



Ministério de Minas e Energia
Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético

ABINEE TEC 2007

Matriz Energética

Plano Decenal: Tendências, Dificuldades e Investimentos
Políticas para Fontes de Energia

Márcio Pereira Zimmermann

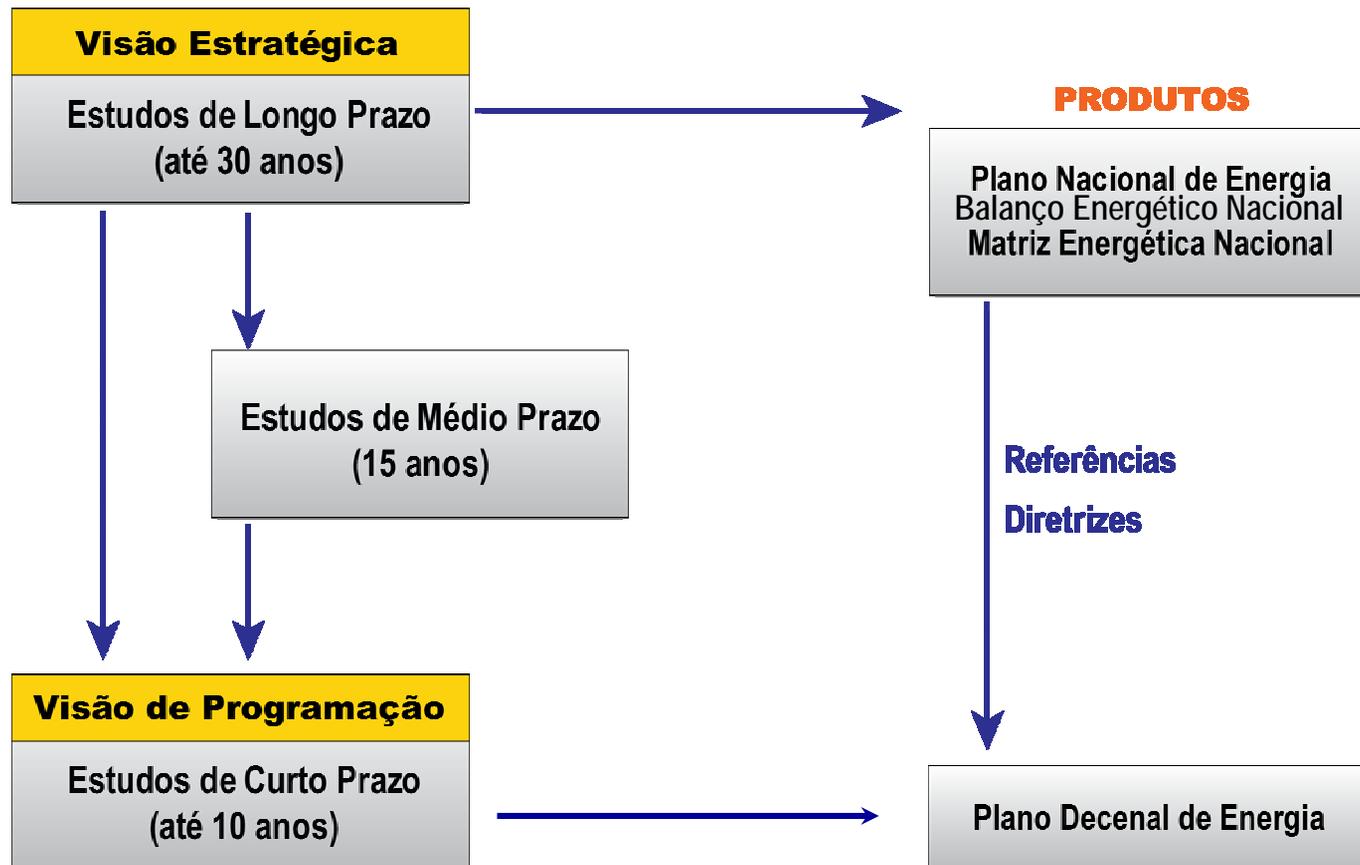
