde de petróleo e o gás de refinaria, por exemplo.

Tabela 74 – Participação percentual do consumo de combustíveis residuais na indústria

Fonte energética	Segmento industrial ¹	2004 ²	2030			
			Na Crista da Onda	Surfando a Marola	Pedalinho	Náufrago
Produtos da cana-de-açúcar	Alimentos e bebidas	99,8	99,7	99,7	99,8	99,8
	Papel e celulose	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2
Outras fontes primárias de energia	GCE ³	93,3	93,5	92,9	92,8	92,9
	Demais ⁴	6,7	6,5	7,1	7,2	7,1
Outras fontes secundárias	GCE ⁵	62,2	43,6	45,0	50,2	50,1
	Demais ⁶	37,8	56,4	55,0	49,8	49,9

Nota: 1 - Optou-se por apresentar os segmentos industriais desagregados quando os responsáveis pelo consumo de cada uma das fontes energéticas incluídas no agrupamento energético "combustíveis residuais" correspondessem a apenas uma classificação dos consumidores de energia na indústria (grandes consumidores de energia ou demais indústrias). Este é o caso da demanda por produtos da cana-de-açúcar para fins energéticos. Os critérios de classificação destes consumidores industriais podem ser vistos no item 4.3 deste relatório; 2 - Corresponde à participação de cada segmento industrial no consumo da fonte energética correspondente, somando 100% no total de consumo da fonte; 3 - Grandes Consumidores de Energia que, no caso desta fonte, incluem os segmentos: papel e celulose, e química; 4 - Demais Consumidores de Energia que, neste caso desta fonte, incluem os segmentos: cimento e cerâmica; 5 - Grandes Consumidores de Energia que, neste caso desta fonte, incluem os seguintes segmentos: alimentos e bebidas, metalurgia, química e mineração e pelletização; e 6 - Demais Consumidores de Energia que, neste caso desta fonte, incluem: cimento, cerâmica e outras indústrias.

Fonte de dados: ano-base: EPE/MME, 2005.

5.3. Consumo de energia final por setor: desagregação por fonte

Os estudos da demanda de energia foram elaborados para uma abertura setorial da economia coerente com a aquela apresentada no Balanço Energético Nacional. No entanto, para apresentação dos resultados, o consumo final de energia foi desagregado nos seguintes setores: indústria, comercial/público, residencial, agropecuário e transportes.

5.3.1. Indústria

Apesar da perda da participação relativa da indústria no PIB brasileiro em todos os cenários no horizonte estudado (Figura 35), a redução da participação do setor industrial no consumo total de energia por cenário, como se pode observar na Tabela 75, não ocorre proporcionalmente.

Figura 35 – Evolução da participação da indústria no PIB

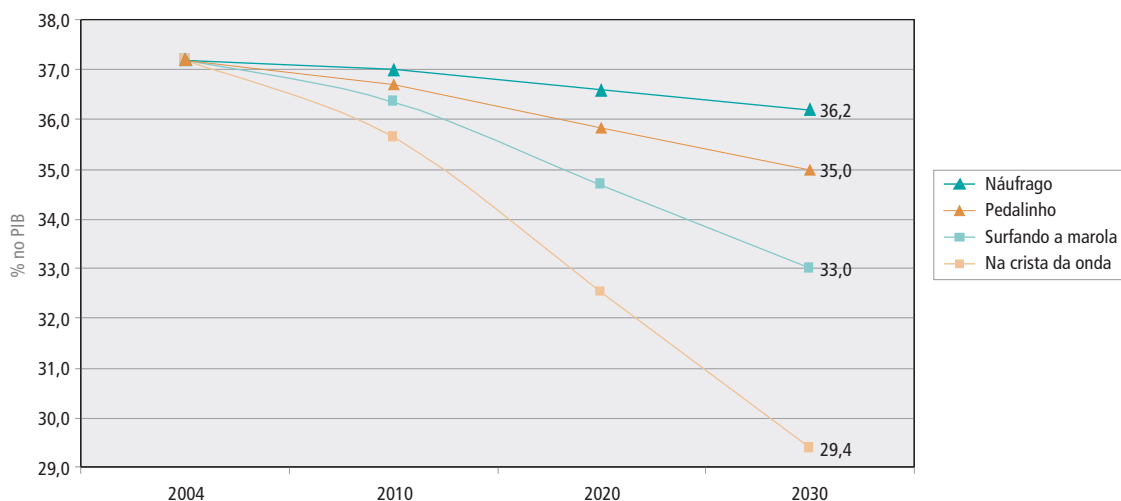


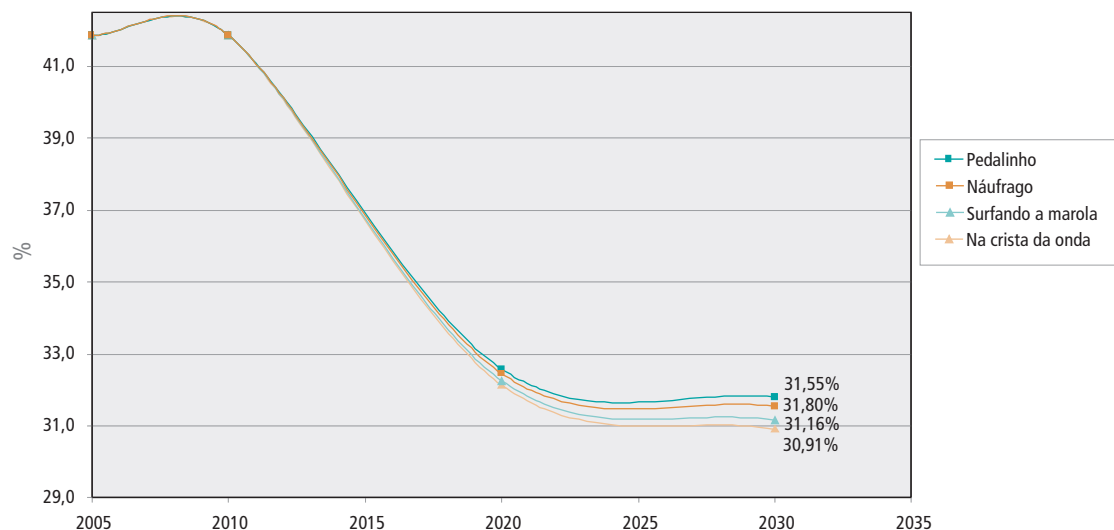
Tabela 75 - Participação percentual da indústria na demanda de energia total
Brasil, 2004 e 2030

Cenário	2004	2030
Na Crista da Onda	44,7	45,8
Surfando a Marola	44,7	44,0
Pedalinho	44,7	43,9
Náufrago	44,7	44,8

Nota: Exclui o consumo do setor energético.

Isto pode ser explicado pelo fato de que nos cenários de maior crescimento, há um aumento da participação relativa do setor de serviços cuja demanda final de energia é proporcionalmente menor do que a da indústria. Além disso, este resultado ocorre a despeito da perda da participação dos grandes consumidores de energia no PIB industrial no horizonte de estudo, como pode ser visto na Figura 36.

Figura 36 – Evolução da participação percentual dos grandes consumidores de energia final no PIB industrial
Brasil, 2005-2035



■ 5.3.1.1. Eletricidade

A indústria brasileira respondeu por quase 50% do consumo total de eletricidade em 2004 (EPE/MME, 2005). Embora partindo desta significativa participação no consumo total de eletricidade no país, a já aludida redução da participação da indústria no PIB do país em cenários de maior crescimento econômico resulta em tendência de redução no horizonte de estudo, como se pode observar na Tabela 76. Esta perda de participação se deve ao maior crescimento relativo do setor de serviços no PIB brasileiro, como se verá adiante.

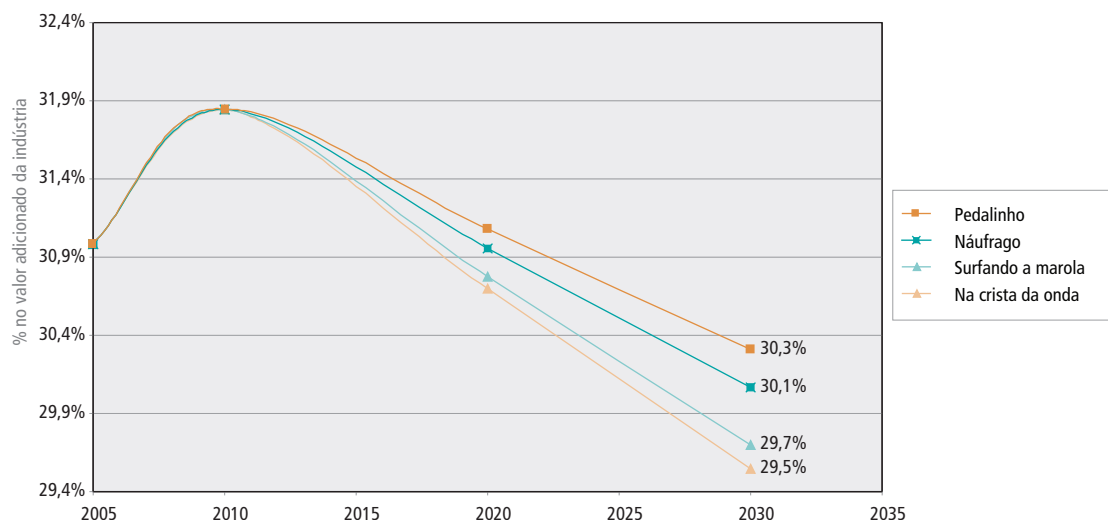
Tabela 76 - Participação percentual da indústria na demanda de eletricidade
Brasil, 2004 e 2030

Cenário	Participação relativa (%)	
	2004	2030
Na Crista da Onda	49,6	44,7
Surfando a Marola	49,6	43,9
Pedalinho	49,6	43,6
Náufrago	49,6	44,6

Nota: Exclui o consumo do setor energético

Um outro aspecto que merece ser lembrado se refere à redução da participação dos chamados grandes consumidores de eletricidade na formação do valor adicionado da indústria, como se pode observar na Figura 37. Assim, quanto maior o cenário de crescimento econômico, menor tende a ser a participação dos grandes consumidores de eletricidade na formação do valor adicionado da indústria, à exceção dos cenários Pedalinho e Náufrago, quando ocorre a inversão desta tendência. Isto se justifica pelo fato de que, no cenário Pedalinho, o nível de abertura comercial permite a inserção internacional mais pronunciada da exportação de produtos com maior conteúdo de eletricidade, comparativamente ao cenário Náufrago, onde as oportunidades de inserção na economia mundial são mais restritas.

Figura 37 – Evolução da participação percentual dos grandes consumidores de energia elétrica no PIB industrial

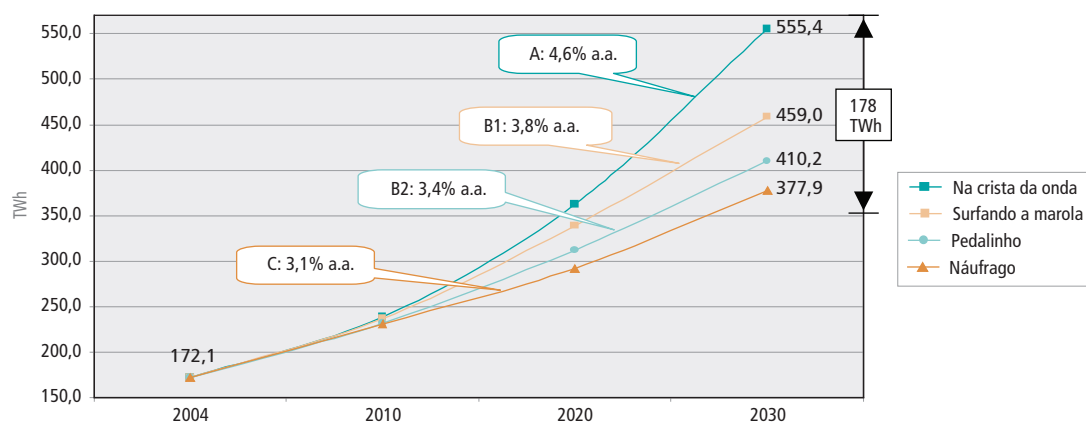


Finalmente, na Tabela 77 são apresentados os consumos finais, por cenário, para o setor industrial. Nesta Tabela também podem ser observadas as taxas de médias de crescimento no período. Os valores apresentados nestas tabelas também são representados graficamente na Figura 38.

Tabela 77 - Consumo final de energia elétrica na indústria (TWh)
Brasil, 2004-2030

Cenário	2004	2010	2020	2030	Taxa média de crescimento. (% a.a.)
Na Crista da Onda	172,1	238,8	362,5	555,4	4,6
Surfando a Marola	172,1	237,0	339,3	459,0	3,8
Pedalinho	172,1	231,9	312,3	410,2	3,4
Náufrago	172,1	231,0	292,4	377,9	3,1

Figura 38 – Evolução do consumo final de energia elétrica na indústria
Brasil, 2004-2030



5.3.1.2. Gás natural

Na Tabela 77 é apresentada a participação relativa da demanda de gás natural na indústria brasileira, por cenário. Como se pode perceber, em termos de demanda de gás natural não-termelétrico, a estimativa no longo prazo é a manutenção da importância do setor industrial na demanda deste energético. Ainda, o aumento do consumo de gás natural na indústria ocorre principalmente no segmento classificado como “demais indústrias”.

Tabela 78 - Participação percentual da indústria na demanda de gás natural
Brasil, 2004 e 2030

Cenário	Participação relativa (%)	
	2004	2030
Na Crista da Onda	78,4	77,7
Surfando a Marola	78,4	74,7
Pedalinho	78,4	79,2
Náufrago	78,4	77,7

Nota: Exclui o consumo do setor energético

Tabela 79 - Consumo de gás natural na indústria (Mm³/dia)
Brasil, 2004-2030

Cenário	2004	2010	2020	2030	Taxa média de crescimento. (% a.a.)
Na Crista da Onda	20,7	32,8	57,4	96,9	6,1
Surfando a Marola	20,7	31,6	51,8	75,9	5,1
Pedalinho	20,7	31,0	46,8	69,0	4,7
Náufrago	20,7	29,9	41,7	58,9	4,1

Tabela 80 - Consumo de gás natural para fins não-energéticos (Mm³/dia)
Brasil, 2004-2030

Cenário	2004	2010	2020	2030	Taxa média de crescimento. (% a.a.)
Na Crista da Onda	2,3	3,0	3,9	5,1	3,1
Surfando a Marola	2,3	3,0	3,9	4,8	2,9
Pedalinho	2,3	3,0	3,6	4,4	2,6
Náufrago	2,3	2,8	3,1	3,5	1,7

Tabela 81 - Participação percentual dos grandes consumidores de energia no consumo de gás natural
Brasil, 2004e2030

Setor	2004	2030			
		Na Crista da Onda	Surfando a Marola	Pedalinho	Náufrago
Grandes Consumidores de Energia	69,5	60,5	61,2	60,8	55,6
Demais indústrias	30,5	39,5	38,8	39,2	44,4

Especificamente no caso da indústria química pode-se apontar a penetração do gás natural para unidades de co-geração deslocando o uso térmico e, portanto, outros energéticos como o óleo combustível. A estimativa da evolução da capacidade instalada de co-geração a gás natural se encontra representada na Figura 39. A distinção básica entre os cenários considera, essencialmente, a disponibilidade de capital para investimento nestas instalações e também o ambiente existente para a venda de excedentes elétricos comercializáveis tanto em termos de preços quanto da efetiva existência desta possibilidade. Para a estimativa da evolução desta capacidade instalada, tomou-se como base o estudo realizado em Tolmasquim *et al.* (2003), o qual avalia os potenciais técnico e econômico de co-geração a gás natural na indústria química, em função de diversos ambientes em que o investidor nestas unidades pode se deparar. Em função da capacidade a ser instalada considerar o ano-base utilizado no referido estudo (2000), em cada cenário se admite um percentual de energia térmica nesta indústria atendida por unidades de co-geração. Como se pode observar dos dados da Tabela 82 – Oferta de calor de unidades de co-geração na indústria química, este percentual varia conforme o cenário, sendo bastante considerável no cenário Na Crista da Onda, onde as restrições de expansão da oferta de gás natural são sobremaneira menores do que nos demais cenários.

