

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E INFORMÁTICA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

ALEC-SANDER MARCELINO SANCHES

MERCADO DE ENERGIA ELÉTRICA E O PLANO DECENAL

2006-2015

CAMPINA GRANDE
2008

ALEC-SANDER MARCELINO SANCHES

MERCADO DE ENERGIA ELÉTRICA E O PLANO DECENAL

2006-2015

Relatório de estágio apresentado à coordenação do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, como exigência para a obtenção do título de Engenheiro Eletricista, sob orientação do Prof. Ms. Antonio do Nascimento Epaminondas.

**CAMPINA GRANDE
2008**



Biblioteca Setorial do CDSA. Fevereiro de 2021.

Sumé - PB

FOLHA DE APROVAÇÃO

ALEC-SANDER MARCELINO SANCHES

MERCADO DE ENERGIA ELÉTRICA E O PLANO DECENAL 2006-2015

Relatório de estágio apresentado à coordenação do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, como pré-requisito para a obtenção do título de Engenheiro Eletricista, sob orientação do Profº. Ms. Antonio do Nascimento Epaminondas.

Aprovado

Reprovado

Data:

Profº. Ms. Antonio do Nascimento Epaminondas

Profº. Dr. Ubirajara Rocha Meira

Dedico este trabalho a todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para sua realização.

Agradeço a minha família e aos meus amigos pelo incentivo que sempre me deram. Ao meu orientador Epaminondas pela paciência e orientação. Aos meus colegas, professores e a todos que colaboraram para a conclusão deste trabalho.

"A felicidade não está em viver, mas em saber viver. Não vive mais o que mais vive, mas o que melhor vive."
Mahatma Gandhi

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Brasil – Economia e Mercado de Energia Elétrica 1980-2015 – Principais Indicadores.....	41
Figura 2 – Sistema Interligado Nacional – Trajetórias: Alta, Referência e Baixa – Carga de Energia (MWmédio).....	43
Figura 3 – Sistema Interligado Nacional – Trajetórias: Alta, Referência e Baixa – Acréscimos Anuais da Carga de Energia (MWmédio).....	45
Figura 4 – Sistema Interligado Nacional e Subsistemas – Acréscimos Anuais de Carga 2005-2015 (MWmédio)	61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Brasil – Economia e Mercado de Energia Elétrica (1980-2005).....	14
Tabela 2 – Brasil e Regiões – Mercado de Fornecimento – Evolução 1980 – 2005 (TWh)	15
Tabela 3 – Brasil – Mercado de Fornecimento por Classe de Consumo – Evolução 1980 – 2005 (TWh).....	16
Tabela 4 – Brasil – Consumo Industrial e Consumo Total – TWh (Evolução 1980-2005)	19
Tabela 5 – Brasil – Evolução do consumo da classe residencial(1980-2005).....	20
Tabela 6 – Brasil – Classe Comercial (Evolução 1980-2005).....	22
Tabela 7 – Brasil – Taxa de crescimento do PIB(% ao ano)	26
Tabela 8 – Brasil – População e Domicílios(mil).....	27
Tabela 9 – Brasil – Autoprodução Clássica.....	30
Tabela 10 – Brasil – Consumo de Energia Elétrica dos Grandes Consumidores Industriais (TWh).....	32
Tabela 11 – Brasil – Percentuais (do consumo) indicativos do potencial de conservação (%).....	34
Tabela 12 – Brasil – Consumo Total de Energia Elétrica (TWh) e Elasticidade-Renda.....	36
Tabela 13 – Brasil – Consumo de Energia Elétrica demandado do Setor Elétrico (TWh).....	37
Tabela 14 – Brasil – Consumo de Energia Elétrica por Classe (GWh).....	39
Tabela 15 – Brasil – Consumo de Energia Elétrica por Subsistema (GWh)	40
Tabela 16 – Brasil – Economia e Mercado de Energia Elétrica (1980–2015)	41
Tabela 17 – Brasil – Índice de Perdas (% da Carga de Energia)	42
Tabela 18 – Sistema Interligado Nacional – Carga de Energia (MWmédio)	43
Tabela 19 - Sistema Interligado Nacional e Subsistemas – Carga de Energia (MWmédio)	45
Tabela 20 – Sistemas Isolados – Carga de Energia (MWmédio)	46
Tabela 21 - Fatores de carga dos subsistemas interligados	47

Tabela 22 - Fatores de diversidade dos subsistemas interligados.....	48
Tabela 23 – Sistema Interligado Nacional – Carga de Demanda (MWh/h).....	48
Tabela 24 – Sistema Interligado Nacional e Subsistemas – Carga de Demanda (MWh/h).....	49
Tabela 25 – Sistemas Isolados – Carga de Demanda (MWh/h).....	49
Tabela 26 – Brasil – Consumo de Energia Elétrica por Classe (GWh) – Trajetória de Referência.....	51
Tabela 27 – Brasil – Consumo de energia Elétrica por Subsistema (GWh) – Trajetória de Referência.....	52
Tabela 28 – Brasil – Consumo Residencial e Número de Consumidores – Trajetória de Referência.....	54
Tabela 29 – Brasil – Consumo Industrial – Grandes Consumidores e Industrial Tradicional (GWh) – Trajetória de Referência.....	55
Tabela 30 – Brasil – Consumo Industrial – Grandes Consumidores Industriais e Autoprodução Clássica (GWh) – Trajetória de Referência.....	56
Tabela 31 – Subsistema Nordeste Interligado – Consumo por Classe (GWh) – Trajetória de Referência.....	58
Tabela 32 – Subsistema Interligado Nacional e Subsistemas Interligados – Índice de Perdas (% da Carga de Energia) – Trajetória de Referência.....	59
Tabela 33 – Sistema Interligado Nacional e Subsistemas Interligados – Carga de Energia (MWmédio) – Trajetória de Referência.....	60
Tabela 34 – Sistema Interligado Nacional e Subsistemas Interligados – Carga de Demanda (MWh/h) – Trajetória de Referência.....	62
Tabela 35 – Comparações Internacionais – Dados Relativos ao Ano de 2002.....	63

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
II – EVOLUÇÃO DO MERCADO DE ENERGIA ELÉTRICA.....	13
III – PRINCIPAIS CLASSES DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA.....	17
3.1 Consumo Industrial.....	17
3.2 Consumo Residencial	19
3.3 Consumo Comercial	22
IV – ANÁLISES BÁSICAS PARA AS PROJEÇÕES DO MERCADO DE ENERGIA ELÉTRICA	23
4.1 Cenários Macroeconômicos.....	24
4.1.1 Trajetória de referência.....	25
4.1.2 Trajetória de Crescimento Alto.....	25
4.1.3 Trajetória de Crescimento Baixo	26
4.2 População e Domicílios	27
4.3 Autoprodução de Energia Elétrica.....	27
4.4 Grandes Consumidores Industriais de Energia Elétrica	30
4.5 Conservação de Energia Elétrica	33
V – PROJEÇÕES DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA	36
VI – PROJEÇÕES DE CARGA DE ENERGIA E DE DEMANDA.....	42
6.1 Carga de Energia.....	42
6.2 Carga de Demanda.....	46
VII - Detalhamento da Projeção de Referência	50
7.1 Projeção do Consumo por Classe e por Subsistema	50
CONCLUSÃO	57

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66
----------------------------------	----

INTRODUÇÃO

A análise da necessidade futura de energia elétrica constitui-se em uma das mais importantes atividades técnicas do planejamento do setor elétrico brasileiro.

A dinâmica do mercado de energia elétrica é função, não só do crescimento da economia, como também da evolução da estrutura da renda nacional e de inúmeros outros fatores, tais como, população, domicílios, grandes projetos industriais, condições climáticas e etc, alguns deles não deixando de estar vinculados direta ou indiretamente ao crescimento da economia.

Os estudos de mercado proporcionam os insumos para os demais estudos, estabelecendo as projeções de carga de energia e de demanda, em termos mensais e por subsistema, necessários para os estudos energéticos, bem como por barramento, requerido para os estudos elétricos da transmissão.

A trajetória econômica de referência é a considerada como a mais provável. Dessa forma, foi adotada como base para os estudos do planejamento decenal da expansão do sistema elétrico. As trajetórias ditas alta e baixas são utilizadas para estudos de sensibilidade. Na trajetória de referência, a taxa média resultante de crescimento do consumo de energia elétrica, no horizonte decenal, situou-se em 5,1% ao ano, quando se considera a demanda de energia a ser atendida pelo sistema elétrico, e em 5,2% ao ano, quando se considera o consumo total do país.

Nesse trabalho apresenta-se inicialmente a evolução da conjuntura de economia e de mercado e as premissas básicas para as projeções de mercado, incluindo a descrição dos cenários macroeconômicos considerados. São em seguida apresentados os resultados das projeções da carga de energia e de demanda decorrentes desses cenários,

os quais incluem, dentre outros aspectos, uma projeção do potencial de conservação de energia elétrica. É mostrado um detalhamento da projeção de referência, abrangendo a projeção do consumo, discriminado segundo as grandes classes (residencial, industrial, comercial e outras), bem como as projeções da carga de energia e de demanda do Sistema Interligado Nacional (SIN). Por fim é apresentada uma comparação internacional de indicadores de consumo de energia elétrica.

II – EVOLUÇÃO DO MERCADO DE ENERGIA ELÉTRICA

Dadas a forte inter-relação entre a evolução da economia e o consumo de energia elétrica é habitual associar-se as projeções de mercado a cenários macroeconômicos e correspondentes trajetórias de crescimento da economia.

A partir da abertura econômica iniciada no início da década passada, e aprofundada a partir da implantação do Plano Real, o país passou por uma fase de ajustamento complexa, exigindo reformas institucionais profundas, modernização dos processos produtivos, busca por maior eficiência e produtividade e crescente terceirização da economia. Isso se refletiu no perfil de evolução do mercado de energia elétrica, que registrou baixo crescimento na classe industrial e elevado crescimento na classe comercial, em função da expansão e modernização do setor de comércio e serviços. Entre 1990 e 1995, o mercado de energia elétrica cresceu, incluindo a autoprodução, 4,0% ao ano, contra uma variação média anual do PIB de 3,1% no mesmo período.

No período de 1995-2000 o crescimento do consumo total de energia elétrica foi de 4,7% ao ano e o PIB cresceu 2,3% ao ano. De fato, o Plano Real estabilizou a moeda e deu controle ao processo inflacionário, contribuindo para uma melhoria do nível de renda da população e da distribuição da renda nacional. Os efeitos positivos do Plano Real no mercado de energia elétrica fizeram-se sentir até o ano de 1998, com exceção da classe industrial que, nesse ano, já apresentava crescimento baixo.

Entre 2000 e 2005, o consumo total de energia elétrica apresentou crescimento médio abaixo do histórico, sendo que, em 2001, houve uma redução da ordem de 7,0%,

por conta dos efeitos do racionamento. Da mesma forma a economia nacional apresentou crescimento extremamente baixo, com média anual no período pouco acima de 2,0%.

Essas estatísticas confirmam a existência de um componente inercial na dinâmica do mercado de energia elétrica que induz seu crescimento mesmo com a economia em crise.

Na tabela 1 são apresentados os indicadores da economia e do mercado de energia elétrica para o período 1980-2005.

Tabela 1 - Brasil – Economia e Mercado de Energia Elétrica (1980-2005)

Discriminação	1980	1990	2000	2005⁽¹⁾
Produto Interno Bruto				
RS bilhões [2004]	1.069	1.249	1.624	1.819
Variação no período (% ao ano)	-	1,6	2,7	2,3
População Total Residente				
mil habitantes	119.844	145.130	170.894	182.508
Variação no período (% ao ano)	-	1,9	1,6	1,3
PIB per Capita				
RS [2004]/hab/ano	8.920	8.606	9.503	9.967
Variação no período (% ao ano)	-	-0,4	1,0	1,0
Consumo de Energia Elétrica ⁽²⁾				
TWh	122	219	333	374
Variação no período (% ao ano)	-	6,0	4,3	2,3
Consumo de Energia Elétrica per Capita				
kWh/hab/ano	1.018	1.509	1.949	2.049
Variação no período (% ao ano)	-	4,0	2,6	1,0
Intensidade Elétrica do PIB				
kWh/RS [2004]	0.114	0.175	0.205	0.206
Elasticidade-renda do Consumo de Energia Elétrica				
	-	3,84	1,61	1,02

⁽¹⁾ Valores preliminares

⁽²⁾ Inclui autoprodução

Fonte: Empresa de Pesquisa Energética

Olhando diretamente o mercado de energia elétrica nacional dividindo em regiões, vemos que a região sudeste registrou a maior perda de participação relativa no mercado nacional, passando de 70% em 1980 para 55% em 2005. Abaixo, a tabela 2 mostra a evolução do mercado nacional de fornecimento de energia elétrica.