Abril / 2007

Modelo do Setor Elétrico Brasileiro

FUNDAMENTOS

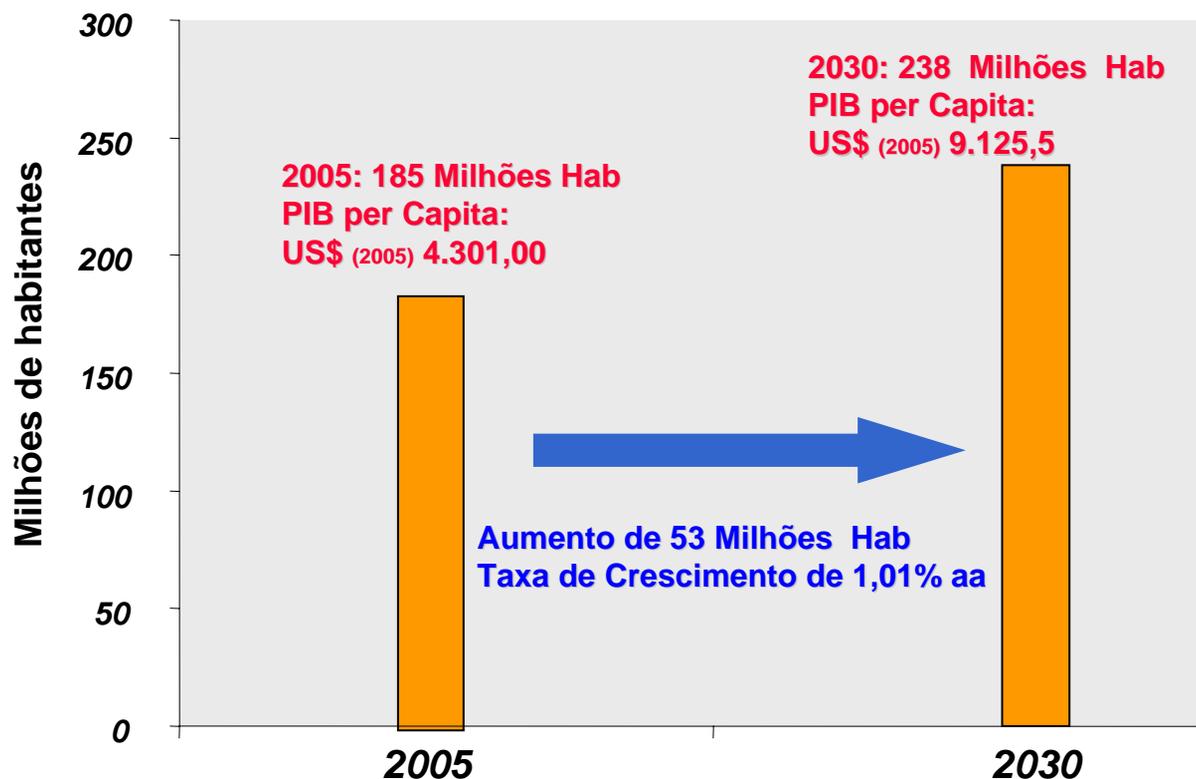
- *Marco regulatório estável*
- *Segurança no abastecimento*
- *Modicidade tarifária*
- *Planejamento e Mercado*
- *Leilões de Geração e Transmissão*
- *Respeito aos contratos*