Figura 39 – Capacidade instalada de co-geração a gás natural na indústria química

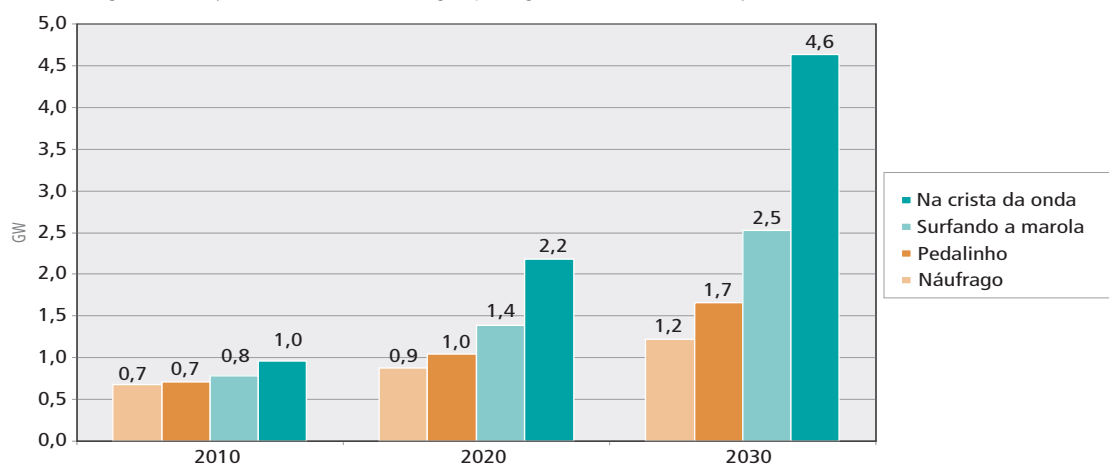


Tabela 82 – Oferta de calor de unidades de co-geração na indústria química

Cenário	% do calor atendido por unidades de co-geração a gás natural
Na Crista da Onda	39,5
Surfando a Marola	21,5
Pedalinho	16,3
Náufrago	15,0

Fonte: elaborado a partir de Tolmasquim et al, 2003

■ 5.3.1.3. Derivados de petróleo

A demanda por derivados de petróleo no setor industrial tem participação bastante reduzida na demanda total de energia do país, aumentando em todos os cenários em relação ao ano base, como se pode observar na Tabela 83. A expansão deste consumo se deve a segmentos industriais tais como mineração e pelotização, química, e outras indústrias, entre outras, cuja expansão é capitaneada pela exportação de *commodities*, expansão da demanda de bens intermediários na economia, bem como a expansão de segmentos industriais que produzem itens de maior valor agregado, respectivamente.

Tabela 83 – Participação percentual da demanda de derivados de petróleo na indústria Brasil, 2004 e 2030

Cenário	Participação relativa (%)	
	2004	2030
Na Crista da Onda	2,5	4,7
Surfando a Marola	2,5	3,8
Pedalinho	2,5	3,7
Náufrago	2,5	3,4

Nota: Exclui o consumo do setor energético

Tabela 84 - Consumo de derivados de petróleo na indústria (mil tep)
Brasil, 2004-2030

Cenário	2004	2010	2020	2030	Taxa média de crescimento. (% a.a.)
Na Crista da Onda	1.259	1.977	3.567	6.172	6,3
Surfando a Marola	1.259	1.877	3.101	4.704	5,2
Pedalinho	1.259	1.803	2.472	3.768	4,3
Náufrago	1.259	1.722	2.247	2.988	3,4

■ 5.3.1.4. Outros agrupamentos energéticos

No que tange ao consumo de carvão mineral e seus derivados, deve-se destacar que o setor industrial é responsável por 100% da demanda total não-energética e, fundamentalmente, ocorre na indústria siderúrgica. Assim, esta demanda dependerá do desempenho desta indústria em cada cenário nacional e sua evolução é apresentada na Tabela 77.

Tabela 85 - Consumo de carvão e derivados na indústria (mil tep)
Brasil, 2004-2030

Cenário	2004	2010	2020	2030	Taxa média de crescimento. (% a.a.)
Na Crista da Onda	11.447	16.035	27.892	38.376	4,8
Surfando a Marola	11.447	15.607	24.733	28.436	3,6
Pedalinho	11.447	16.228	23.818	27.743	3,5
Náufrago	11.447	15.694	22.495	25.905	3,2

Em relação ao consumo de lenha e carvão vegetal, por sua vez, em todos os cenários o crescimento da demanda se encontra abaixo daquela observada para o consumo de energia total: enquanto a demanda total de energia cresce entre 2,5% e 4,3% a.a. até 2030, a demanda por lenha e carvão vegetal tem crescimento entre 0,8-2% a.a. Apesar disto, a retração do consumo destes energéticos no setor residencial é mais intenso, de modo que, ao final, o consumo total deste agrupamento devido ao setor industrial aumenta.

Tabela 86 - Participação percentual da indústria na demanda de lenha e carvão vegetal
Brasil, 2004 e 2030

Cenário	Participação relativa (%)	
	2004	2030
Na Crista da Onda	52,1	71,6
Surfando a Marola	52,1	67,3
Pedalinho	52,1	57,4
Náufrago	52,1	53,0

Nota: Exclui o consumo do setor energético

Tabela 87 - Consumo de lenha e carvão vegetal na indústria (mil tep)
Brasil, 2004-2030

Cenário	2004	2010	2020	2030	Taxa média de crescimento. (% a.a.)
Na Crista da Onda	11.255	12.793	15.950	19.292	2,1
Surfando a Marola	11.255	12.613	14.675	16.843	1,6
Pedalinho	11.255	12.729	13.360	14.695	1,0
Náufrago	11.255	12.604	12.202	12.786	0,5

Finalmente, o consumo de combustíveis residuais se concentra principalmente no setor industrial, pela natureza da disponibilidade destes energéticos, cuja oferta advém de processos industriais tais como a produção de celulose, açúcar e álcool e processos químicos. Também é na indústria que se concentra o consumo de óleo combustível, contribuindo para este perfil de consumo de energia, cuja manutenção no longo prazo pode ser vista na Tabela 88.

Tabela 88 - Participação percentual da indústria no consumo de combustíveis residuais
Brasil, 2004 e 2030

Cenário	Participação relativa (%)	
	2004	2030
Na Crista da Onda	97,0	97,2
Surfando a Marola	97,0	97,7
Pedalinho	97,0	97,6
Náufrago	97,0	97,4

Nota: Exclui o consumo do setor energético

Tabela 89 - Consumo de combustíveis residuais na indústria (mil tep)
Brasil, 2004-2030

Cenário	2004	2010	2020	2030	Taxa média de crescimento. (% a.a.)
Na Crista da Onda	26.793	34.899	50.325	74.454	4,0
Surfando a Marola	26.793	34.081	48.083	65.884	3,5
Pedalinho	26.793	34.023	41.942	52.770	2,6
Náufrago	26.793	33.030	37.946	45.578	2,1

■ 5.3.2. Comercial e público

■ 5.3.2.1. Eletricidade

Como reflexo principalmente da expansão do setor comercial, ocorre a expansão da participação destes setores na demanda total de eletricidade no país, como se pode observar na Tabela 89, ganhando no cenário mais otimista cerca de 4% em relação ao ano-base. Na Figura 40 e na Tabela 90 são apresentadas as evoluções do consumo final de energia elétrica nos cenários considerados.

Tabela 90 - Participação percentual dos setores comercial e público na demanda de eletricidade
Brasil, 2004 e 2030

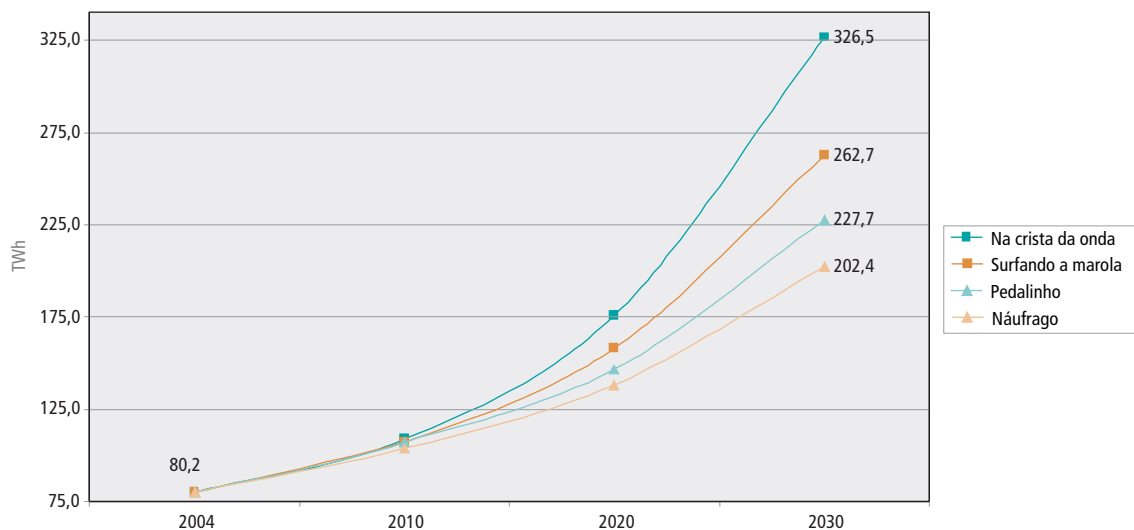
Cenário	Participação relativa (%)	
	2004	2030
Na Crista da Onda	23,1	26,3
Surfando a Marola	23,1	25,5
Pedalinho	23,1	24,2
Náufrago	23,1	23,9

Nota: Exclui o consumo do setor energético

Tabela 91 - Consumo final de energia elétrica nos setores comercial e público (TWh)
Brasil, 2004-2030

Cenário	2004	2010	2020	2030	Taxa média de crescimento. (% a.a.)
Na Crista da Onda	80,2	109,0	175,9	326,5	5,5
Surfando a Marola	80,2	107,3	158,2	262,7	4,7
Pedalinho	80,2	107,6	146,7	227,7	4,1
Náufrago	80,2	103,9	138,4	202,4	3,6

Figura 40 – Evolução do consumo final de energia elétrica no setor comercial e público



Na matriz de consumo de energia nos setores comercial e público, a eletricidade respondeu por 81,5% em 2004, aumentando a participação no longo prazo, como se pode observar na Tabela 92. Em cenários de maior crescimento econômico, este ganho de participação é menor, devido ao maior crescimento relativo do gás natural, que entra deslocando o óleo combustível e a lenha.

Tabela 92 - Participação percentual dos setores comercial e público na demanda de eletricidade
Brasil, 2004 e 2030

Cenário	Participação relativa (%)	
	2004	2030
Na Crista da Onda	81,5	82,5
Surfando a Marola	81,5	83,4
Pedalinho	81,5	84,8
Náufrago	81,5	86,9

Nota: Exclui o consumo do setor energético

■ 5.3.3. Residencial

Na Tabela 92 é apresentada a evolução da participação relativa do setor residencial na demanda total de energia por cenário. Verifica-se que este setor perde participação em todos os cenários considerados. Este resultado pode ser explicado pelo maior dinamismo de outros setores, notadamente dos setores comercial e público.

Tabela 93 - Participação percentual do setor residencial na demanda de energia
Brasil, 2004 e 2030

Cenário	Participação relativa (%)	
	2004	2030
Na Crista da Onda	13,2	8,9
Surfando a Marola	13,2	10,2
Pedalinho	13,2	12,1
Náufrago	13,2	12,8

Nota: Exclui o consumo do setor energético

■ 5.3.3.1. Eletricidade

Com relação à demanda total de energia elétrica, é possível observar na Tabela 93 que o setor residencial ganha participação relativa em todos os cenários considerados. Conforme as premissas adotadas, a participação do setor deverá situar-se entre 24,3% e 28,7% em 2030.

Tabela 94 - Participação percentual do setor residencial na demanda de energia elétrica
Brasil, 2004 e 2030

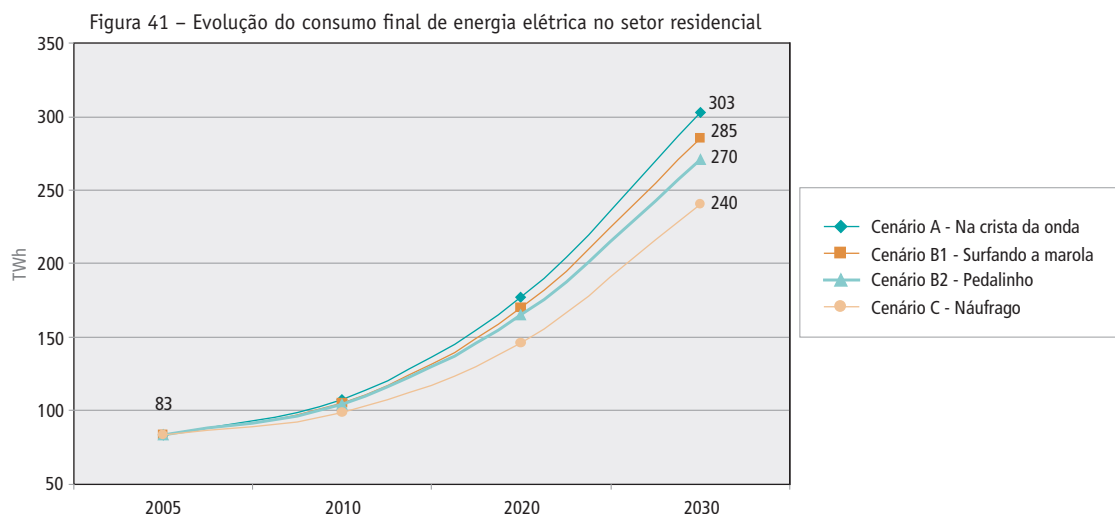
Cenário	Participação relativa (%)	
	2004	2030
Na Crista da Onda	22,6	24,3
Surfando a Marola	22,6	27,3
Pedalinho	22,6	28,7
Náufrago	22,6	28,4

Nota: Exclui o consumo do setor energético

Na Tabela 95 e na Figura 41 são apresentadas as evoluções do consumo final no setor.

Tabela 95 - Consumo final de energia elétrica no setor residencial (TWh)
Brasil, 2004-2030

Cenário	2004	2010	2020	2030	Taxa média de crescimento. (% a.a.)
Na Crista da Onda	78,6	107,5	176,8	302,6	5,3
Surfando a Marola	78,6	105,3	169,6	285,5	5,1
Pedalinho	78,6	104,3	164,7	270,3	4,9
Náufrago	78,6	98,8	146,3	240,3	4,4



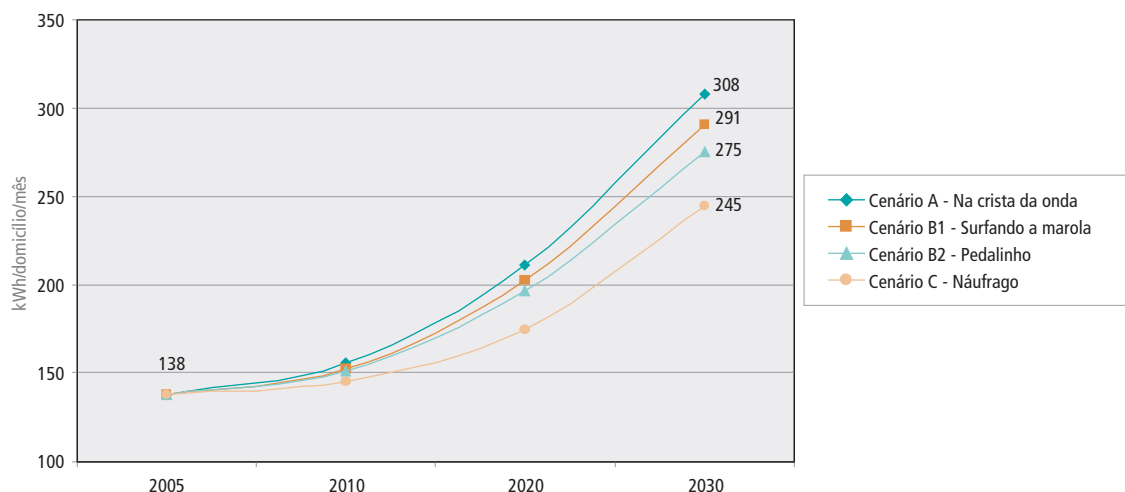
Conforme pode ser observado, o consumo residencial de energia elétrica no cenário Na Crista da Onda cresce a uma taxa média de 5,3% a.a., atingindo aproximadamente 303 TWh em 2030. Nos cenários Surfando a Marola, Pedalinho e Náufrago, as taxas médias de crescimento são, respectivamente, iguais a 5,1% a.a., 4,8% a.a. e 4,3% a.a..

Por incorporar premissas que levam em conta uma redistribuição de renda no sentido de reduzir as desigualdades atualmente existentes, observa-se um crescimento mais expressivo no cenário Na Crista da Onda. De fato, embora as famílias passem a adquirir os equipamentos mais eficientes do mercado neste cenário, o efeito renda obtido (face ao atual potencial de crescimento do consumo devido à demanda reprimida, sobretudo nas classes de menor renda) e o surgimento de uma nova geração de aparelhos eletro-eletrônicos, acabam por conduzir a um maior uso da energia elétrica nos domicílios.

A Figura 42 ilustra a evolução do consumo residencial médio em cada cenário. Cabe notar que, neste estudo, este indicador refere-se à razão entre o número de domicílios com iluminação elétrica e o total de domicílios. Os domicílios com iluminação elétrica considerados seguem o critério estabelecido pelo IBGE e, portanto, incluem tanto as unidades consumidoras em situação regular junto às concessionárias como aquelas em situação irregular. Por este motivo, o valor apresentado para o ano de 2005 apresenta-se um pouco inferior ao valor, para este ano, divulgado pelas estatísticas oficiais.²³

²³ O valor realizado do consumo residencial médio no ano de 2005 foi de 143 kWh/domicílio/mês e corresponde à razão entre o consumo residencial faturado pelas concessionárias de energia elétrica e as unidades consumidoras correspondentes. (EPE, 2006d)

Figura 42 – Evolução do consumo residencial médio de energia elétrica



O consumo residencial médio no cenário Na Crista da Onda atinge 308 kWh/domicílio/mês no ano de 2030. O crescimento expressivo da categoria outros,²⁴ que representa cerca de 6% do consumo residencial atual, será responsável por 43% do consumo deste setor em 2030, como ilustrado na Figura 43. Segundo ENERDATA (2003), este valor é equivalente à média de consumo nesta categoria²⁵ de um domicílio europeu.