Tabela 2 – Brasil e Regiões – Mercado de Fornecimento – Evolução 1980 – 2005
(TWh)

Ano	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	C. Oeste	Brasil
1980	1,9	14,0	79,7	14,2	3,4	113,2
1990	6,8	31,3	123,3	28,1	6,4	199,9
2000	16,0	49,7	176,4	49,6	16,4	308,1
2005 ⁽²⁾	20,8	55,9	190,3	58,9	20,2	346,1
Taxas Médias de Crescimento (% ao ano)						
1980-1990	16,6	8,4	4,5	7,1	9,5	5,9
1990-2000	6,2	4,7	3,6	5,8	6,9	4,4
2000-2005	5,4	2,4	1,5	3,5	4,3	2,4
Participação Regional no Consumo (%)						
1980	1,7	12,4	70,4	12,5	3,0	100,0
1990	4,4	15,7	61,7	14,1	4,2	100,0
2000	5,2	16,1	57,3	16,1	5,3	100,0
2005	6,0	16,2	55,0	17,0	5,8	100,0

⁽¹⁾ Inclui autoprodução transportada.

⁽²⁾ Valores Preliminares.

Fonte: Empresa de Pesquisa Energética

Na tabela 3 são apresentados os resultados do mercado discriminado segundo as principais classes de consumo. Destacando-se a interrupção da tendência de ganho de participação da classe residencial, a partir de 2000, ocasionada pelo racionamento de 2001/2002. O consumo comercial destacou-se por apresentar a maior dinâmica de crescimento ao longo do período. Isso pode ser verificado por causa das fortes mudanças estruturais, como a modernização do setor de serviços. Já o setor industrial alternou, ao longo do período, crescimentos expressivos com fortes retrações, movimentos que influenciaram diretamente a economia nacional, principalmente na década de 1990.

Tabela 3 – Brasil – Mercado de Fornecimento por Classe de Consumo – Evolução 1980 – 2005 (TWh)

Ano	Residencial	Industrial	Comercial	Outras	Total
1980	23,3	61,5	13,8	14,6	113,2
1990	48,0	99,8	23,8	28,2	199,9
2000	83,6	131,3	47,6	45,6	308,1
2005 ⁽²⁾	82,3	161,1	52,9	49,8	346,1
Taxas Médias de Crescimento (% ao ano)					
1980-1990	7,5	5,0	5,6	6,8	5,9
1990-2000	5,7	2,8	7,2	4,9	4,4
2000-2005	-0,3	4,2	2,1	1,8	2,4
Estrutura de Participação (%)					
1980	20,6	54,3	12,2	12,9	100,0
1990	24,0	49,9	11,9	14,1	100,0
2000	27,1	42,6	15,5	14,8	100,0
2005	23,8	46,5	15,3	14,4	100,0

⁽¹⁾ Inclui autoprodução transportada

⁽²⁾ Valores Preliminares.

Fonte: Empresa de Pesquisa Energética

III – PRINCIPAIS CLASSES DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA

3.1 Consumo Industrial

O consumo industrial de energia elétrica respondeu em 2006 por cerca de 50% de toda energia elétrica consumida no país via fornecimento das concessionárias.

Na década de 1980, o consumo de energia elétrica da classe industrial apresentou um crescimento expressivo. Esse crescimento foi de cerca de 5% em média por ano, em função, principalmente, dos seguintes fatores.

- Intensificação do uso da energia elétrica associada à modernização industrial; atendimento à expansão do parque industrial brasileiro, ocorrida principalmente na década de 70 (com maturação de alguns projetos na década de 80), no âmbito do processo de substituição de importações.
- Desenvolvimento das indústrias eletrointensivas, tais como alumínio, ferroligas, sodacloro, entre outras, que apesar da crise, elevaram sua produção, voltando seus excedentes para a exportação.

A expansão do consumo dos setores industriais grandes consumidores de energia elétrica foi bastante expressiva, suficiente para reverter a dependência do país do mercado externo. Em alguns casos, o Brasil passou de importador a exportador.

Um grande exemplo do crescimento do consumo industrial foi os cinco anos entre 1985 e 1990. Neste período ocorreu um forte crescimento da região Norte, de

quase 30% ao ano. Têm destaques nesta época a implantação da Albrás, no estado do Pará, e a expansão da planta da Alumar no Maranhão.

Na década de 1990, o consumo industrial excluindo a autoprodução clássica, que corresponde à produção de energia elétrica, a partir de instalações próprias de geração do consumidor, localizadas próximas a unidades de consumo, não utilizando para seu auto-suprimento a rede elétrica de concessionárias de transmissão ou de distribuição, cresceu apenas 3% ao ano em média, com sua participação no mercado total sendo reduzida de 50%, registrados em 1990, para 43% em 2000. Com o racionamento em 2001, o consumo industrial registrou uma retração de 6,7% relativamente a 2000.

Durante o racionamento, muitas indústrias utilizaram substituição da fonte energética para o suprimento de eletricidade de suas unidades, procurando evitar a redução da sua produção, muitas delas adquirindo geradores a óleo. Porém, passado o racionamento, a maioria voltou a adquirir energia do sistema elétrico, uma vez que as fontes de geração alternativas utilizadas se mostraram menos competitivas.

Nos últimos três anos ocorreu um processo de forte incremento da autoprodução transportada, que corresponde ao volume de energia consumida por agentes de consumo a partir de unidades de geração de sua propriedade, que estão interconectadas ao Sistema Interligado Nacional – SIN, utilizando-se da rede de transmissão, sub-transmissão e eventualmente, distribuição, para seu auto-suprimento, e são despachadas centralizadamente pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS. Dessa forma, os grupos que utilizam a autoprodução transportada adquiriram o direito de utilização de energia proveniente desses empreendimentos de geração para o consumo de suas unidades industriais, situadas em locais distantes das respectivas usinas de geração, utilizando-se da rede de serviço público de transmissão e distribuição de energia elétrica.

A tabela 4 apresenta um resumo da evolução histórica do consumo industrial.

Tabela 4 – Brasil – Consumo Industrial e Consumo Total – TWh (Evolução 1980-2005)

Ano	Grandes Consumidores (1)	Industrial Total (2)	Consumo Total (3)	Participação (%)		
				(1)/(2)	(1)/(3)	(2)/(3)
1980	28,0	68,2	122,7	41,1	22,8	55,6
1990	50,0	112,3	217,7	44,5	23,0	51,6
2000	73,2	153,4	331,6	47,7	22,1	46,3
2005 ⁽¹⁾	83,7	188,5	373,5	44,4	22,4	50,5
Variação (% ao ano)						
1980-1990	6,0	5,1	5,9	-	-	-
1990-2000	3,9	3,2	4,3	-	-	-
2000-2005	2,7	4,2	2,4	-	-	-

⁽¹⁾ Valores Preliminares.

Obs.: Inclui autoprodução.

Fonte: Empresa de Pesquisa Energética

3.2 Consumo Residencial

Em 2006 com uma participação da ordem de 24,5% no mercado de distribuição, o consumo da classe residencial evoluiu a uma taxa média anual de 5,7% na década de 1990. Entre 1994 e 1998, o consumo residencial registrou crescimento expressivo: 9,1% ao ano, em média, como reflexo da estabilização de preços alcançada com a implantação do Plano Real.

Nesse contexto, merecem destaques:

- O aumento real da renda, notadamente da população de baixa renda, propiciada pela redução drástica da inflação;

- A transferência de parte das reservas do sistema financeiro especulativo para o mercado de consumo de bens duráveis, principalmente por parte dos pequenos e médios poupadores;
- A reativação do sistema de crédito;
- A criação de pequenos negócios nas residências(economia informal);
- A expansão das vendas de aparelhos eletrodomésticos, função da redução de seus preços, na busca de, maior competitividade frente a produtos importados.

Tabela 5 – Brasil – Evolução do consumo da classe residencial(1980-2005)

Ano	Consumo Residencial (TWh)	Consumidores Residenciais (milhões)	Consumo por Consumidor Residencial (kWh/mês)
1980	23,3	18,4	105
1990	46,0	26,4	152
2000	63,6	40,3	173
2005 ⁽¹⁾	62,3	48,4	142
Variação (% ao ano)			
1980-1990	7,5	3,7	3,7
1990-2000	5,7	4,3	1,3
2000-2005	-0,3	3,7	-3,9

⁽¹⁾ Valores Preliminares.

Fonte: Empresa de Pesquisa Energética

Com o progressivo aumento do consumo residencial ao longo dos anos, foram criadas as condições para forte expansão da utilização de energia elétrica nas residências, tendo como consequência a migração de consumidores de faixas de consumo mais baixas para mais altas.

Durante a década de 1990, várias medidas de ajuste econômico implementadas pelo governo impactaram fortemente no consumo da classe residencial. Por exemplo, no final de 1997, o governo tomou uma medida de ajuste econômico para enfrentar a crise asiática(final de 1997) e a moratória da Rússia(1998). Segundo dados da Confederação

Nacional da Indústria – CNI, a massa salarial real da indústria sofreu retração em 1998 e 1999. Como consequência o consumo residencial nesse período apresentou crescimento abaixo da sua média histórica.

Com o racionamento de 2001, o consumo residencial registrou uma redução de quase 12%, comparado a resultados de 2000. Em 2002, ainda como reflexo do racionamento de energia elétrica, existiu uma nova retração de 1,2% durante todo ano. Em 2005, tivemos um consumo de 82,3 TWh, que é um valor inferior ao verificado em 2000, conforme podemos observar os valores na tabela 5.

Foram ligados, em média, entre 1990 e 2000 cerca de 1,4 milhões de novos consumidores residenciais por ano, representando um crescimento médio de 4,3% ao ano. No período de 2000-2005 esta média se elevou para 1,6 milhões de novas ligações residenciais por ano, refletindo os efeitos dos programas governamentais de universalização do atendimento de energia elétrica nas residências.

O consumo por consumidor residencial registrou expansão de 1,3% ao ano na década de 1990. Entre 1994 e 1998, o crescimento médio anual desse indicador atingiu quase 5%, traduzindo os efeitos da estabilização econômica e da maior penetração de aparelhos eletrodomésticos nas residências. Como consequência, o consumo por consumidor residencial evoluiu de 148 kWh/mês em 1994 para 179 kWh/mês em 1998.

Entre 2000 e 2005, o consumo por consumidor residencial registrou, na média, uma retração de quase 4% ao ano, atingindo, em 2005, 142 kWh/mês, que é um valor abaixo do verificado em 1994. Influenciaram neste resultado novos hábitos de consumo adquiridos pela população, a partir do racionamento, além do impacto dos programas governamentais de universalização do atendimento de energia elétrica, visto que parte dos consumidores residenciais ligados nos dois últimos anos são de baixa renda.

3.3 Consumo Comercial

O consumo da classe comercial, com uma participação da ordem de 15% no consumo total de energia elétrica, evoluiu a uma taxa média de 7,2% ao ano na década de 90. Depois da abertura da economia, verificou-se um processo de modernização acelerado no setor de serviços, especialmente no setor bancário. Nessa mesma época evidenciou-se a expansão da indústria de shopping centers, o aumento no horário de funcionamento dos estabelecimentos comerciais e o incremento do turismo.

Entre 1994 e 1998, o consumo da classe comercial registrou o expressivo crescimento de 9,5% ao ano, na média dos quatro anos, como reflexo da estabilidade econômica alcançada com o Plano Real. Nesse contexto verificou-se um aumento real da renda e a reativação do sistema de crédito, o que contribuiu para o consumo da classe comercial.

No biênio 1999-2000, o consumo de energia elétrica da classe comercial ainda apresentou crescimentos de 4,9% e 9,0% respectivamente. Mas em 2001, com o racionamento, ocorreu uma queda de 6,5% do consumo da classe. Porém em 2003, a classe apresenta uma recuperação em ritmo superior ao das demais classes de consumo.

Tabela 6 – Brasil – Classe Comercial (Evolução 1980-2005)

Ano	Consumo Comercial	População	Consumo Comercial per Capita
	(TWh)	(milhões)	(kWh/hab/ano)
1980	13,7	118,3	116
1990	23,8	145,1	164
2000	47,5	170,9	278
2005 ⁽¹⁾	52,9	182,5	290
Variação (% ao ano)			
1980-1990	5,7	2,1	3,5
1990-2000	7,2	1,6	5,4
2000-2005	2,2	1,3	0,9

⁽¹⁾ Valores Preliminares.