Processo de Planejamento



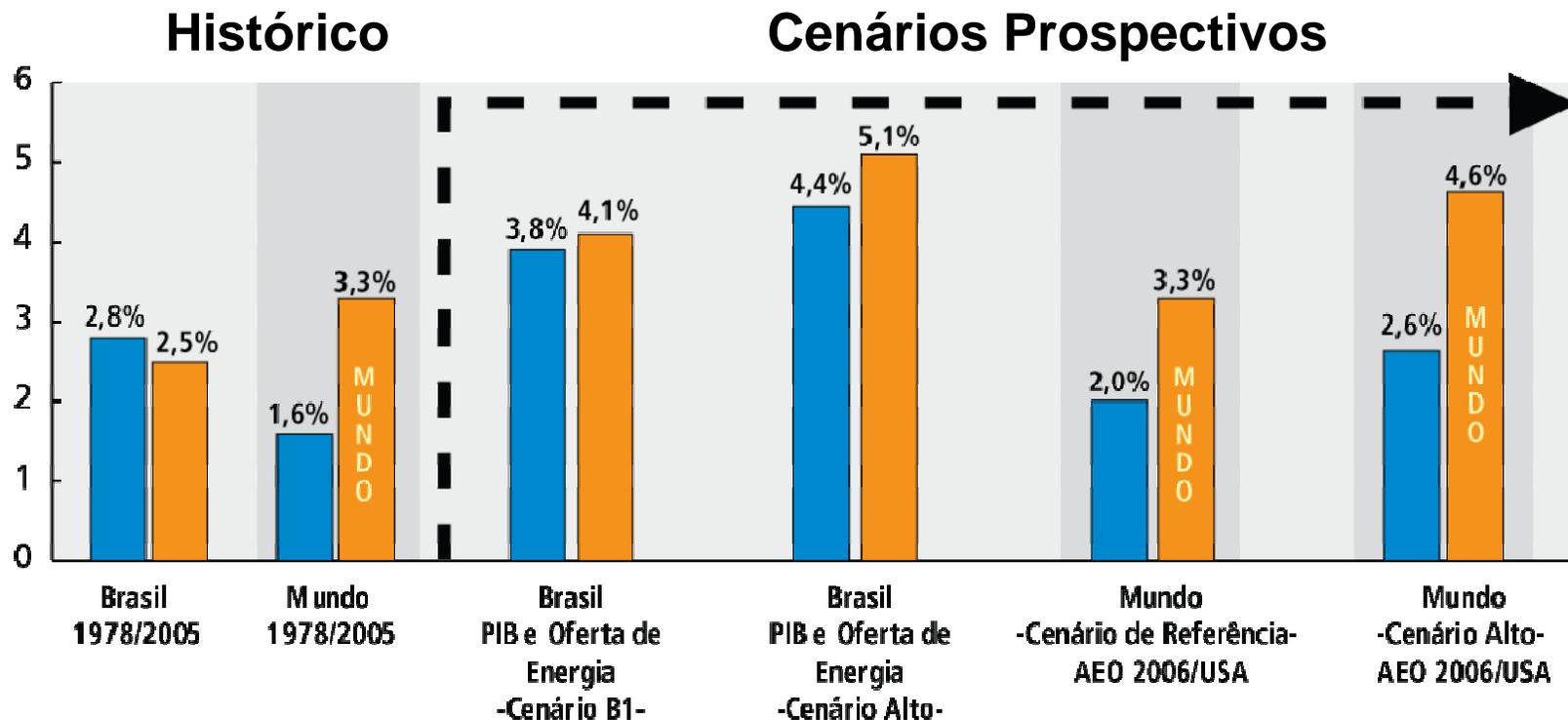
Subsidiar políticas públicas para o Setor Energético