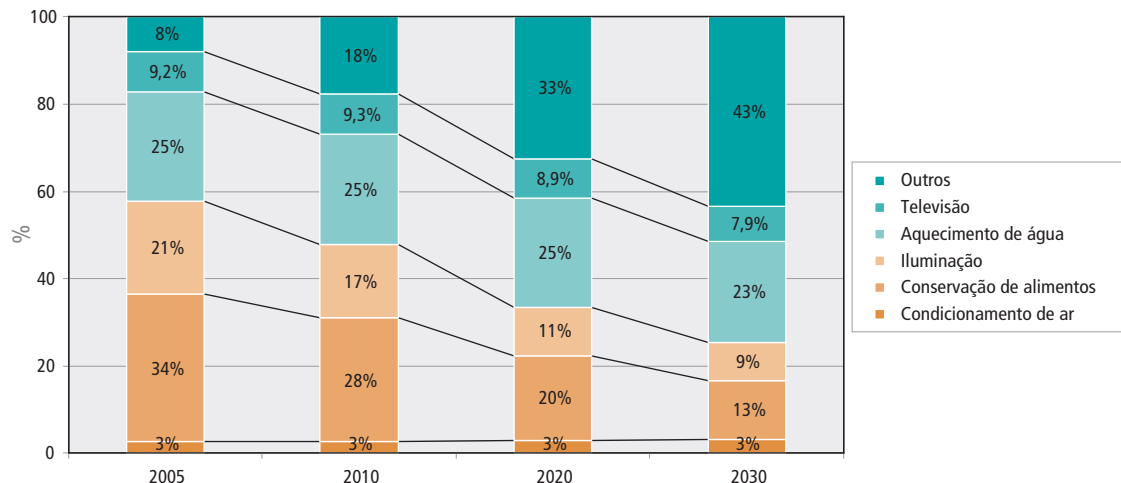
Portanto, o aumento desta categoria de consumo busca refletir ao final do horizonte a seguinte tendência verificada nos países desenvolvidos: por um lado, a redução da parcela consumida pelos equipamentos até então responsáveis pelos principais usos (refrigeradores e *freezers*, iluminação e televisores) e, por outro, o aumento da participação da categoria outros (na qual se inclui uma série de equipamentos eletroeletrônicos).²⁶

²⁴ Inclui todos os equipamentos eletrodomésticos, exclusive: refrigerador, freezer, chuveiro elétrico, ar condicionado, lâmpadas e televisão.

²⁵ Embora a categoria outros usos seja definida de forma ligeiramente diferente da classificação deste estudo ao incluir todos os equipamentos, exclusive: refrigerador, freezer, máquina de lavar roupa, máquina de lavar pratos, lâmpadas e televisão.

²⁶ Se, por um lado, individualmente apresentem relativamente baixa potência (considerando a potência em uso e no modo stand by), a crescente variedade e a maior quantidade de equipamentos eletroeletrônicos nas residências acabarão gerando, por outro lado, um aumento da participação do conjunto destes itens no consumo residencial total.

Figura 43 – Evolução da estrutura de consumo de energia elétrica no setor residencial por uso final – Cenário Na Crista da Onda Brasil, 2005-2030



Portanto, a justificativa para a alteração da estrutura de consumo residencial apresentada neste estudo deve-se a fatores técnicos e comportamentais, quais sejam:

- aumento da posse de eletro-eletrônicos, de um modo geral, inclusive daqueles pertencentes a uma nova geração de equipamentos;
- alteração nas características de alguns equipamentos influenciando as decisões de compra do consumidor (refrigeradores de duas portas e *frost-free* passaram a ser preferíveis no lugar dos refrigeradores de uma porta, televisores de 29 polegadas preferíveis às de 20 polegadas etc.). O consumidor, de um modo geral, passará a preferir eletrodomésticos que combinem tecnologia digital e multimídia;
- alterações nos hábitos de uso, e
- aumento da eficiência técnica dos equipamentos.

A seguir são apresentadas as evoluções do consumo residencial entre os principais usos para os cenários Surfando a Marola (Figura 44), Pedalinho (Figura 45) e Náufrago (Figura 46).

Figura 44 – Evolução da estrutura de consumo de energia elétrica no setor residencial por uso final – Cenário Surfando a Marola
Brasil, 2005-2030

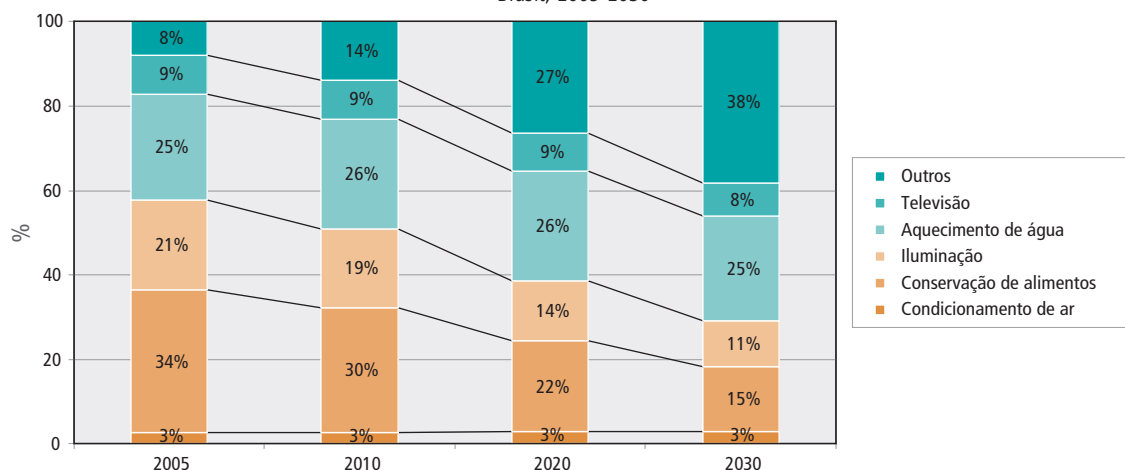


Figura 45 - Evolução da estrutura de consumo de energia elétrica no setor residencial por uso final – Cenário Pedalinho
Brasil, 2005-2030

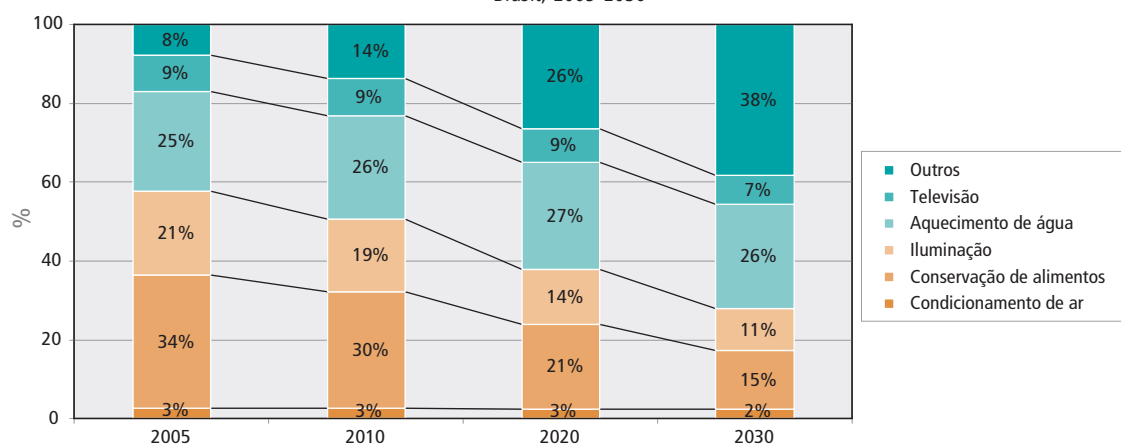
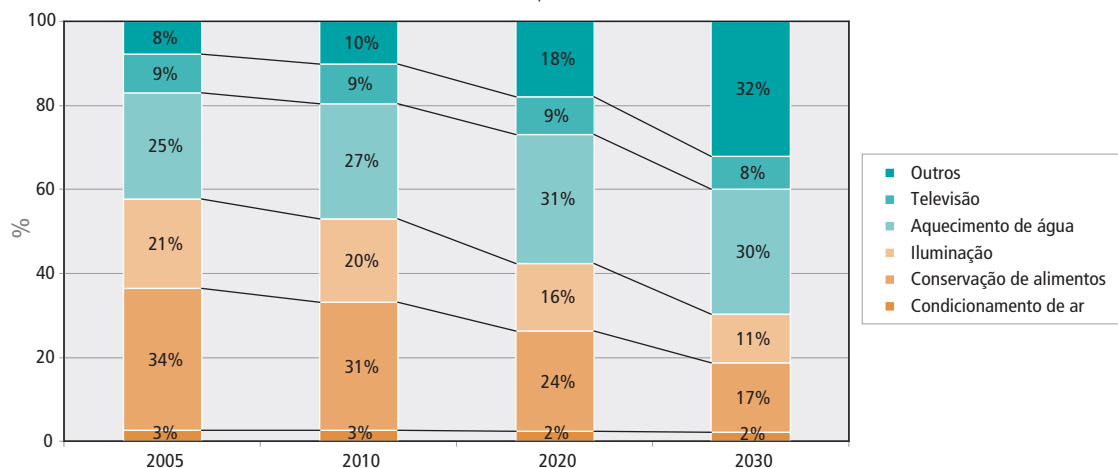


Figura 46 - Evolução da estrutura de consumo de energia elétrica no setor residencial por uso final – Cenário Náufrago
Brasil, 2005-2030



■ 5.3.3.2. Gás natural

A participação relativa do setor residencial na demanda total de gás natural se mantém pouco significativa ao longo do tempo, como mostra a Tabela 96. Isto porque, principalmente nos cenários de maior crescimento, o gás natural penetra mais significativamente em outros setores da economia, apesar do aumento expressivo do consumo residencial observado em todos os cenários, conforme apresentado na Tabela 96. Este crescimento, sobretudo nos cenários Na Crista da Onda e Surfando a Marola, se justifica pela maior participação do gás natural para o aquecimento de água e a cocção substituindo energéticos concorrentes como a energia elétrica e o GLP, respectivamente.

Tabela 96 – Participação percentual do setor residencial na demanda de gás natural
Brasil, 2004 e 2030

Cenário	Participação relativa (%)	
	2004	2030
Na Crista da Onda	2,1	1,8
Surfando a Marola	2,1	2,2
Pedalinho	2,1	2,4
Náufrago	2,1	2,6

Nota: Exclui o consumo do setor energético

Tabela 97 - Consumo final de gás natural no setor residencial (1000 m³)
Brasil, 2004-2030

Cenário	2004	2010	2020	2030	Taxa média de crescimento. (% a.a.)
Na Crista da Onda	205.682	461.351	679.687	828.535	5,5
Surfando a Marola	205.682	432.096	666.109	811.983	5,4
Pedalinho	205.682	413.239	613.768	748.180	5,1
Náufrago	205.682	392.577	583.080	710.771	4,9

■ 5.3.3.3. Gás liquefeito de petróleo

O setor residencial registra perda de participação relativa na demanda total de gás liquefeito de petróleo, como mostra a Tabela 98. As menores participações verificadas nos cenários de maior crescimento econômico podem ser atribuídas à maior penetração do gás natural, que desloca o GLP, sobretudo nos domicílios localizados em grandes centros urbanos. Ainda assim, é possível observar consumos mais elevados em cenários de maior crescimento econômico, devido ao fato de o GLP substituir a lenha, sobretudo nos domicílios pertencentes às classes de mais baixa renda na área rural.

Tabela 98 – Participação percentual do setor residencial na demanda de gás liquefeito de petróleo
Brasil, 2004 e 2030

Cenário	Participação relativa (%)	
	2004	2030
Na Crista da Onda	81,7	62,9
Surfando a Marola	81,7	70,1
Pedalinho	81,7	75,2
Náufrago	81,7	78,3

Nota: Exclui o consumo do setor energético

Tabela 99 - Consumo final de gás liquefeito de petróleo no setor residencial (1000 m³)
Brasil, 2004-2030

Cenário	2004	2010	2020	2030	Taxa média de crescimento. (% a.a.)
Na Crista da Onda	9.539	11.929	15.768	18.738	2,6
Surfando a Marola	9.539	11.269	15.688	18.591	2,6
Pedalinho	9.539	11.023	14.349	18.126	2,5
Náufrago	9.539	10.606	12.940	15.279	1,8

■ 5.3.3.4. Lenha

A perda de participação da lenha em todos os cenários advém, fundamentalmente, do efeito de substituição por GLP, como explicitado anteriormente. No cenário Náufrago, a maior participação se justifica pelo maior consumo de lenha nos domicílios, uma vez que se trata de um cenário com reduzida melhoria de qualidade de vida da população.

Tabela 100 – Participação percentual do setor residencial na demanda de lenha
Brasil, 2004 e 2030

Cenário	Participação relativa (%)	
	2004	2030
Na Crista da Onda	51,3	20,6
Surfando a Marola	51,3	25,7
Pedalinho	51,3	39,6
Náufrago	51,3	44,0

Nota: Exclui o consumo do setor energético

Tabela 101 - Consumo final de lenha no setor residencial (1000 t)
Brasil, 2004-2030

Cenário	2004	2010	2020	2030	Taxa média de crescimento. (% a.a.)
Na Crista da Onda	26.044	17.188	15.086	12.771	-2,7
Surfando a Marola	26.044	24.266	16.840	15.776	-1,9
Pedalinho	26.044	24.266	24.910	25.542	-0,1
Náufrago	26.044	24.771	25.787	27.607	0,2

■ 5.3.4. Agropecuário

A participação do setor agropecuário na demanda total de eletricidade no país em 2030 é apresentada na Tabela 102, resultando das diferentes taxas de crescimento do setor agropecuário brasileiro no PIB, como também dos diferentes cenários de modernização estimados para a atividade. Por esta razão, registram-se diferentes taxas de crescimento da demanda por eletricidade neste setor, como se pode observar nos resultados apresentados na Tabela 103 e na Tabela 104. Com se pode observar, a participação percentual estimada deste setor na demanda total de energia elétrica situa-se entre 3,0-4,6% em 2030.

Tabela 102 - Participação percentual do setor agropecuário na demanda de eletricidade
Brasil, 2004 e 2030

Cenário	Participação relativa (%)	
	2004	2030
Na Crista da Onda	4,3	4,6
Surfando a Marola	4,3	3,5
Pedalinho	4,3	3,3
Náufrago	4,3	3,0

Nota: Exclui o consumo do setor energético

Tabela 103 - Consumo final de energia elétrica no setor agropecuário (TWh)
Brasil, 2004-2030

Cenário	2004	2010	2020	2030	Taxa média de crescimento. (% a.a.)
Na Crista da Onda	14,9	18,5	28,8	57,2	5,3
Surfando a Marola	14,9	17,9	24,6	36,6	3,5
Pedalinho	14,9	17,7	22,1	31,5	2,9
Náufrago	14,9	17,1	19,6	25,1	2,0

O setor agropecuário registra uma importante participação no consumo total de óleo diesel – atrás apenas do setor de transportes – e em todos os cenários a estimativa é de elevação desta participação, como pode ser visto na Tabela 104.

Tabela 104 - Participação percentual do setor agropecuário na demanda de óleo diesel
Brasil, 2004 e 2030

Cenário	Participação relativa (%)	
	2004	2030
Na Crista da Onda	13,8	21,9
Surfando a Marola	13,8	18,1
Pedalinho	13,8	17,8
Náufrago	13,8	21,9

Nota: Exclui o consumo do setor energético

■ 5.3.5. Transportes

Na Tabela 105 é apresentada a participação relativa do setor de transportes na demanda total de energia em 2004 e 2030. Em todos os cenários, ocorre quase a manutenção dos patamares observados no ano base (31,8%). Na sequência deste texto, apresentam-se dados acerca do consumo dos agrupamentos energéticos.

Tabela 105 - Participação percentual do setor transportes no total de demanda de energia
Brasil, 2004 e 2030

Cenário	Participação relativa (%)	
	2004	2030
Na Crista da Onda	31,8	32,0
Surfando a Marola	31,8	34,0
Pedalinho	31,8	32,5
Náufrago	31,8	30,8

Nota: Exclui o consumo do setor energético

■ 5.3.5.1. Etanol e derivados de petróleo

O setor de transportes se constitui no principal demandante de óleo diesel no país, tendo respondido em 2004, por mais de 77% da demanda total deste energético (Tabela 106). É importante frisar que estes números se referem à demanda por óleo diesel potencial, e que a fração desta demanda atendida por óleo oriundo do refino de petróleo, H-Bio e biodiesel dependerá do cenário econômico considerado. Em todos os cenários, a tendência é de queda da participação do setor no consumo total de óleo diesel, motivado pelo crescimento relativo do setor agropecuário (cuja taxa de crescimento no consumo é maior no cenário Na Crista da Onda), bem como pela leve redução do modal rodoviário no transporte de cargas no país.