Fonte: Empresa de Pesquisa Energética

IV – ANÁLISES BÁSICAS PARA AS PROJEÇÕES DO MERCADO DE ENERGIA ELÉTRICA

A elaboração das projeções para a evolução do mercado de energia elétrica exige o estabelecimento de algumas idéias que sirvam de base para o processo de projeção da demanda por eletricidade, dando consistência a um trabalho de grande abrangência, que apenas está começando e será estudado com mais profundidade futuramente.

A seguir, vemos algumas variáveis que influenciam o comportamento do mercado de energia elétrica e que se tornam elementos de referência para a formulação de idéias para uma análise inicial básica:

- O crescimento populacional, pelo seu impacto direto no consumo das residências, do setor comercial, serviços públicos, iluminação pública e, indiretamente, no setor industrial;
- A evolução da economia, pelo seu impacto geral sobre a renda e, conseqüentemente, sobre o consumo de energia elétrica nas diversas classes;
- A perspectiva de expansão e diversificação da produção dos setores industriais selecionados pela sua dimensão, enquanto consumidores de energia elétrica;
- A evolução da autoprodução entendida como a geração de energia elétrica para uso próprio da indústria, em especial a autoprodução clássica, em virtude de seu impacto sobre parcela da demanda a ser atendida pelo sistema elétrico;
- A evolução da conservação de energia, pelo seu potencial de deslocamento de consumo.

O ponto de partida dos estudos de mercado de energia elétrica, em virtude da forte interação entre a demanda por eletricidade e o desempenho da economia, é a construção de cenários macroeconômicos e a quantificação de correspondentes trajetórias plausíveis para o crescimento da economia. Além disso, são elaboradas projeções de população e domicílios, bem como cenários para os grandes consumidores industriais de energia elétrica, para a autoprodução e para a conservação de energia.

4.1 Cenários Macroeconômicos

A demanda por energia elétrica é condicionada por uma ampla gama de fatores macroeconômicos, sociais, institucionais, climáticos, ambientais, tecnológicos, e outros que apresentam uma complexa relação de interdependência entre si, configurando uma extensa rede de influências mútuas que poderá ser estudada futuramente.

Nesse contexto, a técnica de cenários constitui-se em importante ferramenta na prospecção da demanda futura por energia elétrica, pois lida com incertezas e com as inter-relações complexas que determinam as trajetórias das diversas variáveis.

Dessa forma, com base nos cenários macroeconômicos, definiram-se três trajetórias plausíveis para a evolução da economia brasileira, denominadas: trajetória de referência, trajetória de crescimento alto, e trajetória de crescimento baixo. A trajetória de referência é considerada a mais provável e foi adotada como base para os estudos do planejamento decenal da expansão do setor elétrico.

A seguir descrevem-se, muito resumidamente, as principais características de cada uma das trajetórias.

4.1.1 Trajetória de referência

A trajetória de referência admite que há um processo de avanço das mudanças estruturais que leva do quadro atual para um processo de consolidação das regras nos âmbitos macro e microeconômicos. Até o final de 2006 há crescimento econômico, embora desigual, e com um aumento gradual da taxa de investimento como proporção do produto interno bruto. Entre 2007 e 2010 o país continua a melhorar o ritmo de ajustes estruturais e do crescimento econômico. No período de 2011-2015, o patamar de crescimento da economia é um pouco superior ao da cena anterior, os estrangulamentos internos continuam sendo reduzidos e novas formas estruturais são implementadas. A taxa de poupança doméstica se eleva gradualmente, da mesma forma que a taxa de investimento. Esse panorama se reflete positivamente nos indicadores de risco e no grau de confiança dos investidores.

4.1.2 Trajetória de Crescimento Alto

Na trajetória de crescimento alto há um processo de avanço das mudanças estruturais que leva do quadro atual para um contexto de consolidação das regras no âmbito macro e microeconômico. Até o final de 2006 há um crescimento econômico desigual e com um aumento gradual da taxa de investimento como proporção do produto interno bruto. A transição se faz para um ambiente que favorece o crescimento sustentado da economia, a ampliação do comércio e a redução das desigualdades regionais. Entre 2007 e 2010 o país consolida sua trajetória de crescimento sustentado. O país entra no período de 2011 à 2015 com uma situação econômica mais equilibrada, consolidando seu grande potencial de crescimento, tendo superado os estrangulamentos internos, e concluído as reformas estruturais. Há um aumento expressivo da taxa de

poupança doméstica e dos investimentos, propiciando um ciclo virtuoso da economia brasileira, com aumento da capacidade instalada dos diversos setores da economia e com estabilidade inflacionária. Esse panorama se reflete muito positivamente nos indicadores de risco e no grau de confiança dos investidores.

4.1.3 Trajetória de Crescimento Baixo

Na trajetória de baixo crescimento econômico, o processo de ajustes estruturais iniciado até o final de 2006 não se concretiza e continua sendo o foco principal até o fim de 2010. Os esforços para a consolidação macroeconômica ditam as prioridades. Nesse período existe um pequeno crescimento econômico desigual com um aumento gradual da taxa de investimento como proporção do produto interno bruto. No período 2011 à 2015 há um redirecionamento dos processos de ajustes estruturais para a promoção do crescimento econômico com menor participação do estado e acentuada liberalização econômica.

Em seguida, será mostrado em forma de tabela o crescimento médio anual do produto interno bruto – PIB, considerado em cada uma das três trajetórias.

Tabela 7 – Brasil – Taxa de crescimento do PIB(% ao ano)

Trajecória	2005	2006	2007-2011	2012-2015
Alta	3,0	4,5	4,5	6,0
Referência	3,0	4,0	4,0	4,5
Baixa	3,0	3,0	3,0	3,5

Fonte: Empresa de Pesquisa Energética

4.2 População e Domicílios

Para a evolução futura da população e dos domicílios foi considerada uma única projeção, dado que essas variáveis apresentam um grau de incerteza relativamente reduzido, quando comparado, por exemplo, com a evolução da economia. Os valores projetados de população e domicílios estão apresentados, para o Brasil, na tabela 8. Foram utilizados como base de informações, os estudos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE.

Tabela 8 – Brasil – População e Domicílios(mil)

Ano	População	Domicílio	Hab./Dom.
2005	182.507	52.223	3,5
2010	193.027	59.586	3,2
2015	202.418	67.827	3,0
Variação (% ao ano)			
2005-2010	1,13	2,67	-
2010-2015	0,93	2,62	-
2005-2015	1,04	2,65	-

Fonte: Empresa de Pesquisa Energética

4.3 Autoprodução de Energia Elétrica

Desde as primeiras alterações introduzidas no arranjo regulatório e institucional do setor elétrico na década de 90, a autoprodução constituiu-se em preocupação

relevante na medida em que foi identificada como forma de atrair investimentos para o segmento de geração de energia elétrica.

O autoprodutor era um consumidor que dispunha de instalações próprias de geração de energia elétrica, localizadas próximo as suas unidades de consumo, não utilizando para o seu auto-suprimento a rede elétrica de concessionários de distribuição ou transmissão. Eventualmente, esse autoprodutor poderia comercializar excedente de sua produção com agentes do setor de energia elétrica. Assim, não demandava para o sistema elétrico investimentos adicionais aos naturalmente relacionados a contratos de back-up que eventualmente mantivesse com o concessionário. O caso mais típico desta classe de autoprodutores é o da cogeração. Para efeito de referência esse é o autoprodutor clássico.

Em uma extensão desse conceito, passou-se a admitir a figura da geração própria de energia distante da instalação de consumo, por meio da utilização da rede de transmissão, subtransmissão e, muitas vezes, também da rede de distribuição, podendo essa geração pertencer a um ou mais grupos de consumidores. Nesse conceito, um autoprodutor disponibiliza a energia no ponto de conexão da usina ao sistema e retira energia equivalente, a título de consumo próprio, no ponto de conexão da sua unidade de consumo. A instituição da figura do produtor independente de energia também trouxe novas possibilidades de arranjos comerciais que foram, em grande parte, utilizados na construção de novas usinas. Entre essas possibilidades incluiu-se a de associação entre consumidores interessados no auto-suprimento e concessionários de serviço público de geração. Dessa forma, foram construídos arranjos societários que viabilizaram empreendimentos de geração hidrelétrica em consórcio, como são os casos de Igarapava, Machadinho e Porto Estrela.

Um autoprodutor assim caracterizado seja ele efetivamente autorizado como autoprodutor de energia ou como produtor independente de energia, paga somente as perdas elétricas e o uso do sistema de transmissão. Essa é o que chamamos de autoprodução transportada, que é a nomenclatura que já vem sendo utilizada pelo setor elétrico.

Essa distinção entre auoprodução clássica e transportada é relevante porque traz reflexos para o sistema elétrico. A autoprodução transportada é usualmente despachada centralizadamente, vale dizer, a usina é despachada pelo Operador Nacional de Sistemas Elétricos – ONS. Isso significa que a energia associada a essas usinas, do ponto de vista da análise energética e elétrica, está considerada na oferta do sistema.

O sistema elétrico deverá ser dimensionado para atender a totalidade do mercado, com exceção apenas da parcela de autoprodução clássica. Por isso é importante conhecer as perspectivas de evolução da autoprodução clássica de energia elétrica, em particular para os setores grandes consumidores industriais de energia, nos quais se concentra grande parte do potencial de autoprodução.

A avaliação das perspectivas de expansão da autoprodução clássica nos setores industriais grandes consumidores de energia elétrica foi feita com base nas informações disponíveis sobre novos projetos de empreendimentos de autoprodução/cogeração, com entrada em operação prevista no horizonte decenal, bem como em premissas formuladas sobre a evolução da autoprodução clássica associadas às perspectivas de expansão da capacidade instalada de produção dos diferentes segmentos industriais e à avaliação das potencialidades de cogeração que os respectivos processos industriais propiciam. Os valores de autoprodução clássica considerados, na trajetória de referência, estão apresentados na Tabela 9.

Tabela 9 – Brasil – Autoprodução Clássica

Discriminação	2005	2010	2015
Grandes Consumidores	17,6	27,5	34,8
Outros	9,8	12,5	16,0
Total	27,4	40,0	50,8

Fonte: EPE.

Fonte: Empresa de Pesquisa Energética

4.4 Grandes Consumidores Industriais de Energia Elétrica

Os setores industriais grandes consumidores de energia, considerados para efeito de estudo específico da demanda por energia elétrica, diferenciado do restante da indústria, são os seguintes: alumínio, siderurgia, ferroligas, pelotização, cobre, soda-cloro, papel e celulose, petroquímica e cimento.

As principais premissas relativas aos grandes consumidores industriais de energia elétrica referem-se às perspectivas de expansão da capacidade instalada de produção de cada setor e à descrição da dinâmica dos mercados interno e externo dos respectivos produtos.

No que se refere às perspectivas de expansão da capacidade instalada, levou-se em conta os estudos feitos pelo Comitê Técnico para Estudos de Mercado – CTEM, do Comitê Coordenador do Planejamento da Expansão dos Sistemas Elétricos – CCPE, no ciclo de planejamento 2004, bem como novas informações coletadas junto às associações de classe dos diversos grupos de indústrias, à área de Estudos Setoriais do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social - BNDES, e ainda informações divulgadas na imprensa.

A descrição da dinâmica dos mercados internos setoriais foi traduzida através das elasticidades-renda da demanda interna dos respectivos produtos. As elasticidades utilizadas foram estabelecidas com base na observação dos valores históricos e em informações dos agentes setoriais.

O comércio externo destes setores levou em conta as perspectivas de expansão do comércio mundial, a participação das exportações brasileiras nesse volume de comércio, bem como a participação das exportações na produção nacional e das importações na demanda interna.

A partir da demanda interna, exportação e importação, estimou-se a produção física de cada um dos setores industriais grandes consumidores de energia. Utilizando consumos específicos para cada um dos setores, determinou-se a correspondente demanda de energia elétrica. Os consumos específicos de energia elétrica utilizados basearam-se no comportamento histórico deste parâmetro e incorporam perspectivas de evolução tecnológica, caso se configurem mudanças plausíveis no horizonte de estudo considerado.

A evolução da autoprodução clássica para os grandes consumidores industriais partiu da premissa geral de que tal autoprodução deverá concentrar-se nos setores cujas características dos respectivos processos produtivos são apropriadas à cogeração de energia, como são casos típicos os setores de papel e celulose, siderurgia e petroquímica.