Cenário Demográfico de Referência



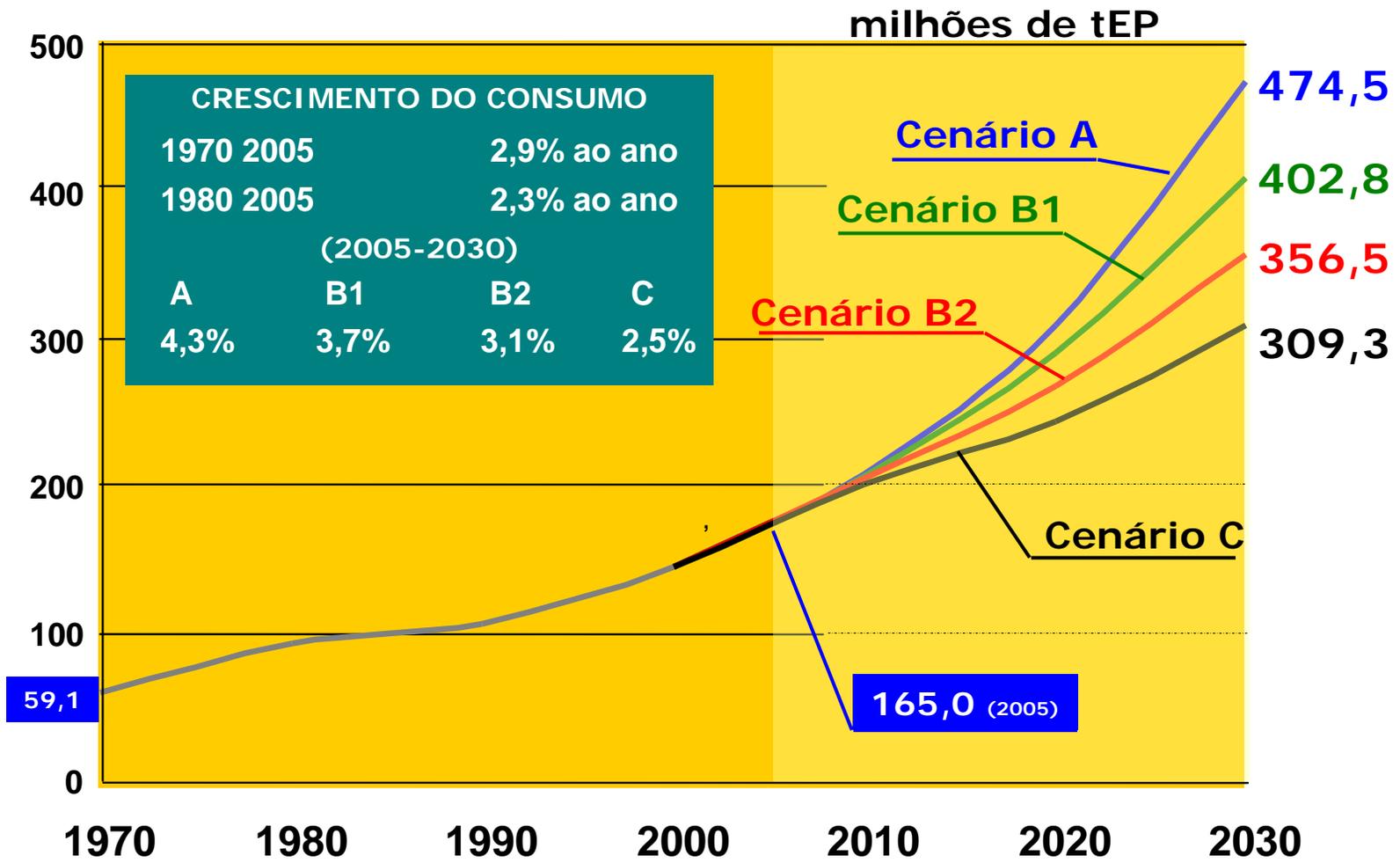
Economia e Consumo de Energia

Taxas de Crescimento 2005/2030



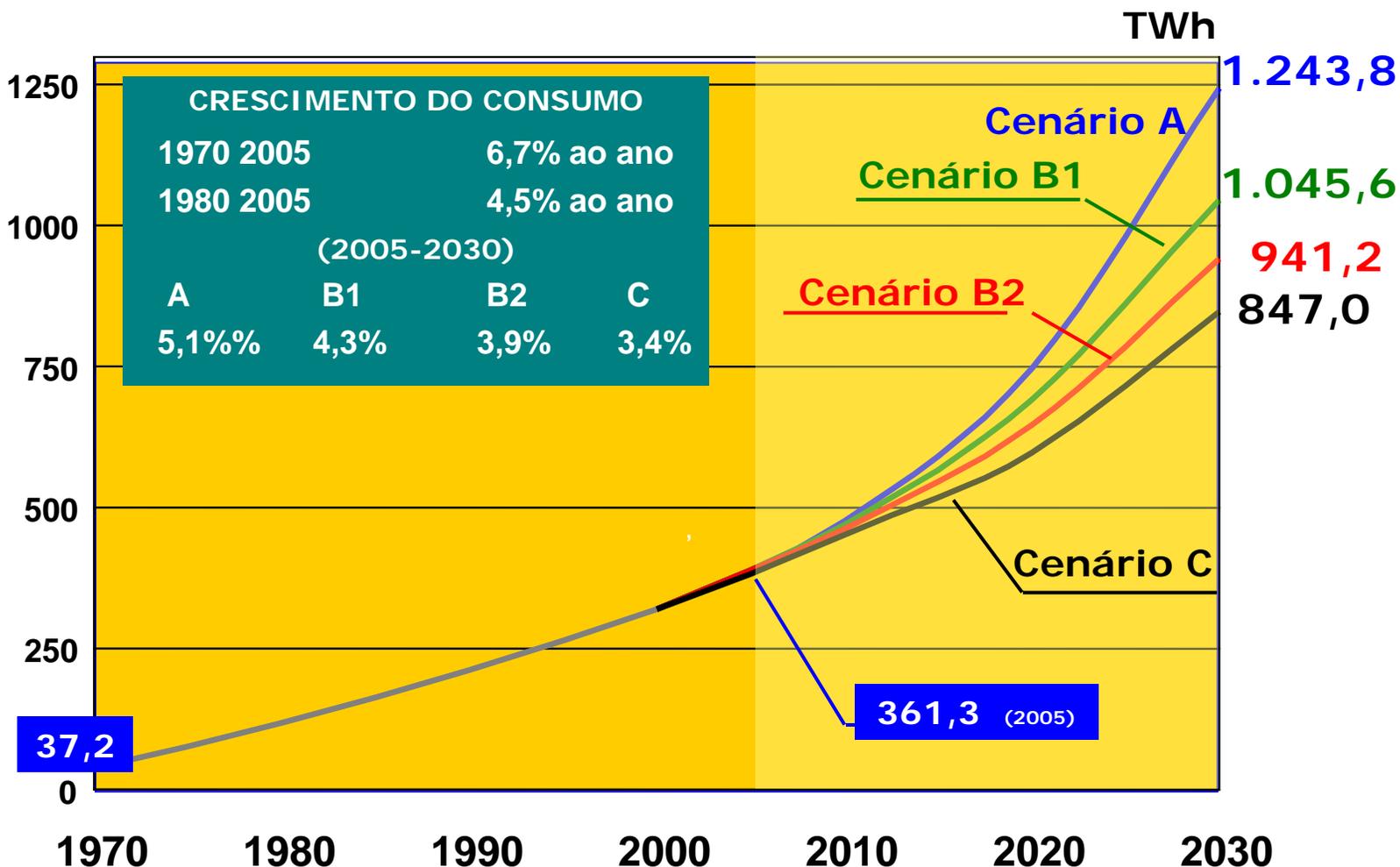
■ Crescimento do Consumo de Energia
■ Taxa de Crescimento do PIB (%)

Consumo Final de Energia: Evolução



Obs.: exclusive consumo não energético e consumo do setor energético