Tabela 106 - Participação percentual do setor transportes no total de óleo diesel
Brasil, 2004 e 2030

Cenário	Participação relativa (%)	
	2004	2030
Na Crista da Onda	77,8	72,7
Surfando a Marola	77,8	76,4
Pedalinho	77,8	76,0
Náufrago	77,8	76,1

Nota: Exclui o consumo do setor energético

Tabela 107 - Consumo final de óleo diesel potencial no setor transportes (mil tep)
Brasil, 2004-2030

Cenário	2004	2010	2020	2030	Taxa média de crescimento. (% a.a.)
Na Crista da Onda	26.810	34.616	45.309	66.639	3,6
Surfando a Marola	26.810	34.507	45.429	63.402	3,4
Pedalinho	26.810	35.097	42.214	51.668	2,6
Náufrago	26.810	32.981	37.869	47.062	2,2

O consumo de etanol e gasolina para fins energéticos ocorre exclusivamente devido ao setor de transportes brasileiro, tendo papel relevante na demanda total deste setor. De fato, em 2004, o consumo de etanol e gasolina respondeu por 12,5%²⁷ e 26,5% da demanda total de energia deste setor, respectivamente (EPE/MME, 2005).

27 Este percentual inclui o consumo de álcool hidratado e álcool anidro.

Tabela 108 - Consumo final de etanol no setor transportes (mil tep)
Brasil, 2004-2030

Cenário	2004	2010	2020	2030	Taxa média de crescimento. (% a.a.)
Na Crista da Onda	6.445	9.723	18.038	32.137	6,4
Surfando a Marola	6.445	9.029	16.713	27.089	5,7
Pedalinho	6.445	9.175	15.265	25.944	5,5
Náufrago	6.445	9.661	12.623	15.209	3,4

Tabela 109 - Consumo final de gasolina no setor transportes (mil tep)
Brasil, 2004-2030

Cenário	2004	2010	2020	2030	Taxa média de crescimento. (% a.a.)
Na Crista da Onda	13.642	14.585	21.797	36.729	3,9
Surfando a Marola	13.642	15.753	20.223	32.868	3,4
Pedalinho	13.642	15.578	18.830	27.541	2,7
Náufrago	13.642	15.014	16.389	23.131	2,1

■ 5.3.5.2. Gás natural e combustíveis residuais

O consumo de gás natural no setor de transportes ocorre apressado, de maneira geral, crescimento acima da taxa de crescimento do PIB, como pode ser observado na Tabela 110.

Tabela 110 - Consumo final de gás natural no setor transportes (Mm³/dia)
Brasil, 2004-2030

Cenário	2004	2010	2020	2030	Taxa média de crescimento. (% a.a.)
Na Crista da Onda	4,3	9,1	13,9	20,0	6,1
Surfando a Marola	4,3	8,9	13,5	19,3	5,9
Pedalinho	4,3	8,6	11,0	12,9	4,3
Náufrago	4,3	8,4	10,7	12,6	4,2

Tabela 111 - Participação percentual do setor transportes no total de gás natural
Brasil, 2004 e 2030

Cenário	Participação relativa (%)	
	2004	2030
Na Crista da Onda	16,4	16,0
Surfando a Marola	16,4	19,0
Pedalinho	16,4	14,8
Náufrago	16,4	16,6

Nota: Exclui o consumo do setor energético

No que tange ao consumo de combustíveis residuais, no setor de transportes, este inclui unicamente a demanda por óleo combustível, cuja participação deste setor na demanda total se mostra declinante, como se pode observar na Tabela 112.

Tabela 112 - Participação percentual do setor transportes no total de combustíveis residuais
Brasil, 2004 e 2030

Cenário	Participação relativa (%)	
	2004	2030
Na Crista da Onda	2,5	2,3
Surfando a Marola	2,5	1,9
Pedalinho	2,5	2,1
Náufrago	2,5	2,1

Nota: Exclui o consumo do setor energético

6. Referências bibliográficas

ABRAVA [Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento]. Apresentação realizada no “Seminário de Tecnologias Energéticas do Futuro”. Curitiba (PR), 07 a 09 de maio de 2006.

Achão, C. C. L. “Análise da estrutura de consumo de energia pelo setor residencial brasileiro”. Tese MSc. COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro: 2003.

Alves, J. E. D., “As características dos domicílios brasileiros entre 1960 e 2002”. Textos para discussão, número 10, Escola Nacional de Ciências Estatísticas. 2004.

ANEEL [Agência Nacional de Energia Elétrica] 2006a. “Tarifas aos Consumidores Finais”. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br>. Acesso em jun/2006.

_____ 2006b. “Legislação Básica”. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/biblioteca.cfm?target=indexbas>. Acesso em mai/2006.

ANP [Agência Nacional do Petróleo]. Anuários estatísticos de anos diversos. Disponível em <http://www.anp.gov.br>. Acesso em junho/2006.

_____ Anuário Estatístico da Indústria do Petróleo. Rio de Janeiro: 2002.

_____ Boletim de Preços: GLP. Rio de Janeiro: 2003.

CCEE [Câmara de Comercialização de Energia Elétrica]. Resultados dos leilões. São Paulo. Disponível em: <http://www.ccee.org.br>. Acesso em julho/2006.

CEG [Companhia Estadual de Gás]. Comunicação pessoal. Rio de Janeiro: 2002.

ENERDATA. “Energy efficiency in the European Union 1990-2001”. *SAVE-ODYSSEE Project on Energy Efficiency Indicators*. June 2003.

EPE [Empresa de Pesquisa Energética] 2006a. “Cenários Econômicos Nacionais (2005-2030)”. Rio de Janeiro: 2006.

_____ 2006b. “Cenário Demográfico e de Domicílios (2005-2030)”. Rio de Janeiro: 2006.

_____ 2006c. “Resultados do Cálculo da Projeção de Demanda de Gás Natural no Mercado Primário (2006-2015)”. Rio de Janeiro: 2006.

_____ 2006d. “Estatística Mensal do Mercado Realizado fev/2006 - base: dez/2006”. Rio de Janeiro: 2006.

_____ 2006e. “Consumo Final e Conservação de Energia Elétrica (1970-2005)”. Rio de Janeiro: 2006.

_____ 2006f. RELATÓRIO DPG COM ANEXO DE ANÁLISE DO IMPACTO DO PREÇO NO CONSUMO DE GLP

EPE/MME [Empresa de Pesquisa Energética/Ministério de Minas e Energia]. “Balanço Energético Nacional 2005: Ano-base 2004”. Rio de Janeiro: 2005.

FDTE/MME [Fundação para o Desenvolvimento Tecnológico da Engenharia/Ministério das Minas e Energia]. “Balanço de Energia Útil 2005”. Brasília, 2005.

Frigoletto, E. M.. Perfil Demográfico atual do Brasil. 2004.

Garcia, F.; S.C. Bandeira; e C.R. Lucinda. “A contribuição econômica e social da indústria energo-intensiva brasileira”, Relatório de Pesquisa, FGV Consult: 2006.

IBGE [Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística]. Censo Demográfico 2000 – Primeiros Resultados da Amostra. Rio de Janeiro: 2002.

_____. 2004a. Projeção da População do Brasil por Sexo e Idade para o período 1980-2050 – Revisão 2004 – Metodologia e Resultados. Rio de Janeiro: 2004.

_____. 2004b. Projeção da População Total Residente (Regiões Geográficas e Unidades da Federação) para o período 1980/2020. Rio de Janeiro: 2004.

_____. 2004c. Pesquisa Agrícola Municipal. Culturas Temporárias e Permanentes 2004. Rio de Janeiro: 2004.

_____. 2006a. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios - PNAD (vários anos). Disponível em <http://www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em Março/2006.

_____. 2006b. Censo Demográfico 1991. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em Março/2006.

_____. Estimativas Populacionais do Brasil, Regiões Geográficas, Unidades da Federação e Municípios, Metodologia Completa. Rio de Janeiro: 2002.

_____. Tendências Demográficas: Uma Análise dos Resultados da Sinopse Preliminar do Censo Demográfico 2000, Série Estudos e Pesquisas. Informação Demográfica e Socioeconômica, nº 6. Rio de Janeiro: 2001.

INMETRO [Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial]. 2006. Tabelas de consumo/eficiência energética. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/tabelas.asp>. Acesso em Abril/2006.

MME [Ministério de Minas e Energia]. Disponível em: <http://mme.gov.br>. Acesso em Maio/2006.

OLIVEIRA, J.C. e FERNANDES, F., “Metodologia e considerações acerca da projeção da população do Brasil: 1980-2020.” 1996.

PROCEL [Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica]. “Catálogo Selo Procel 2005”. Rio de Janeiro: 2006.

PROCEL/PUC [Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica/Pontifícia Universidade Católica RJ]. “Pesquisa de Posse de Eletrodomésticos e Hábitos de Uso”. Segmento Residencial BT. Relatórios Técnicos. Rio de Janeiro: 2006.

Prunes, C. “Demografia e Emprego”. Rio de Janeiro: 2005.

Samuelson, R.D.; Taylor, M.S.. “Oil Price Assumptions for Energy Outlook – Discussion Paper”. Ministry of Economic Development. Nova Zelândia: 2005.

Schaeffer, R., Cohen, C., Almeida, M., Achão, C.; Cima, F. Energia e pobreza: problemas de desenvolvimento energético e grupos sociais marginais em áreas rurais e urbanas do Brasil. Technical report prepared for División de Recursos Naturales e Infraestructura – CEPAL. Santiago do Chile, Chile: 2003.

Schaeffer, R.; Szklo, A. S.; Machado, G. V. (coords.). A Matriz Energética Brasileira 2003-2023. Relatório final. COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro: 2004.

Sebrae/RJ [Serviço de apoio às micro e pequenas empresas do estado do Rio de Janeiro]. Setor fiação e tecelagem. Projeto “conservação de energia nas pequenas e médias indústrias do estado do Rio de Janeiro”. Relatório final. Rio de Janeiro: 1997.

Soares, J. B.. “Potencial de conservação de energia e de mitigação das emissões de gases de efeito estufa para a indústria brasileira de cimento Portland”. Tese MSc. COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro: 1998.

Tolmasquim, M. T.; Szklo, A. S. (coords). Manual descritivo do modelo MIPE. COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro: 1997.

Tolmasquim, M. T.; Szklo, A. S. (coords.) “A matriz energética brasileira na virada do milênio”. ENERGE/PPE. Rio de Janeiro: 2000.

Tolmasquim, M. T.; Soares, J. B.; Roggia. Análise da competição entre gás natural e eletricidade em setores selecionados: indústria de alimentos e bebidas, editorial e gráfica e “shopping centers”. Relatório parcial. Projeto P&D - Convênio ANEEL/LIGHT/COPPE. Rio de Janeiro: 2001.

Participantes da Empresa de Pesquisa Energética – EPE

Coordenação Geral

Mauricio Tiomno Tolmasquim
Amílcar Gonçalves Guerreiro

Coordenação Executiva

Renato Pinto de Queiroz
Juarez Castrillon Lopes

Coordenação Técnica

Ricardo Gorini de Oliveira

Equipe Técnica

Marina Elisabete Espinho Tavares
Raymundo Moniz de Aragão Neto
Jeferson Borghetti Soares
André Luiz Rodrigues Osório
André Luiz Zanette
Renata de Azevedo M. da Silva
Daniele Alcantara de Souza (estagiária)
André Avelar Santiago Castro Montoya (estagiário)

SUMÁRIO

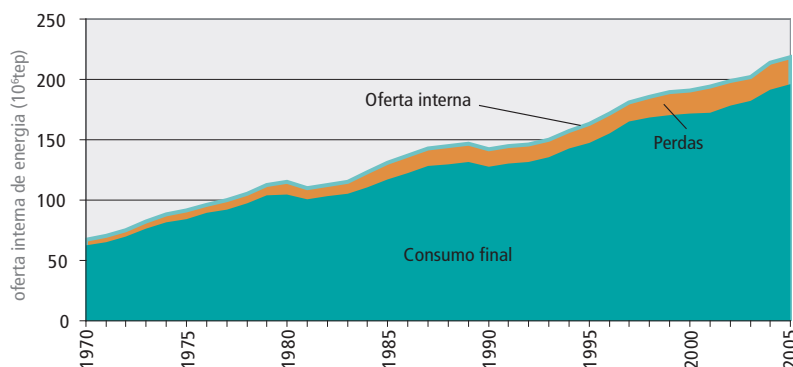
1. Introdução	345
2. Consumo final de energia	346
2.1. Consumo final energético	346
2.1.1. Derivados de petróleo	347
2.1.2. Gás Natural	349
2.1.3. Energia elétrica	350
2.1.4. Etanol	351
2.1.5. Carvão vapor	352
2.1.6. Alcatrão de carvão mineral	352
2.1.7. Coque de carvão mineral	353
2.1.8. Bagaço de cana	353
2.1.9. Lixívia	354
2.1.10. Lenha	354
2.2. Consumo final não-energético	355
3. Setor de transformação	357
3.1. Petróleo: refinarias	357
3.2. Gás natural: unidades de processamento de gás natural, centrais geradoras de serviço público e autoprodutoras.	358
3.3. Carvão vapor: centrais geradoras de serviço público e autoprodutoras.	359
3.4. Lenha: carvoaria e geração de energia elétrica	360
3.5. Bagaço de cana e melaço: centrais elétricas e destilarias	360
3.6. Carvão metalúrgico: coquearias	361
3.7. Urânio U^{235} : ciclo do combustível nuclear	362
3.8. Energia hidráulica: geração pública e de geração de autoprodutores ...	362
3.9. Outras fontes primárias	363
3.10. Óleo diesel: geração de energia elétrica	363
3.11. Óleo combustível: geração de energia elétrica	364
3.12. Lixívia: autoprodução	364
4. Considerações finais	365
5. Referências bibliográficas	369

1. Introdução

A energia que atende às necessidades da sociedade em geral, movimenta a indústria, o transporte e o comércio e demais setores econômicos do país recebe a denominação de Consumo Final no Balanço Energético Nacional. Esta energia, para chegar ao local de consumo, é transportada por gasodutos, linhas de transmissão, rodovias, ferrovias etc e é distribuída por meio de diversos outros sistemas que acarretam perdas de energia.

Por outro lado, a energia extraída da natureza não se encontra na forma mais adequada para os usos finais, necessitando, na maioria dos casos, passar por processos em centros de transformação, tais como refinarias, usinas hidrelétricas, carvoarias etc. Estes processos também acarretam perdas de energia. No Balanço Energético Nacional, a menos de eventuais ajustes estatísticos, a soma do consumo final de energia, das perdas no transporte, na distribuição e na armazenagem e das perdas nos processos de transformação, recebe a denominação de Oferta Interna de Energia ou de Demanda Total de Energia (EPE/MME, 2005). A Figura 1 apresenta a evolução da oferta interna de energia, das perdas e do consumo final.

Figura 1 - Evolução da oferta interna de energia no Brasil



Fonte: EPE/MME, 2005.

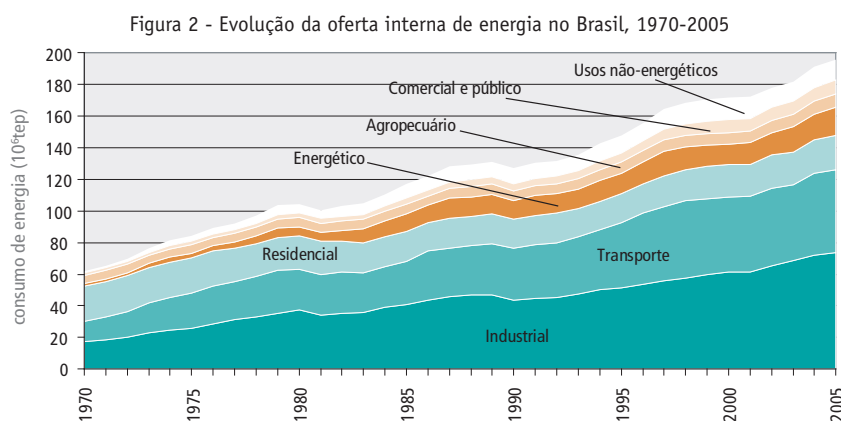
Existem duas maneiras de contabilizar o balanço de energia no país:

- Calculando-se a oferta interna de energia, por meio da seguinte identidade: Oferta Interna de Energia = Produção + Importação – Exportação + Variação de Estoques – Perdas + Sobras; e
- Calculando-se o consumo total de energia por meio da soma do consumo final da energia primária e do consumo final da energia secundária, que inclui o consumo de energia nos centros de transformação.

Nesta nota técnica, pretende-se apresentar um panorama da demanda final de energia, incluindo a demanda final energética e a demanda não energética por fonte. Para se calcular a demanda total de energia primária deve-se adicionar ao consumo final de energia a parcela consumida de energia nos centros de transformação. Isto equivale à demanda de energia primária, que pode ser calculada a partir da produção de energia estimada e da contabilização das perdas e das importações/exportações.

2. Consumo final de energia

O consumo final de energia, em 2004, foi de 191,1 milhões de tep, montante correspondente a 89,6% da oferta interna de energia e 3,1 vezes superior ao consumo final de energia em 1970. O setor industrial, com 38%, o setor de transporte, com 27%, e o setor residencial, com 11%, responderam por 76% do consumo final de energia nesse ano. A evolução do consumo setorial é apresentada na Figura 2.



Fonte: EPE/MME, 2005.