Para os setores de alumínio, ferroligas, soda-cloro, cimento, pelletização e cobre, admitiu-se que não haverá expansão significativa da sua autoprodução clássica. No entanto, para alguns desses setores, como é o caso do alumínio, as expansões da capacidade instalada de produção deverão muitas vezes estar associadas a aumento da autoprodução no setor, só que deverá ser, geralmente, de autoprodução transportada

através, por exemplo, de participação das indústrias de alumínio como autoprodutores ou produtores independentes em consórcios de geração hidrelétrica.

Para o setor de papel e celulose, atendendo às características muito favoráveis para a implementação de cogeração de energia, admitiu-se que o atendimento, em termos de suprimento de energia elétrica, à expansão da capacidade instalada do setor se dará preferencialmente via cogeração: cerca de 90% da expansão da celulose e 60% da expansão do papel deverão ser supridos através de cogeração.

No caso dos setores siderúrgico e petroquímico, utilizou-se como premissa de evolução da autoprodução clássica aquela associada à entrada em operação de usinas termelétricas de cogeração já anunciadas pelos agentes setoriais.

A projeção do consumo total de eletricidade dos grandes consumidores industriais foi elaborada com base nas perspectivas de produção física e na evolução dos consumos específicos de energia elétrica de cada setor. Por sua vez, a parcela do consumo de cada setor grande consumidor de energia, a ser atendida pelo sistema elétrico, resulta da diferença entre os correspondentes valores do consumo total e da autoprodução clássica. Os valores projetados para o consumo dos grandes consumidores industriais de energia elétrica, no caso da trajetória de referência, estão resumidamente apresentados na Tabela 10, a seguir.

Tabela 10 – Brasil – Consumo de Energia Elétrica dos Grandes Consumidores Industriais (TWh)

Discriminação	2005	2010	2015
Consumo - Sistema Elétrico ^(*)	56,1	81,2	98,8
Autoprodução Clássica	17,6	27,5	34,8
Total	83,7	108,7	133,6
Autoprodução Clássica/Total (%)	21,1	25,3	26,2

^(*) Consumo a ser atendido pelo Sistema Elétrico.

Fonte: Empresa de Pesquisa Energética

4.5 Conservação de Energia Elétrica

Na elaboração das projeções do consumo de energia elétrica também é importante analisar o potencial de conservação e as perspectivas de aumento de eficiência energética da economia, bem como as respectivas metas de conservação e eficiência e as políticas propostas para alcançá-las.

Apesar das medidas de conservação já incorporadas pelos agentes de consumo, principalmente após o racionamento de 2001-2002, estudos mostram que ainda existe espaço para um potencial de conservação significativo.

Os percentuais do consumo indicativos do potencial de conservação, para a trajetória de referência, estão apresentados na Tabela 11, por sistema interligado e por classe de consumo. Considerou-se que esse potencial de conservação seria crescentemente perseguido e plenamente alcançado apenas no final do período decenal, admitindo-se, como uma meta efetiva a ser atingida, nos próximos cinco anos, uma parcela de 45%.

O valor total do montante de energia elétrica previsto de ser conservado até o ano 2015, considerando que se efetivem políticas e ações para esse objetivo, corresponde a um consumo de 56.303 GWh, distribuído da seguinte forma: residencial: 11.413 GWh, comercial: 13.142 GWh, industrial: 25.506 GWh, outros: 6.242 GWh. Em termos de carga de energia que deixará de ser requerida das fontes de geração, esse total equivale a aproximadamente 7.200 MW médios anuais.

Diversas razões, que vão desde preocupações com o meio ambiente até a segurança no suprimento de energia, motivam o envolvimento de quase todos os países na implementação de políticas de eficiência energética.

Tabela 11 – Brasil – Percentuais (do consumo) indicativos do potencial de conservação (%)

Sistema Interligado	Setor	Cena 1	Cena 2	Média
		2005-2010	2010-2015	2005-2015
Norte/Nordeste	Residencial	7,0	9,0	8,1
	Comercial	12,0	15,0	13,4
	Industrial	10,0	12,0	10,9
Sul/Sudeste/ Centro-Oeste	Residencial	6,5	8,0	7,2
	Comercial	10,0	12,0	10,9
	Industrial	8,0	10,0	8,9

Fonte: Empresa de Pesquisa Energética

O Brasil, apesar da racionalização conseguida no racionamento, ainda apresenta um bom potencial para redução no seu consumo de energia elétrica, que pode ser concretizado por meio de políticas e ações relativamente simples e muitas vezes economicamente atrativas. Novas tecnologias mais eficientes como refrigeradores de alta eficiência, ar condicionados, motores e lâmpadas já são produzidas e/ou comercializadas no país. A conservação de eletricidade reduz e/ou posterga a necessidade por investimentos em expansão da capacidade instalada, sem comprometer a qualidade dos serviços prestados aos usuários finais. A eficiência energética é, sem dúvida, a maneira mais efetiva de, ao mesmo tempo, reduzir os custos e os impactos ambientais, tanto na esfera nacional quanto global, diminuindo a necessidade de subsídios governamentais para promoção de tecnologias limpas.

Ações que vão desde políticas públicas, como regulação e mecanismos de financiamento, a programas de gerenciamento pelo lado da demanda e campanhas de marketing, contribuem para superação das barreiras existentes à conservação de energia. A regulamentação de equipamentos consumidores de energia, por exemplo, é feita por meio do Programa Brasileiro de Etiquetagem, que hoje abrange 29 linhas de produtos, e

pela Lei nº 10.295/2001, por meio da qual se estabelecem índices mínimos de eficiência. No tocante aos mecanismos de financiamento, existem hoje linhas de crédito específico para sistemas de aquecimento solar de água, por exemplo.

O Brasil possui hoje três programas específicos para a promoção da conservação da energia e racionalização do seu uso:

- Programa Brasileiro de Etiquetagem: promove a eficiência energética por meio de etiquetas informativas do desempenho de equipamento;
- Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica: atua nas áreas de educação, etiquetagem, gestão energética municipal, iluminação pública, indústria, edificações e saneamento ambiental;
- Programa Nacional de Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural: atua nas áreas de etiquetagem e transporte de cargas e passageiros.

No mais, na medida em que seguem diretrizes estabelecidas pelo Governo, acrescentam-se a estes os programas de eficiência energética das concessionárias distribuidoras.

V – PROJEÇÕES DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA

A partir dos cenários e premissas formulados, deduziram-se três projeções do mercado de energia elétrica associadas às três trajetórias da economia consideradas: referência, alta e baixa. As correspondentes projeções do consumo total de energia elétrica, incluindo autoprodução para efeito de comparação com a evolução do PIB, estão apresentadas na Tabela 12.

Tabela 12 – Brasil – Consumo Total de Energia Elétrica (TWh) e Elasticidade-Renda

Período	Trajetória		
	Referência	Alta	Baixa
Consumo (TWh) ^(*)			
2005	373,5	373,5	373,5
2010	483,5	489,7	462,1
2015	617,7	657,8	563,3
Variação (% ao ano)			
2005-2010	5,3	5,6	4,4
2010-2015	5,0	6,1	4,0
2005-2015	5,2	5,8	4,2
Elasticidade-Renda			
2005-2010	1,32	1,24	1,45
2010-2015	1,14	1,07	1,19
2005-2015	1,23	1,14	1,31

^(*) Inclui Autoprodução.

Fonte: Empresa de Pesquisa Energética

Para a obtenção desses resultados, adotou-se uma metodologia de análise e projeção do mercado, desagregado por classe de consumo e subsistema elétrico, que, tomando por base os cenários macroeconômicos e as premissas formuladas em relação a parâmetros característicos de determinados segmentos do mercado, permite compor e consolidar as projeções do mercado de energia elétrica.

As elasticidades-renda resultantes são maiores do que a unidade, porém menores do que as verificadas historicamente, refletindo um mercado mais maduro, fazendo uso mais racional da energia elétrica. Como se pode observar, os valores da elasticidade no segundo período são significativamente inferiores aos do primeiro, como resultado do progressivo incremento da conservação de energia e da eficiência elétrica da economia. Além disso, a elasticidade-renda é função decrescente da taxa de crescimento do PIB, fato este consistente com a comprovação experimental da existência de uma componente inercial que limita o crescimento da demanda por eletricidade no caso de taxas de expansão do PIB elevadas e, por outro lado, sustenta aquele crescimento mesmo em períodos de expansão econômica modesta.

As projeções do consumo de energia a ser demandado do sistema elétrico, isto é, excluída a autoprodução clássica, estão apresentadas na Tabela 13.

Tabela 13 – Brasil – Consumo de Energia Elétrica demandado do Setor Elétrico (TWh)

Período	Trajetória		
	Referência	Alta	Baixa
Consumo (TWh) ^(*)			
2005	346,1	346,1	346,1
2010	443,5	449,1	423,6
2015	566,8	603,5	516,3
Variação (% ao ano)			
2005-2010	5,1	5,4	4,1
2010-2015	5,0	6,1	4,0
2005-2015	5,1	5,7	4,1

^(*) Não inclui Autoprodução Clássica.

Fonte: Empresa de Pesquisa Energética

As tabelas 14 e 15 apresentam os resultados agregados das projeções do consumo de energia elétrica a ser atendido pelo Sistema Elétrico (isto é, excluída a autoprodução clássica), respectivamente por classe e por subsistema elétrico, correspondentes às três trajetórias da economia: referência, alta e baixa.

Importa ressaltar que, nas projeções aqui apresentadas, não se incorporam, aos subsistemas interligados, as parcelas dos subsistemas isolados cuja interligação está prevista ao longo do horizonte decenal. Os sistemas isolados de grande porte que deverão ser interligados são:

- O sistema de Manaus e localidades da margem esquerda do rio Amazonas mais o estado do Amapá, interligados ao subsistema Norte;
- Os sistemas isolados do Acre e Rondônia, interligados ao subsistema Sudeste/Centro-Oeste.

Em montante de consumo, esses sistemas correspondem atualmente a cerca de 85% do conjunto dos sistemas isolados. Ressalta-se que esses estados são hoje atendidos exclusivamente por sistemas elétricos isolados.

Além desses, ainda existem mais dois sistemas isolados de porte relativo, no Pará e no Mato Grosso, estados onde a maior parte do sistema já é interligada. Esses dois sistemas isolados deverão ser progressivamente incorporados aos sistemas interligados das concessionárias de distribuição que atendem à região.

Tabela 14 – Brasil – Consumo de Energia Elétrica por Classe (GWh)

Classe	Consumo (GWh) (*)			Variação (% ao ano)	
	2005	2010	2015	2005/2010	2010/2015
Trajatória de Referência					
Residencial	82.255	109.155	142.489	5,8	5,5
Industrial	161.064	198.404	244.677	4,3	4,3
Comercial	52.947	73.370	101.877	6,7	6,8
Outras	49.803	62.601	77.776	4,7	4,4
Total	346.068	443.530	566.819	5,1	5,0
Trajatória Alta					
Residencial	82.255	110.625	150.652	6,1	6,4
Industrial	161.064	201.164	261.611	4,5	5,4
Comercial	52.947	74.754	110.471	7,1	8,1
Outras	49.803	62.601	80.786	4,7	5,2
Total	346.068	449.144	603.520	5,4	6,1
Trajatória Baixa					
Residencial	82.255	104.314	130.474	4,9	4,6
Industrial	161.064	191.385	226.771	3,5	3,5
Comercial	52.947	68.214	88.416	5,2	5,3
Outras	49.803	59.670	70.633	3,7	3,4
Total	346.068	423.584	516.295	4,1	4,0

(*) Não inclui Autoprodução Clássica.

Fonte: Empresa de Pesquisa Energética

Tabela 15 – Brasil – Consumo de Energia Elétrica por Subsistema (GWh)

Subsistema	Consumo (GWh) (*)			Variação (% ao ano)	
	2005	2010	2015	2005/2010	2010/2015
Trajectoria de Referência					
Isolado	7.178	10.874	15.988	8,7	8,0
Norte	23.526	30.729	45.460	5,5	8,1
Nordeste	47.541	61.222	78.118	5,2	5,0
Sudeste/Centro-Oeste	209.059	266.841	335.072	5,0	4,7
Sul	58.764	73.864	92.180	4,7	4,5
Total	346.068	443.530	566.819	5,1	5,0
Trajectoria Alta					
Isolado	7.178	11.008	17.019	8,9	9,1
Norte	23.526	30.922	48.770	5,6	9,5
Nordeste	47.541	62.193	84.477	5,5	6,3
Sudeste/Centro-Oeste	209.059	270.186	354.644	5,3	5,6
Sul	58.764	74.835	98.611	5,0	5,7
Total	346.068	449.144	603.520	5,4	6,1
Trajectoria Baixa					
Isolado	7.178	10.341	14.428	7,6	6,9
Norte	23.526	30.005	43.256	5,0	7,6
Nordeste	47.541	58.258	70.513	4,1	3,9
Sudeste/Centro-Oeste	209.059	254.707	304.611	4,0	3,6
Sul	58.764	70.273	83.486	3,6	3,5
Total	346.068	423.584	516.295	4,1	4,0

(*) Não inclui Autoprodução Clássica.