Projeção de Consumo Final: Eletricidade



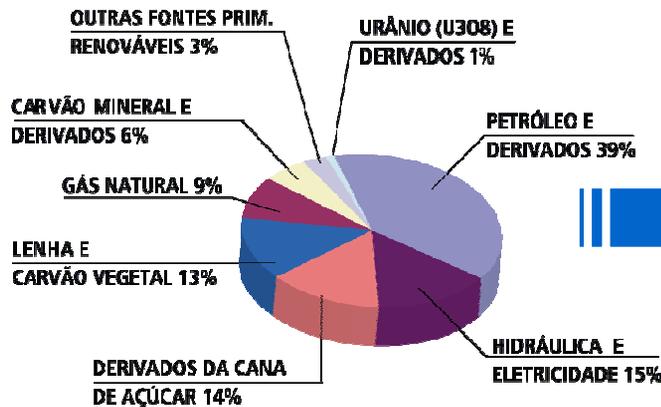
Obs.: inclusive autoprodução clássica/transportada e inclui conservação (progresso autônomo), excluindo contudo consumo setor energético

Matriz Energética

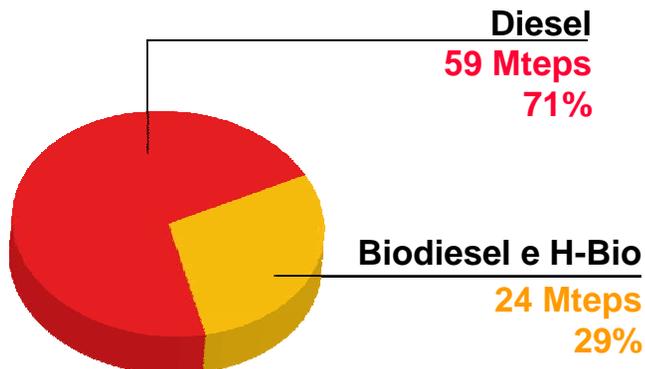
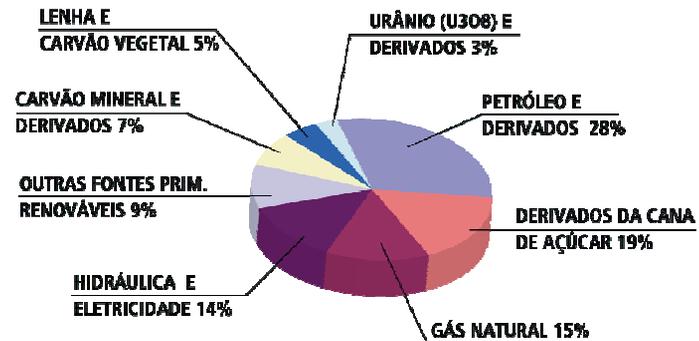
(Oferta Interna de Energia)