2.1. Consumo final energético

Entre 1970 e 2004, ocorreram algumas alterações na matriz energética nacional. A mais acentuada foi a perda de participação da lenha, que representava 46% do consumo final no país em 1970. No ano de 2004, no entanto, sua participação passou a representar apenas 8% do consumo. A representativa parcela da população que residia no campo contribuía para este elevado consumo, assim como seu baixo rendimento no uso, demandando quantidades elevadas de energia final para o atendimento dos requisitos de energia útil. O aumento da urbanização e o uso de fontes como o GLP e a energia elétrica modificaram este padrão. Outros energéticos, tais como bagaço de cana, energia elétrica, derivados de petróleo e gás natural, por outro lado, apresentaram crescimentos nas suas participações relativas. Na Tabela 1, é apresentada a evolução do consumo final por fonte entre os anos selecionados.

Tabela 1 - Evolução do Consumo Final por Fonte (10³ tep)
Brasil, 1970-2004

Energético	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2004
Gás natural	70	364	882	2.233	3.094	3.930	7.115	12.185
Carvão mineral	88	125	512	1.521	992	1.273	2.841	3.594
Lenha	28.345	25.839	21.862	19.922	15.636	13.045	13.627	15.752
Bagaço de cana	3.149	3.720	6.812	11.725	11.266	14.345	13.381	20.273
Outras fontes primárias renováveis	142	269	738	1.168	1.494	2.136	3.000	4.018
Gás de coqueria	250	376	668	1.140	1.229	1.410	1.247	1.342
Coque de carvão mineral	1.182	1.602	3.197	4.941	5.132	6.808	6.506	6.817
Eleticidade	3.410	6.005	10.548	14.921	18.711	22.764	28.509	30.923
Carvão vegetal	1.590	3.321	4.272	6.182	6.137	4.915	4.814	6.353
Álcool etílico	310	276	1.673	4.651	6.346	7.481	6.457	6.961
Outras secundárias - alcatrão	60	87	178	272	225	253	219	224
Subtotal derivados de petróleo	23.510	42.107	53.038	48.406	57.334	69.338	84.234	82.688
Óleo diesel	5.393	10.081	15.701	17.084	20.944	25.206	29.505	32.657
Óleo combustível	6.600	12.689	16.210	8.820	9.709	11.129	9.500	6.431
Gasolina	7.446	11.268	8.860	6.099	7.485	11.106	13.319	13.642
Gás liquefeito de petróleo	1.367	2.016	3.043	4.105	5.688	6.484	7.844	7.182
Nafta	6	1.023	1.563	4.019	4.958	5.973	8.102	7.169
Querosene	1.138	1.766	2.190	2.133	2.190	2.524	3.242	2.450
Gás canalizado	132	173	227	291	280	119	85	0
Outras secundárias de petróleo	227	973	2.062	2.486	2.848	3.791	8.186	8.994
Produtos não-energ. de petróleo	1.202	2.119	3.182	3.370	3.233	3.007	4.450	4.163
Total	85.617	126.199	157.418	165.489	184.931	217.037	256.183	273.818

Fonte: EPE/MME, 2005.

Conforme pode ser observado, o consumo final no país passou de 62.106 mil tep, em 1970, para 191.128 mil tep, em 2004. Um aumento de 208% em 34 anos, representando um crescimento médio de 3,4% a.a. Além dos ciclos de crescimento e dos períodos de estagnação econômica, o consumo final foi bastante influenciado pelos processos de industrialização e urbanização e pelas variações nos preços dos energéticos no mercado internacional.

A seguir, apresentam-se as premissas e o resultado de evolução de consumo final até 2030 para os principais agrupamentos energéticos.

■ 2.1.1. Derivados de petróleo

No caso dos derivados de petróleo, o consumo, em 1970, era de 23.510 mil tep, a taxa de crescimento, no entanto, não foi uniforme ao longo do tempo. Ao longo do período, o consumo destes produtos aumentou aproximadamente 252%, chegando a 43% do consumo final.

Na Tabela 2, são apresentados os valores da demanda dos derivados de petróleo estimados até 2030. Pode-se assumir que, o consumo final de todos os derivados de petróleo, com exceção dos não energéticos (lubrificantes, parafinas, solventes etc), seja prioritariamente energético. A trajetória de evolução da demanda de derivados de petróleo segue a demanda do setor de transportes e do setor agropecuário.

Assume-se que tecnologia *flex fuel* consolida sua posição no mercado interno brasileiro, sendo o abastecimento por álcool ou gasolina, a variável de escolha do usuário do automóvel. Neste caso, a venda de carros exclusivamente a gasolina mantém-se restrita a um nicho específico de mercado, mas em termos líquidos,

a frota total baseada exclusivamente no consumo deste combustível apresenta redução progressiva¹. No mesmo sentido, a frota de veículos movida exclusivamente a álcool também se reduz como resultado do sucateamento progressivo das unidades existentes, uma vez que se assume não haver mais venda deste tipo de veículo no Brasil no horizonte deste estudo. Em termos de frota, também é relevante adicionar que a penetração de veículos elétricos ocorre, restrita a uma fração da quantidade de veículos importados a gasolina, o que implicitamente considera restrição de importação a determinadas classes de renda.

Em termos do perfil de transporte de carga no país, é assumido um ligeiro crescimento da participação do modal ferroviário e redução de participação do modal rodoviário. Observam-se também maiores ganhos de rendimento no consumo de combustível por veículos (em quilometragem média por litro). Quanto à penetração do gás natural veicular (GNV), este tende a se concentrar no transporte coletivo, em frotas de ônibus urbanos.

Com relação à demanda de óleo diesel, os dados referem-se à demanda potencial deste energético, ou seja, à quantidade de combustível líquido com as propriedades físico-químicas do óleo diesel, o que significa que esta demanda pode ser atendida por meio de uma combinação de óleo diesel produzido no refino de petróleo, de H-Bio e de biodiesel.

Com relação ao GLP, a tendência é de queda de participação relativa no total de energia demandada, em função da penetração do gás natural em todos os setores do consumo final e de maior incidência de práticas de conservação de energia. Por outro lado, a redução do consumo de lenha justifica o aumento da participação do GLP na indústria, principalmente naqueles segmentos onde não há disponibilidade de gás natural nas proximidades, mas cuja utilização de combustíveis gasosos representam melhoria de qualidade do produto.

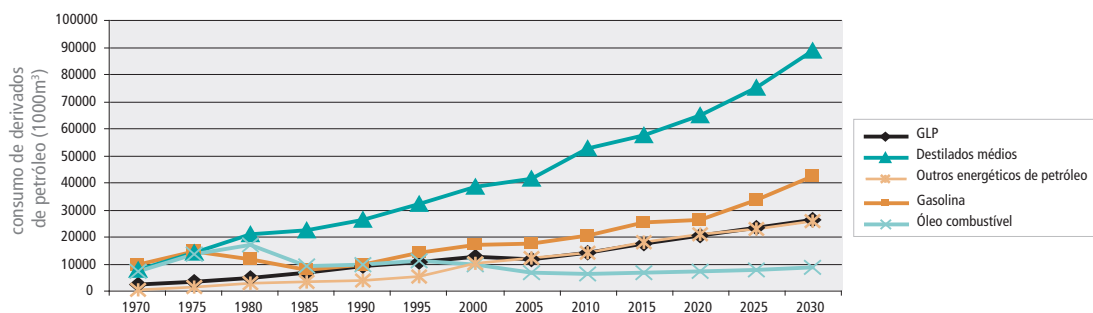
Na Figura 3, é apresentada a evolução do consumo final de derivados de petróleo para o horizonte em análise. Destaca-se o crescimento do consumo de óleo diesel, apesar do aumento da participação do modal ferroviário e do aumento do rendimento do combustível e a redução do consumo de óleo combustível em função do aumento de participação do gás natural.

No grupamento, outros energéticos de petróleo estão incluídos, como o coque e o gás de refinaria. O consumo das denominadas “outras fontes secundárias de petróleo” é observado principalmente nos segmentos das indústrias química, de cimento e metalúrgica (ferro-gusa, ferro-ligas e não-ferrosos). Deverá ocorrer uma alteração de estrutura de consumo até 2030, em relação àquela observada no ano base (2004): os grandes consumidores industriais de energia,² que até então respondiam por cerca de 62% do consumo total destas fontes secundárias de petróleo, reduziram sua participação neste consumo, justificado pela expansão da indústria de cimento – ligada à expansão da infra-estrutura do país – e do segmento “outras indústrias”, uma vez que ambas crescem aceleradamente em comparação aos demais segmentos industriais, na medida em que o crescimento do PIB é maior.

1 O futuro da tecnologia *flex fuel* é, entretanto, uma incerteza no horizonte de estudo, uma vez que este futuro dependerá, de fato, da estratégia futura da indústria automobilística mundial e a tendência da consolidação da tecnologia *flex fuel* pode ser eventualmente revertida, em função destas estratégias. Todavia, dadas as peculiaridades do sistema brasileiro de transportes – e a posição destacada do país na área de biocombustíveis, adotar-se a consolidação desta tecnologia no país, dada a flexibilidade de escolha por parte do usuário final e a convergência de rendimento dos motores *flex fuel* com os motores baseados no consumo de gasolina C, mostra-se adequada.

2 Os segmentos industriais considerados como “grandes consumidores de energia” compreendem: alimentos e bebidas, papel e celulose, ferro-gusa e aço, ferro-ligas, mineração e pelletização, metais não-ferrosos e outros da metalurgia e química. Esta segmentação adota uma combinação de critérios como intensidade energética, participação do segmento no consumo total de energia e consumo específico de energia (EPE, 2006).

Figura 3 - Evolução do consumo de derivados de petróleo no Brasil, 1970-2030



Fonte: Elaborado a partir de EPE/MME, 2005, e EPE, 2006.

Tabela 2 - Evolução do consumo final de derivados de petróleo (1000 m³)
Brasil, 1970-2030

Derivados do petróleo	1970	1980	1990	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
GLP	2.225	4.951	9.226	12.825	11.655	14.229	17.429	20.645	23.440	26.547
Gasolina	9.624	11.526	9.516	17.225	17.712	20.445	25.379	26.246	33.861	42.657
Destilados médios	7.679	21.000	26.565	38.620	41.352	52.717	57.550	64.851	75.275	88.890
Óleo combustível	7.170	17.119	9.988	9.906	6.855	6.155	6.943	7.495	7.912	8.692
Outros energéticos de petróleo	330	2.791	3.941	10.422	12.378	13.941	18.136	20.734	23.132	25.723

Fonte: Elaborado a partir de EPE/MME, 2005, e EPE, 2006.

2.1.2. Gás natural

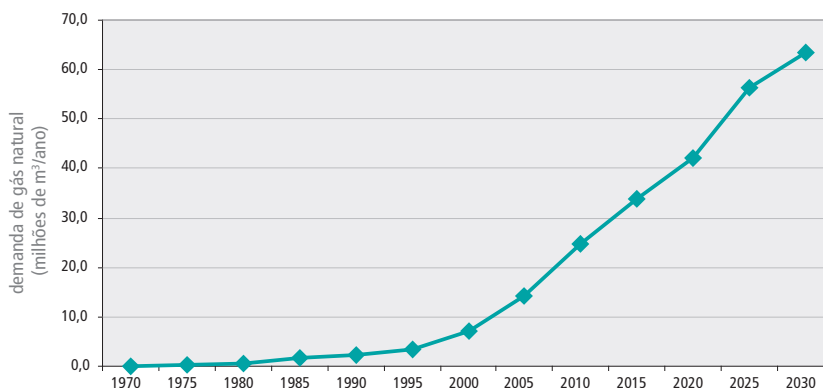
Com relação ao consumo de gás natural, pode-se afirmar que este era muito reduzido ao longo da década de 70. O gás natural brasileiro ocorre principalmente associado ao petróleo. A pequena produção nacional deste energético contribuía para a baixa disponibilidade de gás e também não havia importação do mesmo. Além disso, em função de não existir uma demanda própria que viabilizasse a comercialização, parte do gás existente era reinjetado nos poços ou queimado nas plataformas. Aumentos significativos do consumo ocorreram apenas a partir do início da década de 80, em função da descoberta e início de operação de algumas jazidas localizadas na Bacia de Campos, e no final dos anos 90, com o início da primeira etapa da operação do gasoduto Bolívia-Brasil.

Assume-se que haverá um aumento significativo da participação do gás natural na demanda de energia no país, deslocando o consumo do óleo combustível e da lenha.

É o setor industrial que capitaneia a expansão do consumo deste energético no longo prazo, embora se observem também ganhos de participação nos setores comercial/público e residencial.

Do consumo final de gás natural, o consumo energético representa mais de 70%, sendo que as projeções até 2030 resultam na participação da demanda de gás natural para consumo energético da ordem de 97%, em média. Na Figura 4, é apresentada a evolução da demanda energética de gás natural.

Figura 4 - Evolução da demanda energética de gás natural
Brasil, 1970-2030



Fonte: Elaborado a partir de EPE/MME, 2005, e EPE, 2006.

■ 2.1.3. Energia elétrica

No caso da energia elétrica, entre 1970 e 2004, foi observado um crescimento muito acima da média dos demais energéticos: de 6,7% a.a.. As crises de preços do petróleo no mercado internacional contribuíram para essas taxas elevadas, pois na época a maior parte do consumo deste produto era oriunda de importações. A elevada dependência externa, impactando a Balança Comercial, contribuiu muito para o crescimento das fontes alternativas de energia ao longo dos anos considerados. A necessidade de substituir recursos energéticos importados, com preços em alta no mercado internacional, gerou programas como o PROALCOOL e impulsionou a expansão da hidreletricidade. Foram introduzidas, em consequência às crises do petróleo da década de 70, políticas de incentivos de uso da energia elétrica em substituição aos derivados de petróleo. No entanto, em termos históricos, a taxa de crescimento da demanda de eletricidade teve uma redução no período 2010-2020, recuperando-se na década seguinte. A Figura 5 apresenta a evolução da demanda de eletricidade no período 1970-2030.

Apesar do elevado crescimento ao longo do período analisado, deve-se destacar o racionamento ocorrido no ano de 2001. Neste ano, em função de um conjunto de fatores, o país enfrentou uma séria crise no fornecimento de energia elétrica. O programa de racionamento caracterizou-se por um conjunto de medidas definidas pelo Governo Federal com a finalidade de administrar um período que se antevia extremamente crítico no que diz respeito ao suprimento de energia elétrica nas regiões Sudeste/Centro-Oeste e Nordeste. O racionamento vigorou no período de 1º de junho de 2001 até 28 de fevereiro de 2002 nas regiões Sudeste/Centro-Oeste e Nordeste. Na região Norte, o racionamento terminou no dia 1º de janeiro de 2002, tendo começado no dia 15 de agosto de 2001 para os grandes consumidores e no dia 20 de agosto para os demais consumidores (PRESIDÊNCIA, 2006).

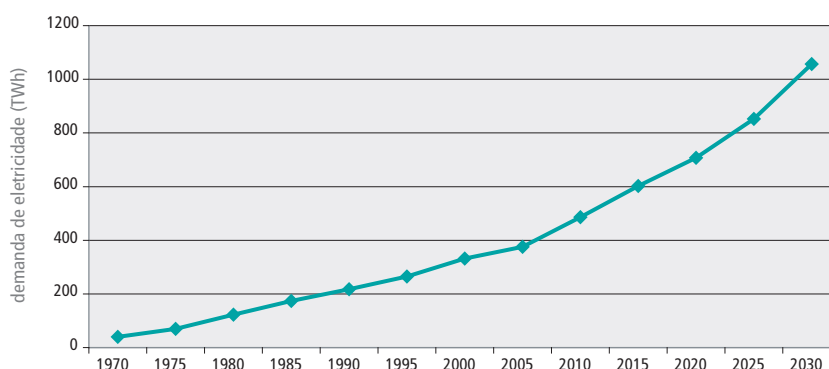
Em termos de projeção da demanda elétrica no longo prazo, as forças-motrizas relativas ao crescimento da demanda de eletricidade são as seguintes:

- A participação relativa, no PIB, do setor de serviços, uma vez que a demanda de eletricidade, neste setor, responde por mais de 80% da demanda total de energia;

- A evolução do consumo per capita de eletricidade no setor residencial, parâmetro que apresenta aumento em cenários de aumento de renda per capita e de melhoria de distribuição de renda;
- O grau de modernização da atividade agropecuária no país, já que um maior número de propriedades rurais aumenta o consumo específico de eletricidade na produção;
- A participação do segmento “outras indústrias” no valor adicionado total da indústria, onde a eletricidade responde por mais de 50% do consumo final desta indústria; e
- A participação relativa dos segmentos industriais grandes consumidores de energia.

Sendo assim, a demanda final de energia elétrica é apresentada na Figura 5, com uma taxa média de crescimento do consumo final de eletricidade de 4% a.a. entre 2005 e 2030.

Figura 5 - Evolução da demanda de eletricidade
Brasil, 1970-2030



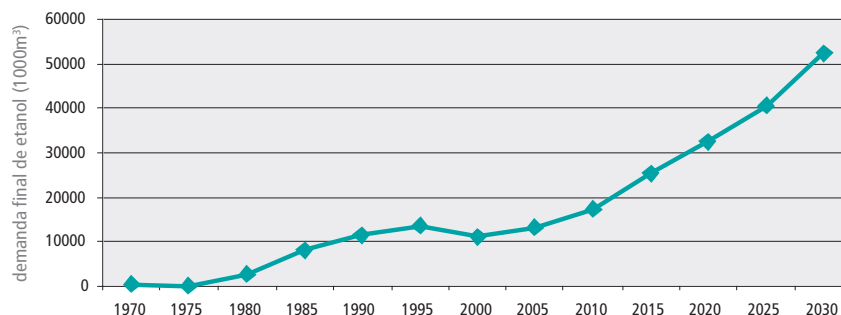
Fonte: Elaborado a partir de EPE/MME, 2005, e EPE, 2006.