Fonte: Empresa de Pesquisa Energética

A tabela 16 e a figura 1 mostram a evolução dos principais indicadores e resultados referentes à evolução da economia, população e consumo de energia elétrica, no Brasil, entre 1980 e 2015. Os valores para os anos de 2010 e 2015 são relativos à trajetória de referência. Ressalta-se que a intensidade elétrica, que apresentou um crescimento expressivo na década de 80 por conta da entrada em operação de grandes projetos industriais eletrointensivos, nomeadamente a expansão da indústria de alumínio na Região Norte, ainda manteve crescimento significativo na década de 90. No horizonte da projeção (2006-2015), este indicador deverá crescer porém de forma moderada, como resultado de uma maior eficiência energética da economia.

Tabela 16 – Brasil – Economia e Mercado de Energia Elétrica (1980–2015)

Discriminação	1980	1990	2000	2005 ⁽¹⁾	2010	2015
Produto Interno Bruto						
R\$ bilhões [2004]	1.069	1.249	1.624	1.819	2.213	2.745
Variação no período (% ao ano)	-	1,6	2,7	2,3	4,0	4,4
População Total Residente						
mil habitantes	119.844	145.130	170.894	182.508	193.027	202.416
Variação no período (% ao ano)	-	1,9	1,6	1,3	1,1	1,0
PIB per Capita						
R\$ [2004]/hab/ano	8.920	8.606	9.503	9.967	11.465	13.560
Variação no período (% ao ano)	-	-0,4	1,0	1,0	2,8	3,4
Consumo de Energia Elétrica⁽²⁾						
TWh	122	219	333	374	484	618
Variação no período (% ao ano)	-	6,0	4,3	2,3	5,3	5,0
Consumo de Energia Elétrica per Capita						
kWh/hab/ano	1.018	1.509	1.949	2.049	2.507	3.053
Variação no período (% ao ano)	-	4,0	2,6	1,0	4,1	4,0
Intensidade Elétrica do PIB						
kWh/R\$ [2004]	0,114	0,175	0,205	0,206	0,219	0,225
Elasticidade-renda do Consumo de Energia Elétrica						
	-	3,84	1,61	1,02	1,32	1,14

⁽¹⁾ Valores preliminares

⁽²⁾ Inclui autoprodução

Obs.: os valores para os anos de 2010 e 2015 correspondem à trajetória de referência.

Fonte: Empresa de Pesquisa Energética

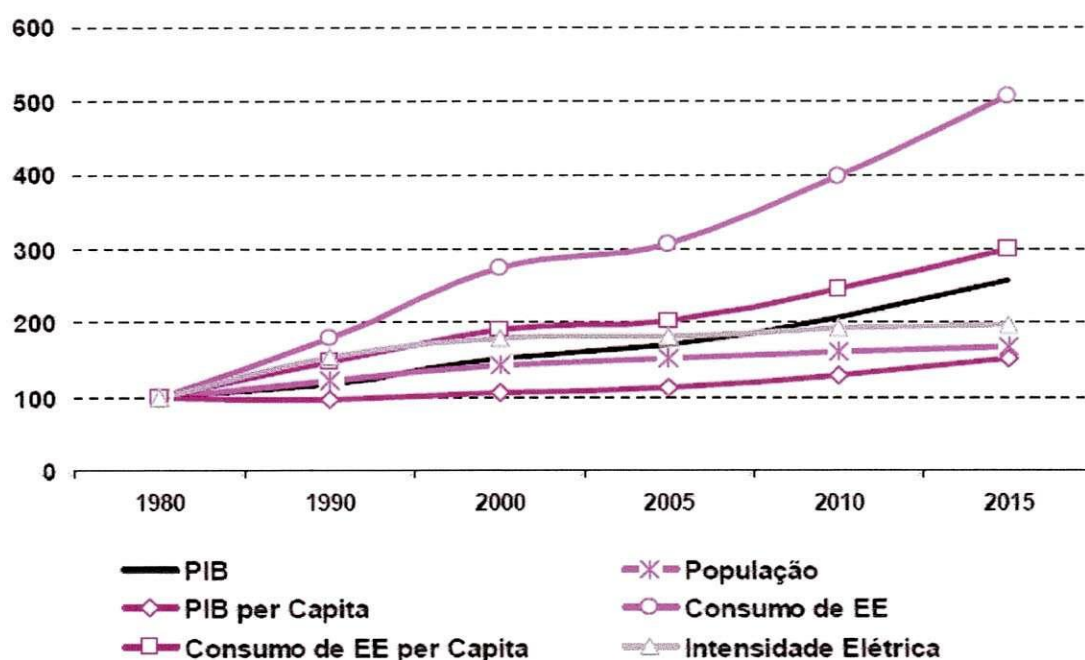


Figura 1 – Brasil – Economia e Mercado de Energia Elétrica 1980-2015 – Principais Indicadores

Fonte: Plano Decenal de Expansão de Energia Elétrica 2006-2015

VI – PROJEÇÕES DE CARGA DE ENERGIA E DE DEMANDA

6.1 Carga de Energia

A partir das projeções do consumo de energia elétrica, por subsistema interligado, e da premissa de que ocorrerá uma gradual redução do índice de perdas técnicas e comerciais nos quatro subsistemas interligados, conforme dados apresentados na tabela 17, foram elaboradas as projeções da carga de energia anual por subsistema, para as três trajetórias econômicas consideradas.

Tabela 17 – Brasil – Índice de Perdas (% da Carga de Energia)

Ano	Sistemas Isolados	Subsistemas Interligados				SIN
		Norte	Nordeste	Sudeste/ Centro-Oeste	Sul	
2005	34,0	14,7	19,3	17,1	12,4	16,5
2010	26,0	14,4	18,0	16,4	12,0	15,8
2015	18,0	14,1	16,8	15,6	11,6	15,0

Fonte: Empresa de Pesquisa Energética

Na tabela 18 e na figura 2 apresenta-se um resumo das projeções das cargas de energia do Sistema Interligado Nacional – SIN, expressa em MWmédio, para as três trajetórias consideradas.

Observa-se que a carga de energia cresce a taxas um pouco inferiores às do consumo de energia elétrica, devido ao fato de estar ocorrendo uma redução gradual do índice de perdas, ao longo do tempo.

Tabela 18 – Sistema Interligado Nacional – Carga de Energia (MWmédio)

Período	Trajetória		
	Referência	Alta	Baixa
Carga de Energia (MWmédio)			
2005	46.341	46.341	46.341
2010	58.635	59.378	56.003
2015	73.998	78.789	67.418
Varição (% ao ano)			
2005-2010	4,8	5,1	3,9
2010-2015	4,8	5,8	3,8
2005-2015	4,8	5,5	3,8

Fonte: Empresa de Pesquisa Energética

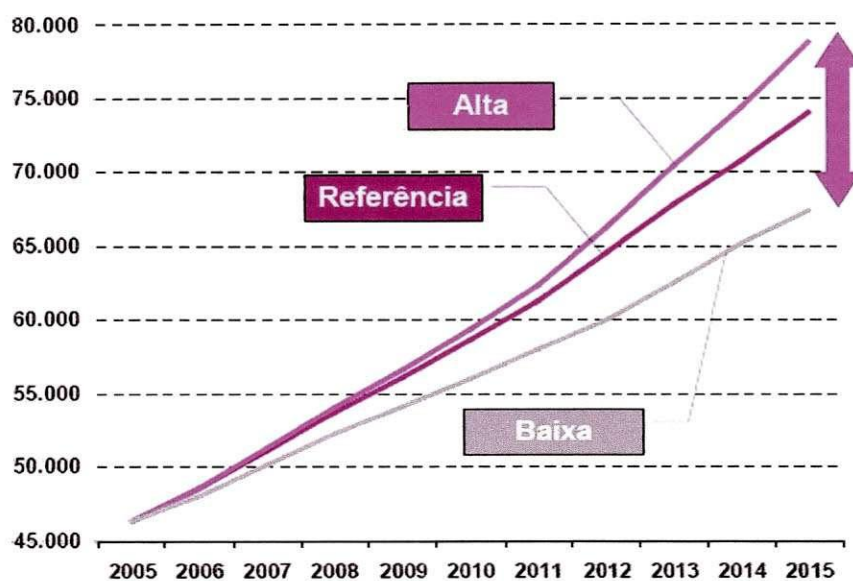


Figura 2 – Sistema Interligado Nacional – Trajetórias: Alta, Referência e Baixa – Carga de Energia (MWmédio)

Fonte: Plano Decenal de Expansão de Energia Elétrica 2006-2015

A figura 3 mostra os acréscimos anuais da carga de energia do Sistema Interligado Nacional, correspondentes às três trajetórias consideradas, que dão uma medida das necessidades de expansão do sistema, para o atendimento dos respectivos requisitos de energia.

Além das diferenças decorrentes de postergação de entradas de cargas industriais nos cenários de crescimento econômico mais baixo, observa-se ainda que, no período 2012-2015, a taxa de crescimento da economia na trajetória alta é 33% superior à da trajetória de referência e a da trajetória baixa é 22% inferior a trajetória de referência, resultando em diferenças entre os acréscimos anuais de carga, para as trajetórias de referência e baixa, próximas a 1000 MW médios, nos últimos anos, e diferenças mesmo superiores a 1000 MW médios anuais entre os correspondentes acréscimos, quando se comparam as trajetórias de referência e alta.

Na tabela 19 apresentam-se as projeções da carga de energia do Sistema Interligado Nacional, expressa em MW médio, por subsistema interligado, para as três trajetórias.

No que se refere aos Sistemas Isolados, conforme se pode observar na tabela 17, o nível de perdas ainda é muito elevado (34%) havendo espaço, portanto, para uma redução significativa. As projeções das cargas de energia incorporam tal redução, levando o índice de perdas a atingir 18% ao final do horizonte. Como consequência, a carga de energia dos Sistemas isolados cresce a taxas inferiores às do consumo: 6% contra 8,3% ao ano, em média no período 2005-2015, no caso da trajetória de referência. A tabela 20 apresenta as projeções da carga de energia para o conjunto dos Sistemas Isolados.