Cenário 1 com maior participação do Biodiesel e H-BIO

Matriz Energética 2005 (218,7 Mtep)
44,5 % Renovável



Matriz Energética 2030 (557,1 Mtep)
46,6 % Renovável

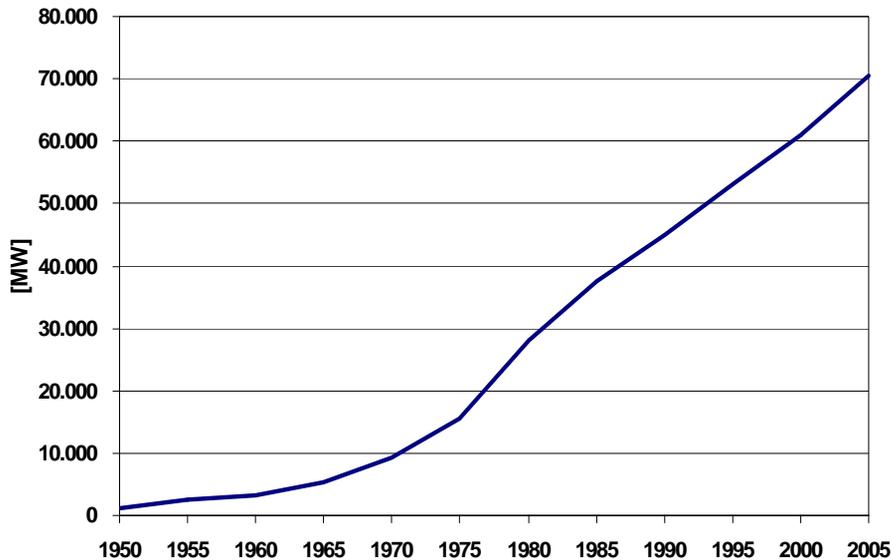


Em 2030, estima-se uma participação do H-Bio em 10% do Mercado de Diesel e a participação do Biodiesel em 12% no Mercado de diesel comum sendo B50 no setor agrícola. Totalizando uma participação total de 29% no Mercado de Diesel .

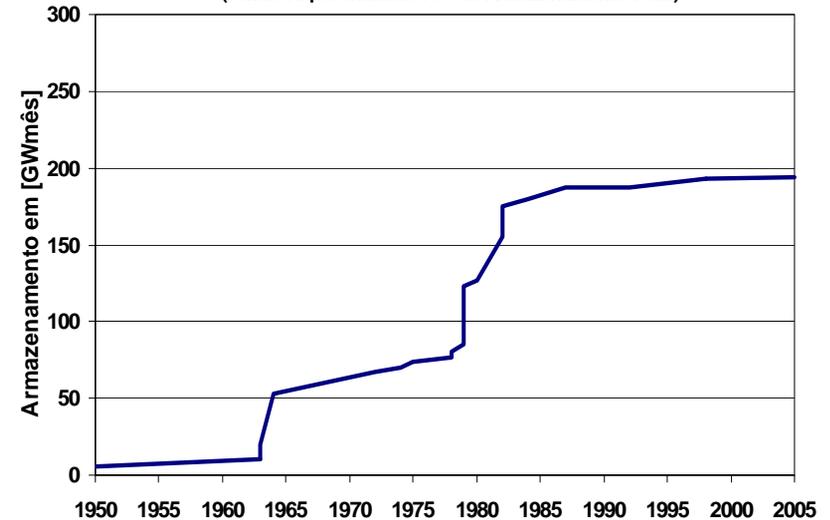
Evolução da Hidroeletricidade Brasil – 2005 -