■ 2.1.4. Etanol

O álcool etílico, também, apresentou comportamento similar ao observado para a energia elétrica. Apesar do forte crescimento do consumo entre o final da década de 70 e o final da década de 80, ocorreu uma forte crise de abastecimento no final da década de 80. Em função, principalmente, da redução dos preços do petróleo no mercado internacional e da relativa estagnação da produção de álcool nas usinas, a oferta não acompanhou o crescimento da demanda. Com a falta do energético nos postos de abastecimento, as vendas de veículos que utilizavam este energético ficaram bastante reduzidas. O consumo deste energético, no entanto, voltou a apresentar crescimento com o lançamento dos veículos que podem ser abastecidos tanto com álcool quanto com gasolina (veículos *flex fuel*).

O consumo energético do etanol tende a crescer no horizonte em análise, sendo que o consumo não energético mostra uma redução ao longo do tempo, em termos de participação na demanda final de energia (Figura 6).

Figura 6 - Evolução da demanda final de etanol
Brasil, 1970-2030



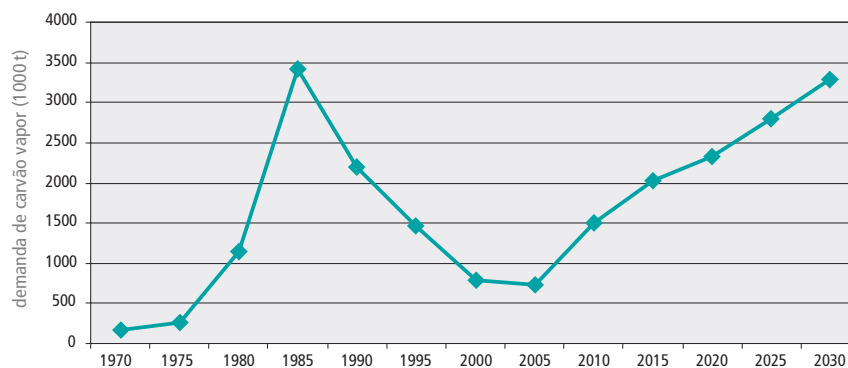
Fonte: Elaborado a partir de EPE/MME, 2005, e EPE, 2006.

■ 2.1.5. Carvão vapor

Embora o consumo final de carvão vapor seja exclusivamente energético, no setor de transportes e industrial, mais de 80% do consumo total se deve ao consumo no setor de transformação para geração de energia elétrica, conforme será apresentado no item 3.

O crescimento proposto no consumo final de carvão vapor se deve ao seu consumo industrial, especialmente nos setores de cimento, químico, papel e celulose, cerâmica e de metais não ferrosos.

Figura 7 - Evolução da demanda de carvão vapor
Brasil, 1970-2030



Fonte: Elaborado a partir de EPE/MME, 2005, e EPE, 2006.

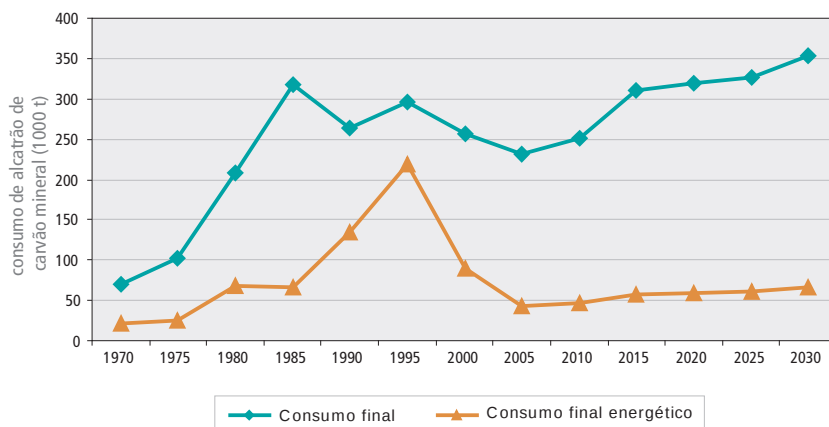
■ 2.1.6. Alcatrão de carvão mineral

A maior parcela do consumo de alcatrão de carvão mineral se destina ao consumo final não energético (cerca de 78% em 2004, segundo dados do Balanço Energético Nacional), uma vez que do alcatrão são separadas, por destilação fracionada, dezenas de substâncias, muitas delas já importantes em si, como o benzeno, tolueno, naftaleno etc. Mas estas substâncias podem ser utilizadas para sintetizar outras. Por exemplo, o tolueno pode ser nitrado, usando ácido nítrico e tolueno como reagente, e ácido sulfúrico como catalizador, sintetizando o Trinitro-Tolueno.

O crescimento do consumo final energético de alcatrão, por sua vez, está associado ao crescimento da

indústria de ferro-gusa e deverá aumentar a uma taxa média de 2% a.a. entre 2005 e 2030. A participação do consumo final energético não deverá representar mais que 20% do consumo final total, conforme evolução apresentada na Figura 8.

Figura 8 - Evolução do consumo de alcatrão de carvão mineral
Brasil, 1970-2030

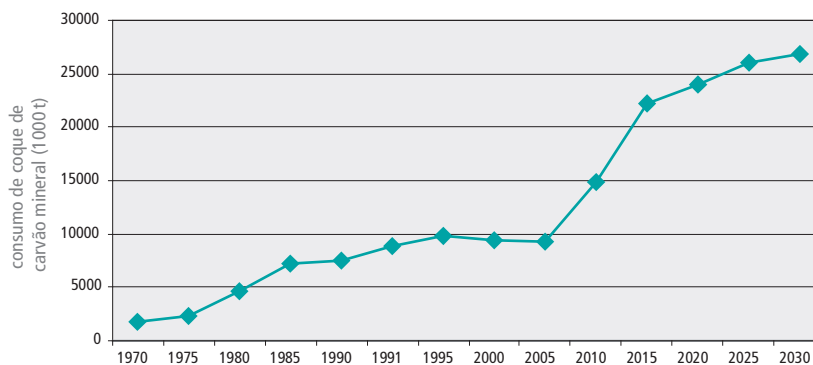


Fonte: Elaborado a partir de EPE/MME, 2005, e EPE, 2006.

■ 2.1.7. Coque de carvão mineral

O coque de carvão mineral é empregado na indústria siderúrgica, sendo utilizado na redução do minério de ferro. A expectativa é de aumento do consumo neste setor industrial até 2030, conforme Figura 9.

Figura 9 - Evolução do consumo de coque de carvão mineral
Brasil, 1970-2030

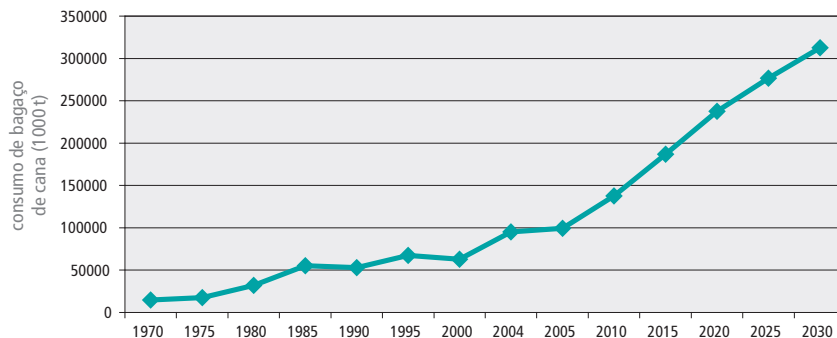


Fonte: Elaborado a partir de EPE/MME, 2005, e EPE, 2006.

■ 2.1.8. Bagaço de cana

O consumo final de bagaço de cana é exclusivamente energético, sendo historicamente usado no setor industrial de alimentos e bebidas, e com perspectivas de uso pouco significativo no setor químico. A Figura 10 ilustra a evolução do consumo de bagaço de cana até 2030.

Figura 10 - Evolução do consumo de bagaço de cana
Brasil, 1970-2030

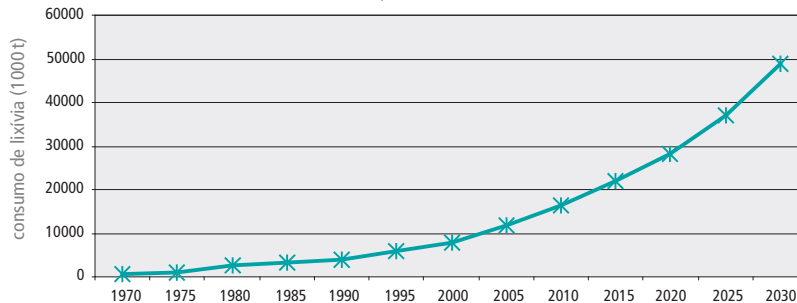


Fonte: Elaborado a partir de EPE/MME, 2005, e EPE, 2006.

■ 2.1.9. Lixívia

Em torno de 80% do consumo total de lixívia se devem ao consumo final energético na indústria de papel e celulose, sendo os 20% restantes destinados à geração de energia elétrica, conforme dados do Balanço Energético Nacional para o ano de 2004 (EPE/MME, 2005). Assim, no que se refere ao consumo final, o seu crescimento segue a tendência de crescimento da indústria de papel e celulose (Figura 11).

Figura 11 - Evolução do consumo de lixívia
Brasil, 1970-2030



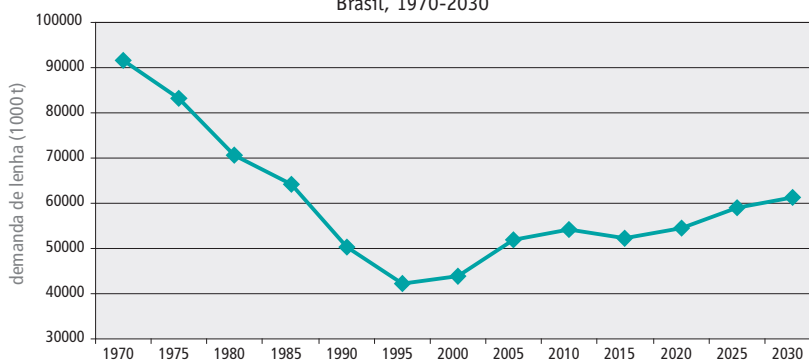
Fonte: Elaborado a partir de EPE/MME, 2005, e EPE, 2006.

■ 2.1.10. Lenha

O consumo de lenha tem se distribuído da seguinte maneira: a participação do consumo final vem decrescendo significativamente desde a década de 70, enquanto observa-se o crescimento do seu consumo no setor de transformação. Estima-se que, até 2030, o consumo final da lenha represente em torno de 60% do consumo total de lenha no país,³ sendo a trajetória da demanda total de lenha apresentada na Figura 12. Dentre os setores que se destacam no consumo final de lenha estão: residencial, industrial, agropecuário e comercial. A estrutura de participação deverá se alterar até 2030: a participação do consumo residencial deverá passar de 51 para 27% e a do setor industrial deverá passar de 35 para 56%. Os setores industriais que se destacam no consumo final de lenha são o de alimentos e bebidas, o de cerâmica e o de papel e celulose.

³ O consumo total inclui a destinação para consumo final energético, produção de carvão vegetal e geração elétrica. Em 2004, o consumo final energético respondeu por cerca de 55% do total deste consumo (EPE/MME, 2005).

Figura 12 - Evolução da demanda de lenha
Brasil, 1970-2030



Fonte: Elaborado a partir de EPE/MME, 2005, e EPE, 2006.

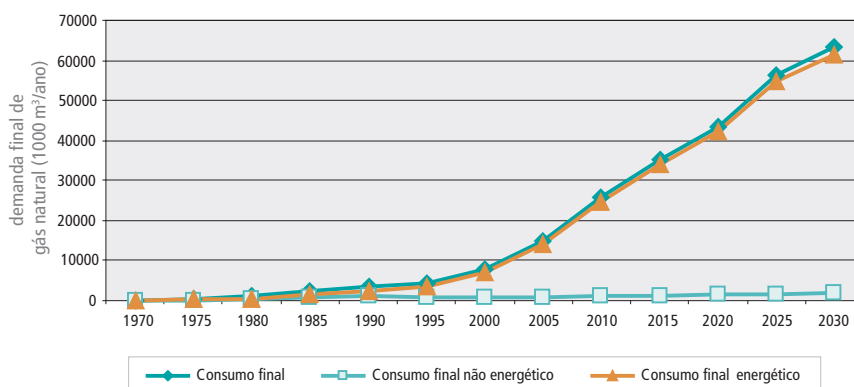
2.2. Consumo final não-energético

Os produtos que possuem alguma demanda não energética, complementando a demanda energética na demanda final de energia, são os derivados não energéticos de petróleo, o gás natural, o etanol, o alcatrão de carvão mineral e a nafta.

Mesmo assim, a participação da demanda não energética tem sido pouco significativa, se comparada com o total, conforme apresentado nas Figuras 13, 14, 15 e 16 e não existem perspectivas de que isso se altere até 2030.

No caso do gás natural, registrou-se 6% da demanda final para fins não energéticos em 2005, basicamente para produção de eteno e solventes, sendo que a participação deverá diminuir para 3% em 2030, apesar do crescimento médio de 3% a.a. da demanda de gás natural para não-energéticos entre 2005 e 2030.

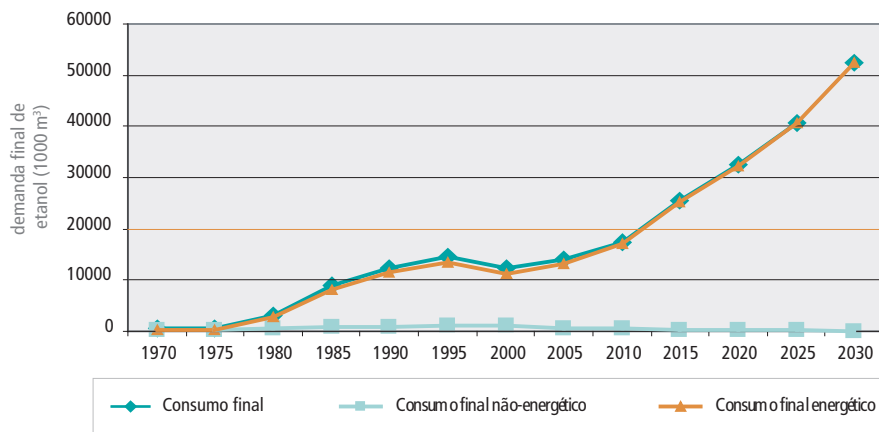
Figura 13 - Evolução da demanda final de gás natural
Brasil, 1970-2030



Fonte: Elaborado a partir de EPE/MME, 2005, e EPE, 2006.

No caso do etanol, a demanda não energética destina-se basicamente ao uso como matéria-prima na indústria química e, em 2004, foi responsável por 7,4% do consumo final (EPE/MME, 2005). O setor de transportes responde por 100% do consumo final energético, sendo a taxa média de crescimento estimada para a demanda neste setor em torno de 6% a.a. entre 2005 e 2030 (Figura 14).

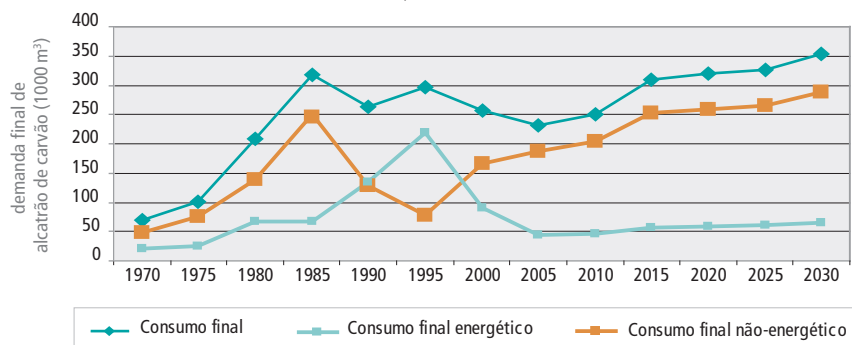
Figura 14 - Evolução da demanda final de etanol
Brasil, 1970-2030



Fonte: Elaborado a partir de EPE/MME, 2005, e EPE, 2006.

O consumo de alcatrão de carvão no setor não energético tem sido historicamente superior ao consumo final energético, com exceção da década de 90, quando a situação se inverteu. Estima-se que o crescimento do consumo não energético seja superior ao consumo energético até 2030, em função, principalmente, do crescimento da indústria química, na qual o alcatrão de carvão encontra aplicação (Figura 15).

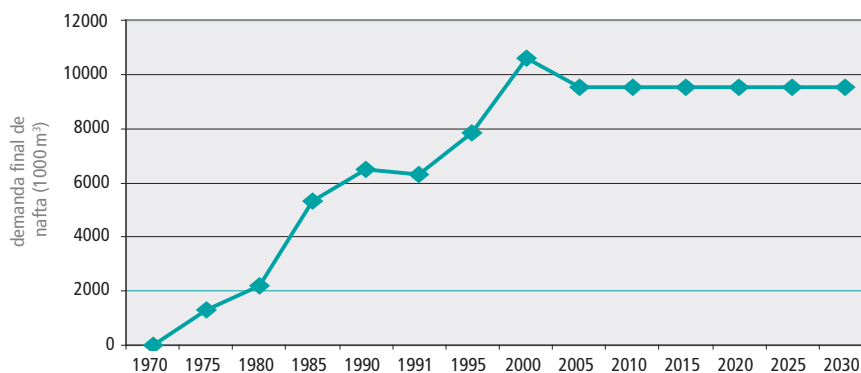
Figura 15 - Evolução da demanda final de alcatrão de carvão
Brasil, 1970-2030



Fonte: Elaborado a partir de EPE/MME, 2005, e EPE, 2006.