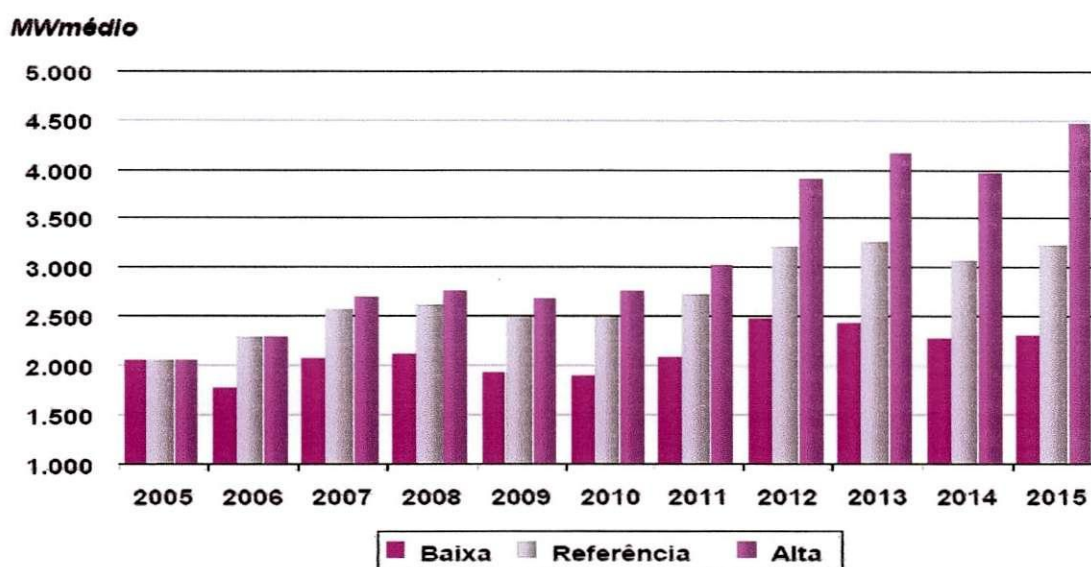


Figura 3 – Sistema Interligado Nacional – Trajetórias: Alta, Referência e Baixa – Acréscimos Anuais da Carga de Energia (MWmédio)

Fonte: Plano Decenal de Expansão de Energia Elétrica 2006-2015

Tabela 19 - Sistema Interligado Nacional e Subsistemas – Carga de Energia (MWmédio)

Subsistema	Carga de Energia (MWmédio)			Variação (% ao ano)	
	2005	2010	2015	2005/2010	2010/2015
Trajetoária de Referência					
Noite	3.150	4.098	6.039	5,4	8,1
Nordeste	6.725	8.526	10.712	4,9	4,7
Sudeste/Centro-Oeste	28.812	36.433	45.346	4,8	4,5
Sul	7.654	9.578	11.901	4,6	4,4
SIN	46.341	58.635	73.998	4,8	4,8
Trajetoária Alta					
Noite	3.150	4.124	6.479	5,5	9,5
Nordeste	6.725	8.661	11.584	5,2	6,0
Sudeste/Centro-Oeste	28.812	36.889	47.995	5,1	5,4
Sul	7.654	9.704	12.731	4,9	5,6
SIN	46.341	59.378	78.789	5,1	5,8
Trajetoária Baixa					
Noite	3.150	4.002	5.746	4,9	7,5
Nordeste	6.725	8.113	9.670	3,8	3,6
Sudeste/Centro-Oeste	28.812	34.776	41.224	3,8	3,5
Sul	7.654	9.113	10.778	3,6	3,4
SIN	46.341	56.003	67.418	3,9	3,8

Fonte: Empresa de Pesquisa Energética

Tabela 20 – Sistemas Isolados – Carga de Energia (MWmédio)

Período	Trajetória		
	Referência	Alta	Baixa
Carga de Energia (MWmédio)			
2005	1.242	1.242	1.242
2010	1.678	1.699	1.596
2015	2.226	2.369	2.009
Variação (% ao ano)			
2005-2010	6,2	6,5	5,1
2010-2015	5,8	6,9	4,7
2005-2015	6,0	6,7	4,9

Fonte: Empresa de Pesquisa Energética

6.2 Carga de Demanda

Com base nas projeções da carga de energia e na hipótese de que os valores dos fatores de carga dos subsistemas interligados Norte, Nordeste, Sudeste/Centro-Oeste e Sul, se manterão aproximadamente constantes e iguais aos respectivos valores no ano de 2004, ao longo do horizonte decenal, projeta-se a carga de demanda, para os quatro subsistemas, dividindo a carga de energia, expressa em MWmédio, pelo respectivo fator de carga.

Para ressaltar que o conceito de demanda que está sendo utilizado é o da demanda integralizada em uma hora, é habitual representar a carga de demanda em MWh/h, embora, em termos de unidades físicas, isso seja dimensionalmente equivalente a MW.

Dada a não simultaneidade da ponta, isto é, da demanda máxima, dos vários subsistemas interligados, quando se agregam os subsistemas, a demanda máxima instantânea (ou a demanda máxima integralizada em uma hora) não coincide com a

soma das correspondentes demandas dos subsistemas. Para obter a demanda agregada dos sistemas interligados, utilizam-se, no cálculo, os chamados fatores de diversidade que incorporam o efeito da não simultaneidade da ponta dos diferentes subsistemas.

A título de exemplo, pode-se dizer que a diferença para a unidade do fator de diversidade entre os subsistemas Norte e Nordeste é uma medida de quanto o valor da demanda máxima anual (integralizada em uma hora) do sistema Norte/Nordeste se afasta da soma dos valores das demandas máximas anuais dos subsistemas Norte e Nordeste, independentemente dos momentos de ocorrência dessas três demandas máximas.

Os fatores de carga utilizados para os quatro subsistemas interligados, considerados constantes ao longo de todo o período 2006-2015, estão apresentados abaixo na tabela 21.

Tabela 21 - Fatores de carga dos subsistemas interligados

Subsistema Interligado	Fator de Carga (%)
Norte	85,4
Nordeste	75,8
Sudeste/Centro-Oeste	75,3
Sul	72,7

Fonte: Empresa de Pesquisa Energética

Por sua vez, os fatores de diversidade, estimados com base no histórico dos últimos anos, são os seguintes listados abaixo na tabela 22.

Tabela 22 - Fatores de diversidade dos subsistemas interligados

Sistema Interligado	Fator de Diversidade
Norte/Nordeste	0,98257
Sul/Sudeste/Centro-Oeste	0,99382
SIN	0,98884

Fonte: Empresa de Pesquisa Energética

Utilizando-se os fatores de carga e os fatores de diversidade, chegou-se às projeções da carga de demanda (demanda máxima integralizada em uma hora) para o Sistema Interligado Nacional, conforme apresentado na tabela 23.

Tabela 23 – Sistema Interligado Nacional – Carga de Demanda (MWh/h)

Período	Trajetória		
	Referência	Alta	Baixa
Carga de Demanda (MWh/h) (*)			
2005	60.164	60.164	60.164
2010	76.101	77.070	72.669
2015	95.887	102.085	87.319
Variação (% ao ano)			
2005-2010	4,8	5,1	3,8
2010-2015	4,7	5,8	3,7
2005-2015	4,8	5,4	3,8

(*) Demanda máxima integralizada em uma hora.

Fonte: Empresa de Pesquisa Energética

A tabela 24 apresenta a projeção da carga de demanda por sistema e subsistema interligado.

No que diz respeito à projeção da carga de demanda para os Sistemas Isolados, admitiu-se que o fator de carga permaneceria aproximadamente constante, em torno de 72%, ao longo de todo o período.

As projeções da carga de demanda, para os Sistemas Isolados, estão apresentadas na tabela 25.

Tabela 24 – Sistema Interligado Nacional e Subsistemas – Carga de Demanda (MWh/h)

Subsistema	Carga de Demanda (MWh/h)			Variação (% ao ano)	
	2005	2010	2015	2005/2010	2011/2015
Trajectoria de Referência					
Norte	3.688	4.798	7.071	5,4	8,1
Nordeste	8.869	11.244	14.127	4,9	4,7
Sudeste/Centro-Oeste	38.272	48.395	60.235	4,8	4,5
Sul	10.535	13.184	16.380	4,6	4,4
N/NE	12.338	15.762	20.828	5,0	5,7
S/SE/CO	48.505	61.198	76.142	4,8	4,5
SIN	60.164	76.101	95.887	4,8	4,7
Trajectoria Alta					
Norte	3.688	4.828	7.585	5,5	9,5
Nordeste	8.869	11.422	15.277	5,2	6,0
Sudeste/Centro-Oeste	38.272	49.001	63.753	5,1	5,4
Sul	10.535	13.357	17.523	4,9	5,6
N/NE	12.338	15.967	22.464	5,3	7,1
S/SE	48.505	61.973	80.774	5,0	5,4
SIN	60.164	77.070	102.085	5,1	5,8
Trajectoria Baixa					
Norte	3.688	4.685	6.728	4,9	7,5
Nordeste	8.869	10.699	12.752	3,8	3,6
Sudeste/Centro-Oeste	38.272	46.194	54.759	3,8	3,5
Sul	10.535	12.543	14.835	3,6	3,4
N/NE	12.338	15.116	19.140	4,1	4,8
S/SE/CO	48.505	58.374	69.164	3,8	3,5
SIN	60.164	72.669	87.319	3,8	3,7

Fonte: Empresa de Pesquisa Energética

Tabela 25 – Sistemas Isolados – Carga de Demanda (MWh/h)

Período	Trajetória		
	Referência	Alta	Baixa
Carga de Demanda (MWh/h)			
2005	1.746	1.746	1.746
2010	2.328	2.357	2.214
2015	3.096	3.295	2.794
Variação (% ao ano)			
2005-2010	5,9	6,2	4,9
2010-2015	5,9	6,9	4,8
2005-2015	5,9	6,6	4,8

Fonte: Empresa de Pesquisa Energética

vii - Detalhamento da Projeção de Referência

Neste item é apresentada a projeção do mercado de energia elétrica correspondente à trajetória econômica de referência, denominado mercado de referência, que servirá de base para o planejamento decenal da expansão do sistema elétrico. Apresenta-se a projeção do consumo, discriminado segundo as grandes classes (residencial, industrial, comercial e outras) para o Brasil e Subsistemas Elétricos, bem como as projeções da carga de energia e da carga de demanda do Sistema Interligado Nacional, desagregadas por subsistema interligado, e ainda a projeção da carga dos Sistemas Isolados, para o período 2005-2015.

7.1 Projeção do Consumo por Classe e por Subsistema

Na Tabela 26 e na Tabela 27 apresentam-se as projeções do consumo de energia elétrica para o Brasil, ano a ano para o período 2006-2015, por classe e por subsistema elétrico.

Tabela 26 – Brasil – Consumo de Energia Elétrica por Classe (GWh) – Trajetória de Referência

Ano	Residencial	Industrial	Comercial	Outras Classes	Total
2004(*)	78.469	156.771	49.686	46.552	331.478
2005	82.255	161.064	52.947	49.803	346.068
2006	87.531	167.649	56.457	52.264	363.901
2007	92.622	176.107	60.346	54.734	383.809
2008	97.912	184.553	64.451	57.274	404.190
2009	103.421	191.695	68.788	59.896	423.800
2010	109.155	198.404	73.370	62.601	443.530
2011	115.097	206.508	78.212	65.397	465.214
2012	121.562	216.953	83.653	68.368	490.535
2013	128.289	227.308	89.408	71.427	516.432
2014	135.261	235.677	95.477	74.561	540.976
2015	142.489	244.677	101.877	77.776	566.819
Período	Variação (% ao ano)				
2005-2010	5,8	4,3	6,7	4,7	5,1
2010-2015	5,5	4,3	6,8	4,4	5,0
2005-2015	5,6	4,3	6,8	4,6	5,1
Período	Estrutura de Participação (%)				
2005	23,8	46,5	15,3	14,4	100,0
2010	24,6	44,7	16,5	14,1	100,0
2015	25,1	43,2	18,0	13,7	100,0

(*) Valores Verificados.

Fonte: Empresa de Pesquisa Energética

Tabela 27 – Brasil – Consumo de energia Elétrica por Subsistema (GWh) – Trajetória de Referência

Ano	Sistemas Isolados	Subsistemas Interligados				SIN	Brasil
		Norte	Nordeste	Sudeste/ Centro-Oeste	Sul		
2004(*)	6.597	22.408	44.859	201.367	56.147	324.781	331.478
2005	7.178	23.526	47.541	209.059	58.764	338.890	346.068
2006	7.831	24.916	49.742	219.956	61.455	356.070	363.901
2007	8.577	26.206	52.737	231.950	64.340	375.233	383.809
2008	9.301	28.415	55.569	243.575	67.329	394.889	404.190
2009	10.067	29.709	58.295	255.092	70.637	413.733	423.800
2010	10.874	30.729	61.222	266.841	73.864	432.656	443.530
2011	11.766	33.624	64.178	278.462	77.184	453.448	465.214
2012	12.723	37.872	67.273	291.923	80.745	477.813	490.535
2013	13.764	42.135	70.452	305.692	84.389	502.668	516.432
2014	14.842	43.682	74.328	319.840	88.283	526.134	540.976
2015	15.988	45.460	78.118	335.072	92.180	550.831	566.819
Período	Variação (% ao ano)						
2005-2010	8,7	5,5	5,2	5,0	4,7	5,0	5,1
2010-2015	8,0	8,1	5,0	4,7	4,5	4,9	5,0
2005-2015	8,3	6,8	5,1	4,8	4,6	5,0	5,1
Período	Estrutura de Participação (%)						
2005	2,1	6,8	13,7	60,4	17,0	97,9	100,0
2010	2,5	6,9	13,8	60,2	16,7	97,5	100,0
2015	2,8	8,0	13,8	59,1	16,3	97,2	100,0

(*) Valores Verificados.

Fonte: Empresa de Pesquisa Energética

As classes residencial e comercial são as que apresentam maiores crescimentos médios anuais no período 2005-2015: 5,6% e 6,8% ao ano, respectivamente. Dessa forma, a classe comercial é a que mais ganha em termos de participação no consumo total, passando dos atuais 15,3% para cerca de 18,0% em 2015. A classe residencial evolui de uma participação de 23,8% para 25,1% no final do horizonte. Por sua vez, a classe industrial e outras perdem participação, sendo a industrial aquela que vê mais reduzida sua participação: de 46,5% em 2005 para 43,2% em 2015.