Crescimento da potência hídrica instalada

Potência Hidráulica Instalada



Capacidade de Armazenamento
(Usinas Representando 75% do Armazenamento Total)

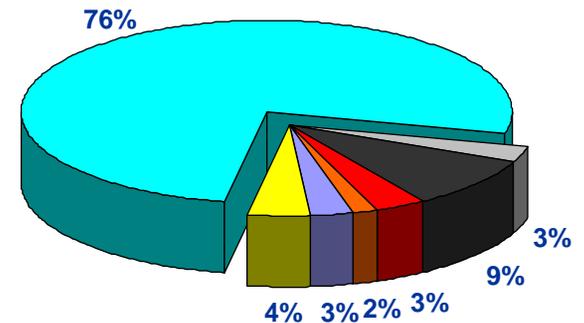


Sem crescimento proporcional à capacidade de armazenamento, indicando a necessidade de expansão por fonte térmica gerando na base.

Matriz Elétrica (MW instalado)

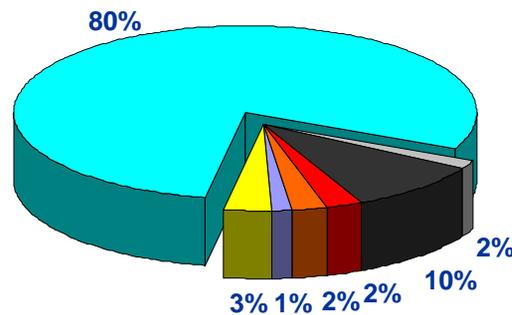
227 mil MW

2030 (Cenário B1)
(Renováveis: 83,1%)



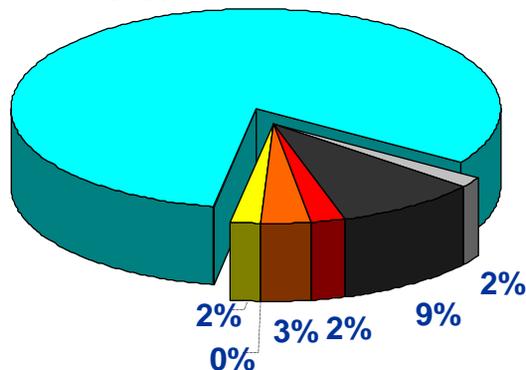
143 mil MW

2015 (Plano Decenal de EE)
(Renováveis: 83,7%)



101 mil MW

2005
(Renováveis: 84%)