A nafta é o derivado de petróleo cujo consumo final decorre exclusivamente de uso não energético como matéria-prima na indústria petroquímica. A evolução esperada para o consumo final é a apresentada na Figura 16. Observa-se que a demanda não deverá se alterar porque a capacidade instalada para o processamento de nafta deverá se estagnar no horizonte do estudo. A produção de petroquímicos básicos deverá ocorrer a partir de petróleo pesado ou gás natural.

Figura 16 - Evolução da demanda final de nafta
Brasil, 1970-2030



Fonte: Elaborado a partir de EPE/MME, 2005, e EPE, 2006.

3. Setor de transformação

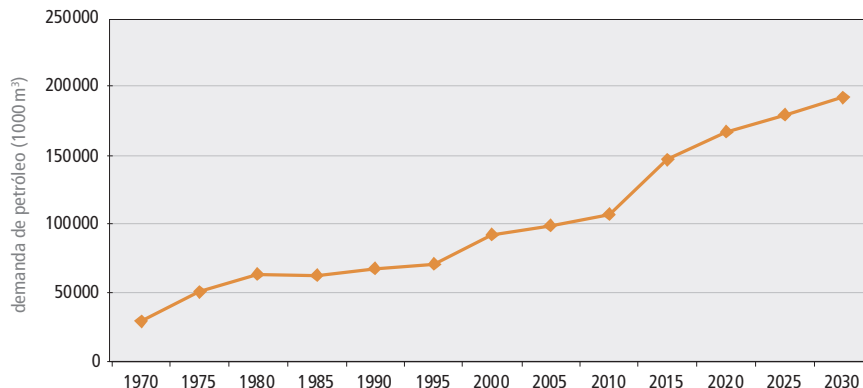
3.1. Petróleo: refinarias

Todo o petróleo produzido internamente ou importado é consumido nas refinarias, onde é transformado em produtos de maior valor agregado, tais como GLP, gasolina e óleo diesel. Sem ser submetido a um processo de transformação o petróleo pode ser usado quase que exclusivamente como óleo combustível.

Na verdade, a demanda de petróleo segue a expansão da capacidade de refino esperada até 2030 (Figura 17). Até 2016, espera-se a entrada de duas novas refinarias já programadas para entrar em operação em 2011 (200.000 barris/dia) e 2012 (150.000 barris/dia) e mais uma proposta da Empresa de Pesquisa Energética (EPE) para entrar em operação em 2014 (250.000 barris/dia). Posteriormente, considera-se a entrada de duas refinarias em 2020 (uma de 250.000 barris/dia e outra de 150.000 barris/dia), mais uma em 2025 (250.000 barris/dia) e, finalmente, mais uma em 2030 (250.000 barris/dia).

A entrada dessas refinarias segue basicamente a necessidade de atendimento da demanda de destilados médios, e o esquema de refino foi proposto para atender a essa demanda.

Figura 17 - Evolução da demanda de petróleo
Brasil, 1970-2030



■ 3.2. Gás natural: unidades de processamento de gás natural, centrais geradoras de serviço público e autoprodutoras

O uso do gás natural no setor de transformação pode ser dividido no processamento nas Unidades de Processamento de Gás Natural (UPGNs), onde são separados os líquidos do gás natural e de onde é obtido o gás natural seco, e na Geração de Energia Elétrica (centrais geradoras de eletricidade de serviço público e autoprodutoras). Existem, adicionalmente, algumas transformações ao longo do transporte de gás natural até as UPGNs, que consistem na condensação dos líquidos de gás natural ao longo dos dutos. As perdas de distribuição e armazenagem são meramente a contabilização das diferenças entre a oferta interna, a transformação e o consumo final (produção + importação - exportação + variação de estoques - perdas + sobras). Em 2004, a proporção de cada uma destas parcelas foi de 32% para o processamento nas UPGNs, 61% para a geração de energia elétrica, incluindo autoprodução, e 8% para outras transformações e perdas de armazenagem. Assume-se que tal proporção não deverá se alterar muito no setor de transformação até 2030, inclusive com relação às perdas de distribuição armazenagem.

A participação do consumo de gás natural, no setor de transformação no consumo total tem aumentado e representou, em 2005, em torno de 28% do total. Ao longo dos próximos anos até 2015, espera-se que tal participação aumente, em função da adição de capacidade de novas térmicas a gás natural. A partir de 2015, estima-se que a demanda de gás natural oscile em torno de 35 - 40 milhões de m³/dia, devido ao aumento significativo da entrada de usinas hidrelétricas no período em referência. Sendo assim, a participação relativa do consumo de gás natural no consumo total diminui e volta a aumentar em 2030, quando voltará a representar 28% do total, como em 2005 (Figura 18). Por outro lado a adição de capacidade de térmicas a gás natural, que justifica o aumento da demanda deste energético no setor de transformação é apresentada na Tabela 3.

Figura 18 - Evolução do consumo total de gás natural
Brasil, 1970-2030

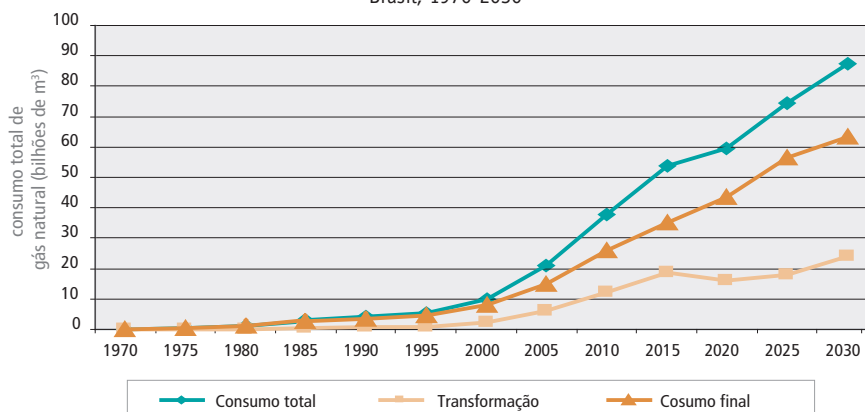


Tabela 3 - Capacidade instalada de térmicas a gás natural (MW)

2005	2015	2020	2025	2030
8,7	13,0	14,0	15,5	21,0

3.3. Carvão vapor: centrais geradoras de serviço público e autoprodutoras

No caso do carvão vapor, o consumo no setor de transformação, ou seja, para geração de energia elétrica representa a maior parte do consumo total, conforme se observa na Figura 19. Em 2005, a participação da demanda para geração de energia elétrica representou em torno de 88% da demanda total de carvão vapor, e tal participação deverá se manter até 2030, em função da entrada de novas térmicas a carvão no horizonte considerado, conforme a capacidade apresentada na Tabela 4.

Figura 19 - Evolução da demanda total de carvão vapor
Brasil, 1970-2030

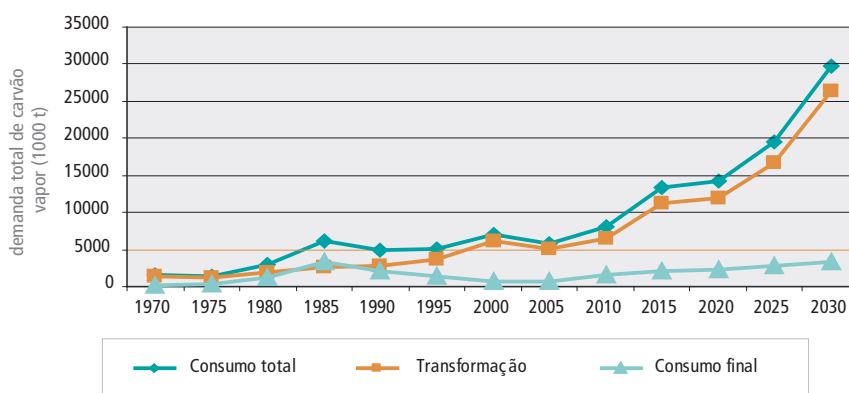


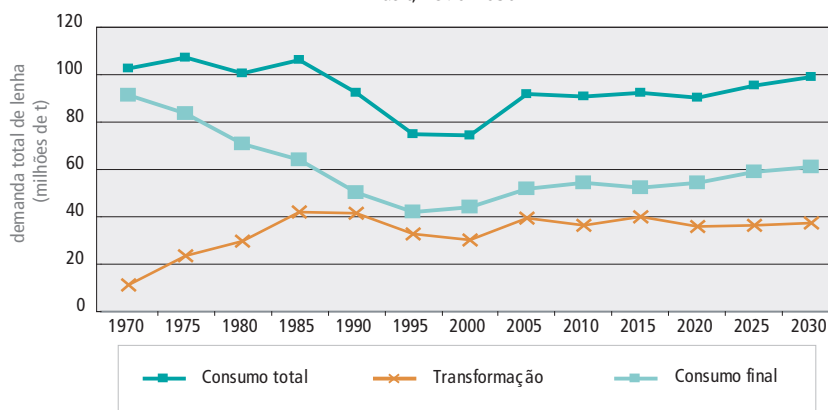
Tabela 4 - Capacidade instalada de térmicas a carvão (MW)

2005	2015	2020	2025	2030
1,4	2,5	3,0	4,0	6,0

3.4. Lenha: carvoaria e geração de energia elétrica

O consumo final de lenha é maior que o consumo no setor de transformação, e, inclusive, o consumo no setor de transformação tende a decrescer até 2030, conforme se observa na Figura 20. O consumo no setor de transformação contempla o consumo para geração de energia elétrica (em torno de 1%) e nas carvoarias para produção de carvão vegetal.

Figura 20 - Evolução da demanda total de lenha
Brasil, 1970-2030



3.5. Bagaço de cana e melaço: centrais elétricas e destilarias

A alocação de produtos de cana nos centros de transformação é bastante específica, de acordo com cada um dos produtos.

Nas centrais elétricas, estão alocados os valores correspondentes à utilização de bagaço de cana para produção de eletricidade. Cabe ressaltar que esta alocação corresponde à parcela de energia resultante da queima do bagaço, considerada para fins de geração de eletricidade, a parcela restante é considerada para a produção de calor para fins de processos industriais nas destilarias e usinas de açúcar, sendo apropriada, respectivamente, como consumo final no setor energético e de alimentos. A projeção da quantidade de bagaço, alocada no centro de transformação centrais elétricas, acompanha a expansão da produção de álcool.

Para o centro de transformação “destilarias”, é alocado o equivalente energético do caldo e melaço de cana, que são convertidos em álcool etílico (anidro e hidratado).

Observa-se, historicamente, que o bagaço de cana tem sido consumido quase exclusivamente no consumo final do setor energético. Entretanto, a partir de 2005, a sua participação no setor de transformação, para geração de energia elétrica, incluindo a autoprodução, aumenta significativamente, conforme se observa na Figura 21, a uma taxa média de 9% a.a., até 2030.

Por outro lado, o melaço é empregado exclusivamente no setor de transformação, sendo processado nas destilarias para a produção de etanol. A Figura 22 apresenta a evolução do consumo de melaço, que está atrelado ao consumo de etanol. O consumo de melaço mais que triplica entre 2005 e 2030.

Figura 21 - Evolução da demanda total de bagaço de cana
Brasil, 1970-2030

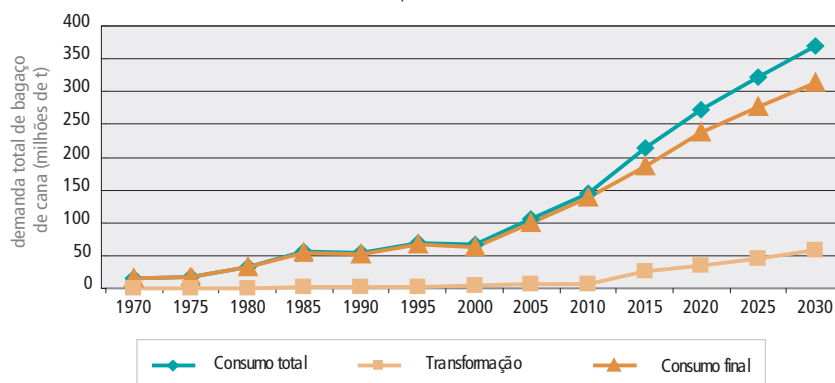
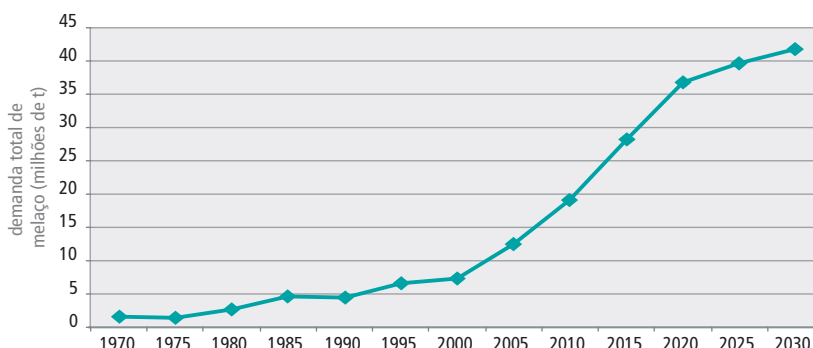


Figura 22 - Evolução da demanda total de melaço
Brasil, 1970-2030

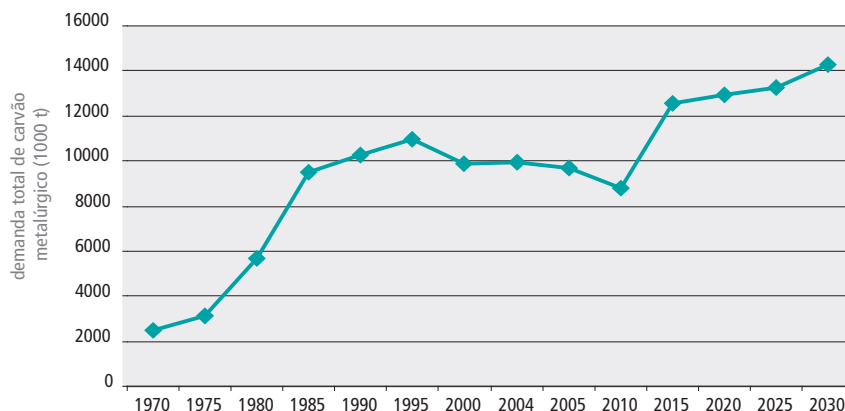


■ 3.6. Carvão metalúrgico: coquerias

A participação do carvão mineral nos centros de transformação é relacionada à produção nacional de coque de carvão mineral para fins metalúrgicos, resultando ainda na produção de gás de coqueria. Uma parcela remanescente de carvão metalúrgico é utilizada diretamente como combustível por diversos setores industriais, notadamente o siderúrgico (ferro-gusa e aço) e mineração.

Para projeção até 2030, foi admitido que o crescimento da utilização de carvão mineral no centro de transformação de coquerias acompanha diretamente a produção de aço, sem qualquer ganho adicional de eficiência no processo de transformação. Após uma queda do consumo até 2010, ele volta a subir significativamente até 2015, a partir de quando mantém um crescimento sustentado. (Figura 23)

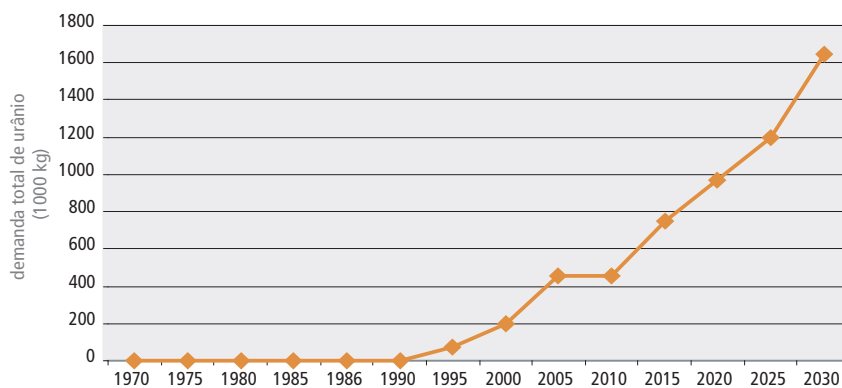
Figura 23 - Evolução da demanda total de carvão metalúrgico
Brasil, 1970-2030



■ 3.7. Urânio U_3O_8 : ciclo do combustível nuclear

Esta atividade contempla a transformação do urânio natural, na forma de U_3O_8 , em urânio enriquecido contido nas pastilhas do elemento combustível empregado nas usinas nucleares existentes. Admite-se que existirá um grande crescimento da atividade associado à expansão da capacidade de usinas nucleares (Figura 24).