No que se refere às projeções do consumo por subsistema elétrico, apresentadas na tabela 25, observa-se que ele cresce a taxas mais elevadas nos sistemas isolados e no subsistema interligado Norte. No primeiro caso, em virtude do grande potencial da região, função das ainda precárias condições de atendimento, e, no caso do subsistema Norte, em virtude da entrada de grandes cargas industriais. Enquanto que o consumo no Brasil, para o período 2006-2015, cresce em média 5,1% ao ano, nos sistemas isolados cresce a 8,3% e no subsistema Norte a 6,8%. O subsistema Nordeste apresenta um crescimento, de 5,1% ao ano, ligeiramente superior à média nacional, e os subsistemas Sudeste/Centro-Oeste e Sul crescem a taxas inferiores a essa média: 4,8% e 4,6% ao ano, respectivamente.

Assim, a participação do consumo dos Sistemas Isolados no consumo total do Brasil aumenta de 2,1% em 2005 para 2,8% em 2015 e a participação do subsistema Norte interligado evolui de 6,8% para 8,0%. O subsistema Nordeste aumenta ligeiramente a participação, o Sul diminui um pouco, e o subsistema Sudeste/Centro-Oeste apresenta uma perda significativa, passando de 60,4% do mercado para 59,1% em 2015.

Para o consumo residencial projeta-se um crescimento médio de 5,6% ao ano, no período 2006-2015, com o consumo médio por consumidor residencial crescendo a uma taxa média de 2,8% ao ano, passando de 142 kWh/mês em 2005 para 188 kWh/mês em 2015, e o número de consumidores residenciais crescendo a uma taxa de 2,8% ao ano, correspondendo a um acréscimo médio de cerca de 1,5 milhões de novos consumidores anuais. Na Tabela 28 apresenta-se a projeção do consumo por consumidor residencial e do número de consumidores residenciais.

Tabela 28 – Brasil – Consumo Residencial e Número de Consumidores – Trajetória de Referência

Ano	Consumo Residencial (GWh)	Número de Consumidores (mil)	Consumo por Consumidor (kWh/mês)
2004(*)	78.469	46.792	140
2005	82.255	48.193	142
2006	87.531	49.678	147
2007	92.622	51.162	151
2008	97.912	52.649	155
2009	103.421	54.145	159
2010	109.155	55.651	163
2011	115.097	57.155	168
2012	121.562	58.662	173
2013	128.289	60.172	178
2014	135.261	61.674	183
2015	142.489	63.172	188
Período	Variação (% ao ano)		
2005-2010	5,8	2,9	2,8
2010-2015	5,5	2,6	2,8
2005-2015	5,6	2,7	2,8

(*) Valores Verificados.

Fonte: Empresa de Pesquisa Energética

O consumo comercial apresenta a dinâmica de maior crescimento no horizonte de projeção, com crescimento médio, no período 2006-2015, de 6,8% ao ano. Esse resultado sinaliza a perspectiva de manutenção da tendência de expansão, fortalecimento e terceirização da economia. Nesse aspecto, o Brasil estará acompanhando a tendência mundial das economias desenvolvidas ou em fase de desenvolvimento, nas quais o setor de serviços passa a dominar a geração da riqueza.

Para o consumo industrial total, projetou-se um crescimento de 4,3% ao ano, em média, no período 2006-2015. A parcela do consumo industrial tradicional apresenta, para o mesmo período, crescimento médio anual de 4,4%, enquanto que a parcela correspondente aos grandes consumidores industriais, cresce 4,1% ao ano. A projeção dessas duas parcelas do consumo industrial está discriminada anualmente na Tabela 29.

Tabela 29 – Brasil – Consumo Industrial – Grandes Consumidores e Industrial Tradicional (GWh) – Trajetória de Referência

Ano	Industrial Total	Grandes Consumidores	Industrial Tradicional
2004 ^(*)	156.771	63.418	93.353
2005	161.064	66.066	94.997
2006	167.649	68.529	99.120
2007	176.107	72.690	103.417
2008	184.553	76.701	107.852
2009	191.695	79.249	112.446
2010	198.404	81.204	117.200
2011	206.508	84.254	122.254
2012	216.953	89.128	127.825
2013	227.308	93.686	133.622
2014	235.677	96.035	139.642
2015	244.677	98.778	145.899
Período	Varição (% ao ano)		
2005-2010	4,3	4,2	4,3
2010-2015	4,3	4,0	4,5
2005-2015	4,3	4,1	4,4
Período	Estrutura de Participação (%)		
2005	100,0	41,0	59,0
2010	100,0	40,9	59,1
2015	100,0	40,4	59,6

(*) Valores Verificados.

Fonte: Empresa de Pesquisa Energética

De fato, para projetar o consumo dos grandes consumidores, projetou-se, inicialmente, o seu consumo total de eletricidade, incluindo a autoprodução clássica, e, em seguida, retirou-se essa autoprodução para obter o consumo a ser atendido pelo Sistema Elétrico.

Na Tabela 30 apresenta-se a projeção do consumo industrial total dos grandes consumidores e da correspondente autoprodução clássica.

Tabela 30 – Brasil – Consumo Industrial – Grandes Consumidores Industriais e Autoprodução Clássica (GWh) – Trajetória de Referência

Ano	Consumo Total ^{1/}	Autoprodução ^{2/}	Consumo ^{3/}
2004 ^(*)	80.469	17.052	63.418
2005	83.700	17.633	66.066
2006	86.815	18.286	68.529
2007	92.648	19.958	72.690
2008	98.924	22.223	76.701
2009	105.520	26.271	79.249
2010	108.702	27.498	81.204
2011	114.246	29.991	84.254
2012	120.121	30.993	89.128
2013	126.199	32.513	93.686
2014	129.672	33.636	96.035
2015	133.604	34.826	98.778
Período	Variação (% ao ano)		
2005-2010	5,4	9,3	4,2
2010-2015	4,2	4,8	4,0
2005-2015	4,8	7,0	4,1
Período	Estrutura de Participação (%)		
2005	100,0	21,1	78,9
2010	100,0	25,3	74,7
2015	100,0	26,1	73,9

1/ Inclui Autoprodução Clássica

2/ Autoprodução Clássica

3/ Consumo a ser atendido pelo Sistema Elétrico

(*) Valores Verificados.

Fonte: Empresa de Pesquisa Energética

CONCLUSÃO

O objetivo do planejamento decenal da expansão do SIN consiste em se definir um cenário de referência para implementação de novas instalações de geração e transmissão, necessárias para atender o crescimento dos requisitos do mercado, segundo critérios de garantia de suprimento pré-estabelecidos, de forma ambientalmente sustentável e minimizando os custos totais esperados de investimento, inclusive socioambientais, e de operação.

Para o enredo final deste trabalho, será feita a análise das condições do Subsistema Nordeste Interligado, segundo a trajetória de referência, avaliando as condições do Sistema Interligado Nacional, além de fazer comparações com mercados de energia elétrica de alguns países estrangeiros.

O mercado do Subsistema Nordeste cresce, em média, 5,1% ao ano no período 2006-2015 (Tabela 32). As classes residencial e comercial crescem a taxas relativamente elevadas, de 6,1% e 7,3% ao ano, respectivamente, no mesmo período. O número de novas ligações residenciais cresce a um ritmo um pouco inferior ao do subsistema Norte: 3,3% ao ano, no período 2006-2010, e 3,0% ao ano no segundo período.

O menor ritmo de crescimento do consumo industrial da região Nordeste, no segundo período, deve-se especialmente ao baixo desempenho dos grandes consumidores industriais, cujo consumo cresce apenas 2,2% ao ano nesse período contra 4,4% ao ano no primeiro período. De fato, na trajetória de referência, admitiram-se expansões não muito significativas dos grandes consumidores na região Nordeste e, quase todas elas, concentradas no período 2006-2010. Tais expansões ocorrem prioritariamente nos setores de soda-cloro, petroquímica e siderurgia.

Tabela 31 – Subsistema Nordeste Interligado – Consumo por Classe (GWh) – Trajetória de Referência

Ano	Residencial	Industrial	Comercial	Outras Classes	Total
2004 ^(*)	11.441	18.763	6.444	8.211	44.859
2005	12.092	19.680	6.934	8.835	47.541
2006	12.857	20.247	7.418	9.220	49.742
2007	13.649	21.530	7.938	9.621	52.737
2008	14.485	22.552	8.495	10.037	55.569
2009	15.365	23.368	9.094	10.469	58.295
2010	16.293	24.276	9.736	10.917	61.222
2011	17.270	25.100	10.426	11.383	64.178
2012	18.346	25.825	11.219	11.883	67.273
2013	19.481	26.496	12.073	12.401	70.452
2014	20.677	27.720	12.994	12.938	74.328
2015	21.937	28.705	13.985	13.492	78.118
Período	Variação (% ao ano)				
2005-2010	6,1	4,3	7,0	4,3	5,2
2010-2015	6,1	3,4	7,5	4,3	5,0
2005-2015	6,1	3,8	7,3	4,3	5,1
Período	Estrutura de Participação (%)				
2005	25,4	41,4	14,6	18,6	100,0
2010	26,6	39,7	15,9	17,8	100,0
2015	28,1	36,7	17,9	17,3	100,0

(*) Valores Verificados.

Fonte: Empresa de Pesquisa Energética

A projeção da carga de energia do Sistema Interligado Nacional – SIN, correspondente à projeção do mercado (consumo) de referência apresentada anteriormente, e foi elaborada tendo como base os subsistemas elétricos interligados. Utilizou-se como premissa básica um cenário de redução gradual das perdas totais (técnicas e comerciais) ao longo do período 2006-2015, conforme Tabela 32.

Os resultados obtidos estão resumidos na Tabela 33, onde se apresenta a projeção da carga de energia, expressa em MW médio, para os quatro subsistemas interligados (Norte, Nordeste, Sudeste/Centro-Oeste e Sul) e para o Sistema Interligado

Nacional - SIN, e na Figura 4 que mostra os acréscimos anuais da carga de energia. Destacam-se os elevados incrementos da carga nos anos de 2012 e 2013, função, principalmente, da previsão de entrada em operação de uma grande carga de alumínio na Região Norte, equivalente a cerca de 700 MW médios.

Tabela 32 – Subsistema Interligado Nacional e Subsistemas Interligados – Índice de Perdas (% da Carga de Energia) – Trajetória de Referência

Ano	Subsistemas Interligados				SIN
	Norte	Nordeste	Sudeste/ Centro-Oeste	Sul	
2004 ⁽¹⁾	15,8	18,7	17,2	12,5	16,6
2005	14,7	19,3	17,1	12,4	16,5
2006	14,7	19,0	17,0	12,3	16,3
2007	14,6	18,8	16,8	12,2	16,2
2008	14,5	18,5	16,7	12,1	16,1
2009	14,5	18,3	16,5	12,0	15,9
2010	14,4	18,0	16,4	12,0	15,8
2011	14,3	17,8	16,2	11,9	15,6
2012	14,3	17,5	16,1	11,8	15,5
2013	14,2	17,3	15,9	11,7	15,3
2014	14,1	17,0	15,8	11,7	15,1
2015	14,1	16,8	15,6	11,6	15,0

⁽¹⁾ Valores Verificados.

Fonte: Empresa de Pesquisa Energética

Tabela 33 – Sistema Interligado Nacional e Subsistemas Interligados – Carga de Energia (MWmédio) – Trajetória de Referência

Ano	Subsistemas Interligados				SIN
	Norte	Nordeste	Sudeste/ Centro-Oeste	Sul	
2004 ⁽¹⁾	3.031	6.283	27.702	7.301	44.316
2005	3.150	6.725	28.812	7.654	46.341
2006	3.334	7.014	30.246	7.997	48.591
2007	3.503	7.413	31.838	8.365	51.120
2008	3.796	7.787	33.375	8.746	53.703
2009	3.965	8.144	34.890	9.168	56.167
2010	4.098	8.526	36.433	9.578	58.635
2011	4.481	8.910	37.952	10.000	61.342
2012	5.043	9.311	39.716	10.452	64.522
2013	5.606	9.721	41.516	10.914	67.757
2014	5.807	10.224	43.361	11.408	70.800
2015	6.039	10.712	45.346	11.901	73.998
Período	Variação (% ao ano)				
2005-2010	5,4	4,9	4,8	4,6	4,8
2010-2015	8,1	4,7	4,5	4,4	4,8
2005-2015	6,7	4,8	4,6	4,5	4,8
Período	Estrutura de Participação (%)				
2005	6,8	14,5	62,2	16,5	100,0
2010	7,0	14,5	62,1	16,3	100,0
2015	8,2	14,5	61,3	16,1	100,0

⁽¹⁾ Valores Verificados.

Fonte: Empresa de Pesquisa Energética

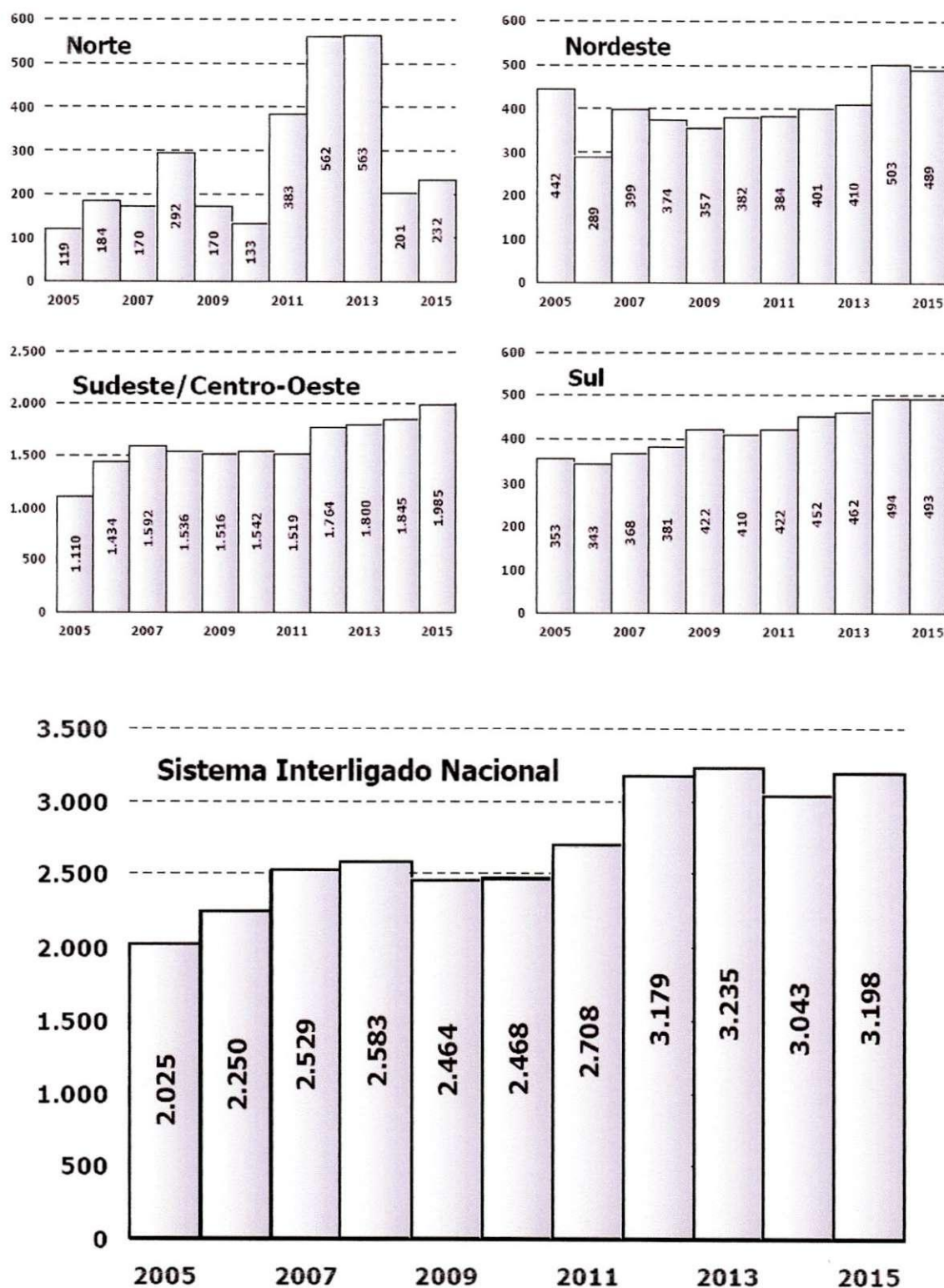


Figura 4 – Sistema Interligado Nacional e Subsistemas – Acréscimos Anuais de Carga 2005-2015 (MW médio)

Fonte: Plano Decenal de Expansão de Energia Elétrica 2006-2015

Fazendo-se algumas projeções da carga de demanda para o Sistema Interligado Nacional (SIN), e utilizando-se os fatores de carga, para cada um dos quatro subsistemas interligados (Norte, Nordeste, Sudeste/Centro-Oeste e Sul), bem como os fatores de diversidade que traduzem a não simultaneidade da ponta dos diversos subsistemas, obteve-se:

Tabela 34 – Sistema Interligado Nacional e Subsistemas Interligados – Carga de Demanda (MWh/h) – Trajetória de Referência

Ano	Subsistema				Sistema		
	N	NE	SE/CO	S	N/NE	S/SE/CO	SIN
2004 ⁽¹⁾	3.481	8.268	36.200	9.962	11.595	45.599	56.795
2005	3.688	8.869	38.272	10.535	12.338	48.505	60.164
2006	3.903	9.250	40.177	11.008	12.924	50.868	63.080
2007	4.102	9.776	42.292	11.514	13.636	53.473	66.360
2008	4.444	10.269	44.333	12.039	14.457	56.023	69.692
2009	4.643	10.739	46.346	12.619	15.114	58.600	72.891
2010	4.798	11.244	48.395	13.184	15.762	61.198	76.101
2011	5.246	11.750	50.413	13.764	16.700	63.780	79.582
2012	5.904	12.278	52.757	14.386	17.866	66.728	83.649
2013	6.564	12.819	55.147	15.022	19.045	69.736	87.790
2014	6.799	13.483	57.598	15.702	19.929	72.847	91.740
2015	7.071	14.127	60.235	16.380	20.828	76.142	95.887
Período	Variação (% ao ano)						
2005-2010	5,4	4,9	4,8	4,6	5,0	4,8	4,8
2010-2015	8,1	4,7	4,5	4,4	5,7	4,5	4,7
2005-2015	6,7	4,8	4,6	4,5	5,4	4,6	4,8

(¹) Valores Verificados.

Fonte: Empresa de Pesquisa Energética

Sabendo-se que o consumo de energia elétrica de um país é função de uma série de variáveis, tais como o seu nível de desenvolvimento, o número de habitantes, a

estrutura da sua matriz energética, a sua estrutura econômica, os hábitos de consumo de sua população, entre outras, pode-se traçar algumas comparações acerca do consumo entre vários países, relativas ao ano de 2002. Algumas estão destacadas na tabela 35.

Tabela 35 – Comparações Internacionais – Dados Relativos ao Ano de 2002

Pais	População (milhões)	PIB (US\$ bilhões) (*)	% do PIB Mundial	Consumo de En. Elétrica (TWh)	% Consumo Mundial	Consumo per Capita (kWh/hab)	Intensidade Elétrica (kWh/US\$) (*)
Mundo	6.195,66	35.317,65		14.701,27		2.373	0,416
Alemanha	82,48	2.715,40	7,7	556,09	3,8	6.742	0,205
Argentina	36,48	249,60	0,7	75,96	0,5	2.082	0,304
Brasil	174,49	809,93	2,3	321,55	2,2	1.843	0,397
Brasil 2015	202,42	1.327,66	-	617,67	-	3.051	0,465
Canadá	31,41	751,04	2,1	532,11	3,6	16.941	0,708
China	1.287,15	1.381,62	3,9	1.554,37	10,6	1.208	1,125
EUA	287,46	9.196,40	26,0	3.802,38	25,9	13.228	0,413
França	61,23	1.831,52	5,2	451,05	3,1	7.366	0,246
Índia	1.048,64	517,26	1,5	441,52	3,0	421	0,854
Japão	127,44	5.715,29	16,2	1.047,56	7,1	8.220	0,183
Reino Unido	59,21	1.375,93	3,9	364,62	2,5	6.158	0,265
Rússia	144,07	469,30	1,3	770,77	5,2	5.350	1,642

Obs.: Os dados referem-se ao ano de 2002; para o Brasil, apresenta-se, também, os dados para 2015 associados à trajetória de referência.

(*) Os valores de PIB e Intensidade Elétrica são expressos em US\$ constante de 1995

Fonte: Key World Energy Statistics 2004 – Agência Internacional de Energia

Nota-se, claramente, que países em desenvolvimento, tais como China e Índia, apresentam elevados patamares de consumo de energia elétrica que, comparados ao seu PIB, caracterizam economias bastante eletrointensivas.

Analisando o consumo de energia elétrica dos países desenvolvidos, que apresentam bons indicadores de desenvolvimento humano, nota-se que elevados padrões de consumo energético, tais como o dos EUA, não representa condição indispensável ao desenvolvimento de uma nação. A trajetória para o desenvolvimento

sustentável deve assimilar tecnologias mais eficientes e novas estratégias de oferta e consumo que sejam capazes de alavancar o crescimento econômico e a melhoria das condições de vida da população através do uso racionalizado dos recursos energéticos.

Com respeito às projeções para os próximos anos, de acordo com o International Energy Outlook 2005 do U.S. Department of Energy - DOE, a expectativa é de que o PIB brasileiro cresça em média 3,9% ao ano entre 2006 e 2015. O valor é ligeiramente superior ao da trajetória de crescimento baixo considerada neste trabalho. Na trajetória alta, o país estaria crescendo alinhando ao crescimento das economias emergentes.

Considerando a trajetória de referência, a participação do Brasil no consumo mundial de eletricidade deverá crescer de 2,2% em 2002 para 2,9% em 2015.

Em todas as trajetórias apresentadas, destaca-se o forte crescimento do consumo de energia elétrica do Subsistema Interligado Norte que chega a crescer a uma taxa média de 9,5% ao ano, no segundo quinquênio, na trajetória alta. Para se ter uma idéia do elevado crescimento projetado para essa região, o seu consumo em 2002 é ligeiramente inferior ao consumo da Argélia e, em 2015, na trajetória de referência, seria equivalente ao consumo de Portugal ou do Chile em 2002. Para melhor comparação, vale lembrar que o PIB per capita da Argélia, em 2002, era de US\$ 1.665 (em US\$ [1995]) e o seu IDH é igual a 0,704, enquanto que, em Portugal e no Chile, no mesmo ano, o PIB per capita situava-se, respectivamente, em US\$ 12.790 e US\$ 5.432, e o IDH em 0,897 e 0,839.

Nas três trajetórias, o consumo do Subsistema Interligado Sudeste/Centro-Oeste, em 2015, será maior do que o da Itália em 2002. No Subsistema Interligado Nordeste, o consumo projetado, na trajetória de referência para 2015, seria comparável ao consumo da Bélgica em 2002 e superior ao consumo da Argentina, nesse mesmo ano. Por sua

vez, para o Subsistema Interligado Sul, o consumo correspondente à trajetória de referência seria comparável ao de países como Holanda ou Noruega em 2002.

O consumo per capita nacional deverá atingir, em 2015, níveis próximos aos atuais da Polônia (3.217 kWh anuais per capita, em 2002) que tem um PIB per capita 35% superior ao brasileiro e IDH igual a 0,85 enquanto que, no Brasil, este índice é de 0,775 (valores referentes ao ano de 2002).

A economia do país torna-se mais intensiva em energia elétrica, chegando ao final do horizonte com uma intensidade elétrica da ordem de 0,465 kWh/US\$ (referida a US\$ constante de 1995), superior, portanto, às atuais intensidades elétricas da economia americana e da economia mundial.

A apresentação dessas comparações corrobora com a hipótese de que o aumento do consumo de energia está intimamente ligado ao desenvolvimento do país.

Portanto, a expansão do consumo de energia elétrica representada nas três trajetórias certamente virá acompanhada de crescimento econômico e desenvolvimento regional.

Notadamente, esse processo será mais intenso na Região Norte, reduzindo as disparidades regionais existentes hoje no país.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- <http://www.mme.gov.br/> (site do Ministério de Minas e Energia); acesso em 11/12/2007
- <http://www.aneel.gov.br/> (Site da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL); acesso em 11/12/2007
- <http://www.eletrobras.gov.br/> (Site da Eletrobrás); acesso em 12/12/2007