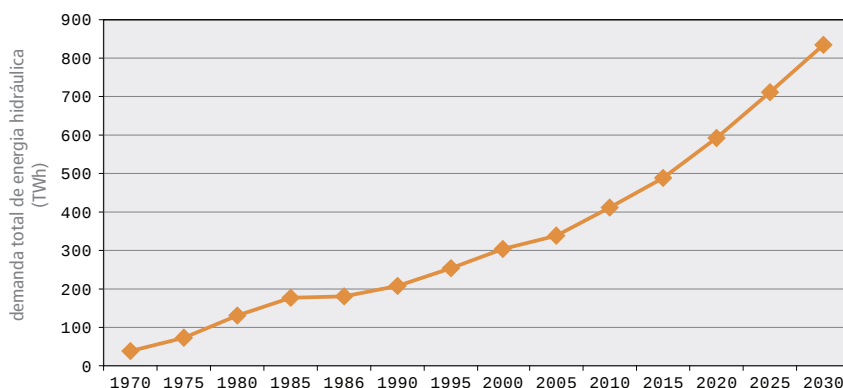
Figura 24 - Evolução da demanda total de urânio
Brasil, 1970-2030



■ 3.8. Energia hidráulica: geração pública e de geração de autoprodutores

A demanda de energia hidráulica aumenta de forma sustentada até 2030, em função do aumento da geração pública, a qual mais que duplica entre 2005 e 2030. Por outro lado, a autoprodução aumenta em torno de 10% no mesmo período. A Figura 25 mostra a evolução da demanda total de energia hidráulica.

Figura 25 - Evolução da demanda total energia hidráulica
Brasil, 1970-2030



■ 3.9. Outras fontes primárias

Neste grupo, são considerados diversos insumos originados de recuperações de processos onde ocorre aproveitamento energético, bem como são consideradas diversas outras fontes renováveis tais como solar, resíduos de madeira e palha de arroz.

A quantificação de outras fontes primárias nos diferentes centros de transformação envolve diferentes operações. Em centrais elétricas (serviço público e centrais autoprodutoras), são apropriados os insumos energéticos utilizados para geração de eletricidade. A quantificação dos valores indicados nestes centros acompanha a projeção da geração de eletricidade a partir destas outras fontes, como acima mencionado.

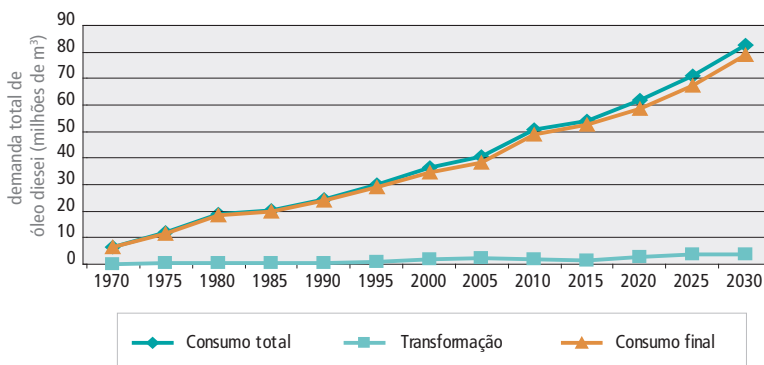
O centro “outras transformações” corresponde, essencialmente, ao conteúdo energético de líquidos condensados de gás natural ao longo de dutos e outras instalações, como já descrito. No centro das plantas de gás natural, são apropriados os líquidos coletados nas UPGNs e similares, que retornam como carga de refinarias, e excluem, portanto, a produção, nestas plantas, de produtos derivados finais (como gasolina, GLP e nafta).

Finalmente, no centro refinarias de petróleo são consideradas as parcelas que retornam para processamento, especialmente os líquidos de gás natural coletados nas plantas de gás natural e ao longo de dutos e outras instalações de processamento.

■ 3.10. Óleo diesel: geração de energia elétrica

O consumo total de óleo diesel deve-se essencialmente ao setor de transportes. O consumo do setor de transformação não chega a representar 10% do consumo total do óleo diesel, porque a geração elétrica a óleo diesel restringe-se às áreas remotas da Amazônia, que tendem a ser interligadas futuramente. Ou seja, a geração a partir de óleo diesel tende a diminuir e a se estagnar futuramente, conforme Figura 26, a seguir.

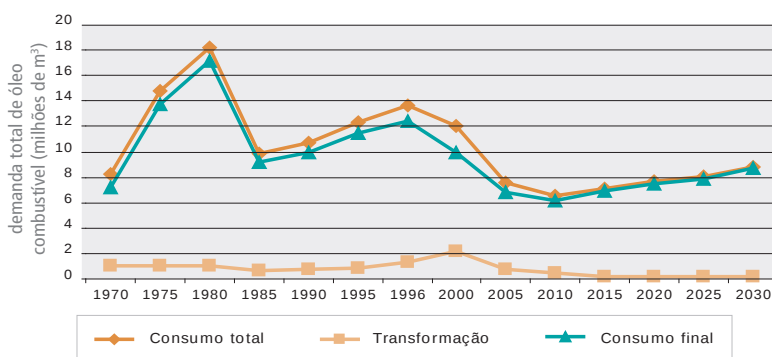
Figura 26 - Evolução da demanda total óleo diesel
Brasil, 1970-2030



3.11. Óleo combustível: geração de energia elétrica

No caso do óleo combustível, a maior parte (mais que 90%) do consumo total deve-se ao consumo final como energético no setor industrial e de transportes (ferroviário e hidroviário). O consumo no setor de transformação, ou seja, para a geração de energia elétrica, tende a cair até 2015 e a se estagnar posteriormente, em função da tendência de não utilização de óleo combustível para geração de energia elétrica. A tendência de redução na produção deste energético, em função da adaptação das refinarias para a produção de derivados mais nobres, além do crescimento do uso do gás natural, contribuem para o crescimento pouco significativo do consumo total e para a redução do uso na geração de energia elétrica (Figura 27).

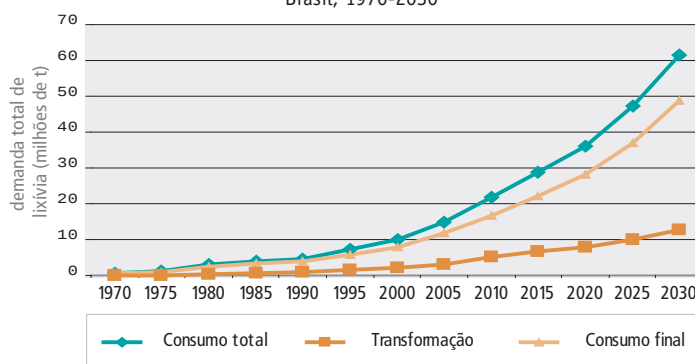
Figura 27 - Evolução da demanda total de óleo combustível
Brasil, 1970-2030



3.12. Lixívia: autoprodução

Embora a lixívia seja predominantemente empregada no setor industrial, seu uso no setor de transformação tende a aumentar, especialmente a partir de 2010, em função do crescimento da autoprodução do setor de papel e celulose (Figura 28)

Figura 28 - Evolução da demanda total lixívia
Brasil, 1970-2030



4. Considerações finais

Nesta nota técnica, apresentou-se a evolução da demanda total de energéticos no país. A demanda total aqui apresentada é constituída da soma da demanda final e do uso no setor de transformação. Na nota técnica “O consumo final da energia - estudos sobre economia e energia” é apresentada a discussão detalhada a respeito da demanda final, sobre a qual apresenta-se um breve panorama no início da presente nota técnica. Complementa-se tal abordagem com o consumo da transformação, no qual têm destaque algumas fontes energéticas.

Conforme se observa na Tabela 5, o petróleo é completamente consumido na transformação nas refinarias de petróleo, gerando diferentes produtos, tais como GLP, gasolina, nafta, querosene, óleo diesel, óleo combustível e outros. O consumo de petróleo nas refinarias aumenta significativamente entre 2005 e 2030, em função da estimada expansão da capacidade de refino. O consumo de urânio e de energia hidráulica está associado completamente aos centros de transformação, para geração de energia elétrica.

O consumo de gás natural na transformação também não é insignificante, constituindo a transformação do gás natural úmido em gás natural seco e na geração de energia elétrica, basicamente. O consumo na transformação quadruplica entre 2005 e 2030, em função do processamento nas Unidades de Processamento de Gás Natural e do aumento de capacidade de térmicas movidas a gás natural.

Dos derivados de petróleo, aqueles que possuem algum consumo na transformação, destacam-se o óleo diesel e o óleo combustível. No caso do óleo diesel e do óleo combustível, o consumo na transformação representa a quantidade destinada à geração de energia elétrica e as quantidades não chegam a representar 10% do consumo total destes energéticos.

Os demais energéticos que possuem um significativo consumo na transformação são carvão vapor e melaço. O carvão vapor destina-se basicamente à geração de energia elétrica, enquanto o melaço é usado nas destilarias para a produção de etanol. Entre 2005 e 2030, o consumo de carvão na geração de energia elétrica quintuplica enquanto o consumo de melaço para a produção de etanol triplica.

Tabela 5 - Evolução da demanda total de energéticos
Brasil, 1970-2030

(continua)

	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Gás natural (mil m³)													
Consumo total	117	490	1.082	3.027	4.163	5.322	10.091	20.978	37.944	53.890	59.439	74.460	87.519
Transformação	37	76	79	488	749	887	2.126	5.934	12.032	18.707	15.947	17.989	24.177
Consumo final	80	414	1.003	2.539	3.414	4.435	7.965	15.044	25.912	35.184	43.492	56.471	63.342
Petróleo (mil m³)													
Consumo total	29.833	51.156	63.162	62.952	68.098	71.150	92.437	98.827	107.035	147.115	166.845	179.176	191.507
Transformação	29.833	51.156	63.162	62.952	68.098	71.150	92.437	98.827	107.035	147.115	166.845	179.176	191.507
GLP (mil m³)													
Consumo total	2.225	3.281	4.951	6.621	9.226	10.518	12.825	11.655	14.229	17.429	20.645	23.440	26.547
Consumo final	2.225	3.281	4.951	6.621	9.226	10.518	12.825	11.655	14.229	17.429	20.645	23.440	26.547
Gasolina (mil m³)													
Consumo total	9.624	14.562	11.526	7.696	9.516	14.119	17.225	17.712	20.445	25.379	26.246	33.861	42.657
Consumo final	9.624	14.562	11.526	7.696	9.516	14.119	17.225	17.712	20.445	25.379	26.246	33.861	42.657
Nafta (mil m³)													
Consumo total	107	2.027	3.984	7.567	8.458	9.984	14.395	13.351	13.351	13.351	13.351	13.351	13.351
Transformação	99	717	1.787	2.237	1.962	2.158	3.809	3.838	3.838	3.838	3.838	3.838	3.838
Consumo final	8	1.310	2.197	5.330	6.496	7.826	10.586	9.513	9.513	9.513	9.513	9.513	9.513
Querosene (mil m³)													
Consumo total	1.389	2.157	2.679	2.546	2.629	3.029	3.946	3.165	3.838	4.857	6.139	7.762	9.816
Consumo final	1.389	2.157	2.679	2.546	2.629	3.029	3.946	3.165	3.838	4.857	6.139	7.762	9.816
Óleo diesel (mil m³)													
Consumo total	6.515	11.996	18.752	20.175	24.589	30.033	36.442	40.421	50.662	53.876	61.687	71.239	82.800
Transformação	225	237	431	482	653	1.084	1.768	2.235	1.782	1.183	2.975	3.726	3.726
Consumo final	6.290	11.759	18.321	19.693	23.936	28.949	34.674	38.186	48.879	52.692	58.712	67.513	79.074
Óleo combustível (mil m³)													
Consumo total	8.237	14.794	18.207	9.864	10.713	12.328	12.068	7.581	6.586	7.103	7.656	8.073	8.852
Transformação	1.067	1.009	1.088	650	725	879	2.162	726	431	161	161	161	161
Consumo final	7.170	13.785	17.119	9.214	9.988	11.449	9.906	6.855	6.155	6.943	7.495	7.912	8.692

Tabela 5 - Evolução da demanda total de energéticos no Brasil
Brasil, 1970-2030

(continua)

	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Outras secundárias de petróleo (mil m³)													
Consumo total	330	1.447	2.794	3.411	3.965	5.402	10.852	12.736	14.299	18.637	21.285	23.710	26.330
Transformação	0	0	3	9	24	252	430	358	358	501	551	578	607
Consumo final	330	1.447	2.791	3.402	3.941	5.150	10.422	12.378	13.941	18.136	20.734	23.132	25.723
Carvão vapor (1000 t)													
Consumo total	1.513	1.449	3.034	6.087	4.947	5.162	6.967	5.833	8.072	13.317	14.261	19.572	29.758
Transformação	1.352	1.183	1.881	2.660	2.758	3.699	6.177	5.109	6.573	11.280	11.923	16.769	26.468
Consumo final	161	266	1.153	3.427	2.189	1.463	790	724	1.499	2.037	2.338	2.803	3.290
Alcatrão de carvão mineral (1000 t)													
Consumo total	70	102	208	318	295	324	283	246	267	330	340	348	376
Transformação	0	0	0	0	32	28	27	15	16	20	21	21	23
Consumo final	70	102	208	318	263	296	256	231	251	310	319	327	353
Coque de carvão mineral (1000 t)													
Consumo total	1.714	2.323	4.635	7.164	7.441	9.871	9.433	9.304	14.889	22.283	24.030	26.037	26.826
Consumo final	1.714	2.323	4.635	7.164	7.441	9.871	9.433	9.304	14.889	22.283	24.030	26.037	26.826
Melaço (1000 t)													
Consumo total	1.563	1.450	2.725	4.613	4.480	6.561	7.245	12.521	19.186	28.281	36.764	39.707	41.809
Transformação	1.563	1.450	2.725	4.613	4.480	6.561	7.245	12.521	19.186	28.281	36.764	39.707	41.809
Bagaço de cana (1000 t)													
Consumo total	15.209	18.051	32.978	56.867	54.776	69.847	66.309	106.470	145.106	213.309	271.775	321.911	370.446
Transformação	418	578	979	1.790	1.854	2.463	3.454	7.176	7.533	26.311	33.991	45.183	57.673
Consumo final	14.791	17.473	31.999	55.077	52.922	67.384	62.855	99.294	137.573	186.999	237.784	276.728	312.772
Lixívia (1000 t)													
Consumo total	571	1.083	2.994	3.876	4.594	7.375	10.111	14.849	21.729	28.638	36.155	47.170	61.563
Transformação	74	141	419	497	793	1.505	2.099	3.178	5.184	6.542	8.009	10.068	12.697
Consumo final	497	942	2.575	3.379	3.801	5.870	8.012	11.671	16.545	22.096	28.147	37.103	48.866

Tabela 5 - Evolução da demanda total de energéticos
Brasil, 1970-2030

(continuação)

	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Lenha (1000 t)													
Consumo total	102.788	106.991	100.309	106.252	92.091	75.069	74.410	91.676	90.587	92.248	90.322	95.136	98.771
Transformação	11.316	23.606	29.757	41.963	41.632	32.971	30.434	39.678	36.436	40.142	35.743	36.252	37.509
Consumo final	91.472	83.385	70.552	64.289	50.459	42.098	43.976	51.998	54.152	52.106	54.579	58.884	61.262
Carvão metalúrgico (1000 t)													
Consumo total	2.475	3.114	5.694	9.476	10.287	11.818	13.226	14.016	14.856	21.365	22.147	23.857	26.108
Transformação	2.475	3.114	5.694	9.476	10.287	10.984	9.861	9.721	8.824	12.531	12.934	13.247	14.309
Consumo final	0	0	0	0	0	834	3.365	4.295	6.031	8.833	9.213	10.611	11.799
Elettricidade (1000 mwh)													
Consumo total	39.668	69.852	122.705	173.564	217.657	264.805	331.638	375.193	486.491	602.554	707.282	852.291	1.056.796
Consumo final	39.668	69.852	122.705	173.564	217.657	264.805	331.638	375.193	486.491	602.554	707.282	852.291	1.056.796
Carvão vegetal (1000 t)													
Consumo total	2.462	5.143	6.615	9.573	9.504	7.611	7.455	9.671	9.259	10.197	9.075	9.201	9.515
Consumo final	2.462	5.143	6.615	9.573	9.504	7.611	7.455	9.671	9.259	10.197	9.075	9.201	9.515
Etanol (1000 m3)													
Consumo total	598	532	3.168	9.019	12.390	14.512	12.386	13.989	17.504	25.566	32.442	40.739	52.499
Consumo final	598	532	3.168	9.019	12.390	14.512	12.386	13.989	17.504	25.566	32.442	40.739	52.499
Energia hidráulica (1000 mwh)													
Consumo total	39.801	72.287	128.907	178.375	206.708	253.905	304.403	337.457	412.098	488.383	592.501	713.145	835.288
Transformação	39.801	72.287	128.907	178.375	206.708	253.905	304.403	337.457	412.098	488.383	592.501	713.145	835.288
Urânio (1000 kg)													
Consumo total	0	0	0	0	0	76	200	455	455	746	971	1.196	1.646
Transformação	0	0	0	0	0	76	200	455	455	746	971	1.196	1.646

5. Referências bibliográficas

EPE/MME [Ministério das Minas e Energia/Empresa de Pesquisa Energética]. 2005. Balanço Energético Nacional. Ano base 2004. Brasília/DF. 2005.

EPE [Empresa de Pesquisa Energética] 2006. “O consumo final de energia - evolução a longo prazo”. Rio de Janeiro: 2006.

PRESIDÊNCIA. 2006. “*web site*” de informações da Presidência da República Federativa do Brasil. Disponível em: <http://www.presidencia.gov.br>. Acesso em dezembro/2006.