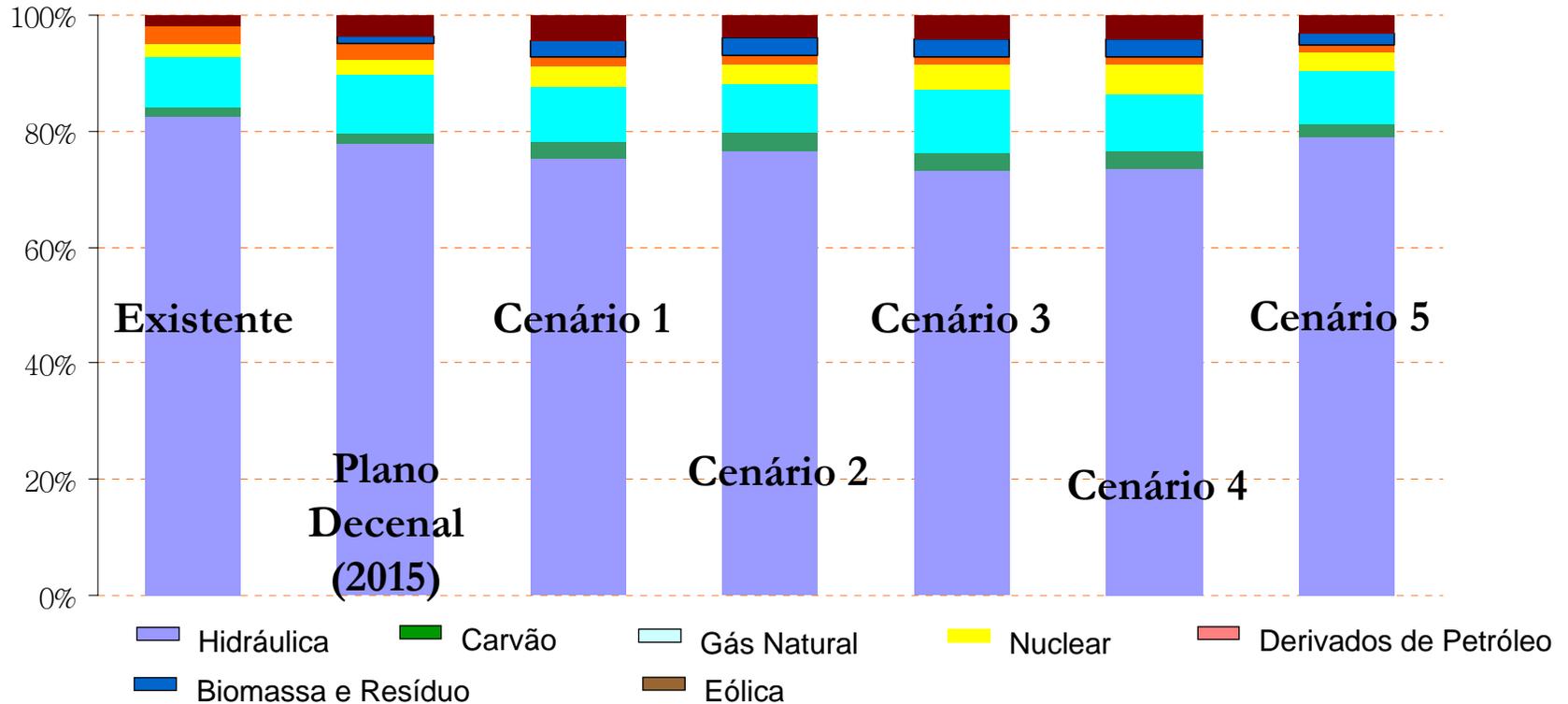
- Hidroeletricidade (inclui PCH e parcela de Itaipu)
- Termoeletricidade (Carvão)
- Termoeletricidade (Gás Natural)
- Termoeletricidade (Nuclear)
- Biomassa
- Termoeletricidade (Derivados Petróleo)
- Eólica e Outros

Participação das Fontes de Geração de Energia Elétrica (GW instalada e SIN)

	Existente SIN (jan/2006)	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 4	Cenário 5
Hidráulica (MW) (Inclui Itaipu e PCH)*	75,6	167,8	168,8	168,2	168,7	243,3
Térmica (MW)	14,4	37,2	35,2	43,2	42,7	47,2
Carvão (MW)	1,4	5,9	6,5	6,5	6,5	6,5
Gás Natural (MW)	8,06	20,6	18,1	24,1	21,6	28,1
Nuclear (MW)	2,0	7,3	7,3	9,3	11,3	9,3
Derivados de Petróleo (MW)	2,9	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3
Biomassa e Resíduo(MW)	0,06	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
Eólica e Outros(MW)	1,6	9,1	8,04	9,1	9,1	9,1
Total	91,6	220,6	218,5	227,0	227,1	306,1

- Cenário 1: Cenário B1 c/Conservação (+ 4000MW de Nuclear e Angra III)
 Cenário 2: Cenário B1 s/Conservação (+ 4000MW de Nuclear e Angra III)
 Cenário 3: Cenário B1 s/Conservação (+ 6000MW de Nuclear e Angra III)
 Cenário 4: Cenário B1 s/Conservação (+ 8000MW de Nuclear e Angra III)
 Cenário 5: Cenário Alto com Acréscimo de 6000 MW de geração Nuclear

Estrutura de Participação das Fontes de Geração de Energia Elétrica



- Cenário 1 : Cenário B1 c/Conservação (+ 4000MW de Nuclear e Angra III)
- Cenário 2: Cenário B1 s/Conservação (+ 4000MW de Nuclear e Angra III)
- Cenário 3: Cenário B1 s/Conservação (+ 6000MW de Nuclear e Angra III)
- Cenário 4: Cenário B1 s/Conservação (+ 8000MW de Nuclear e Angra III)
- Cenário 5: Cenário Alto com Acréscimo de 6000 MW de geração Nuclear

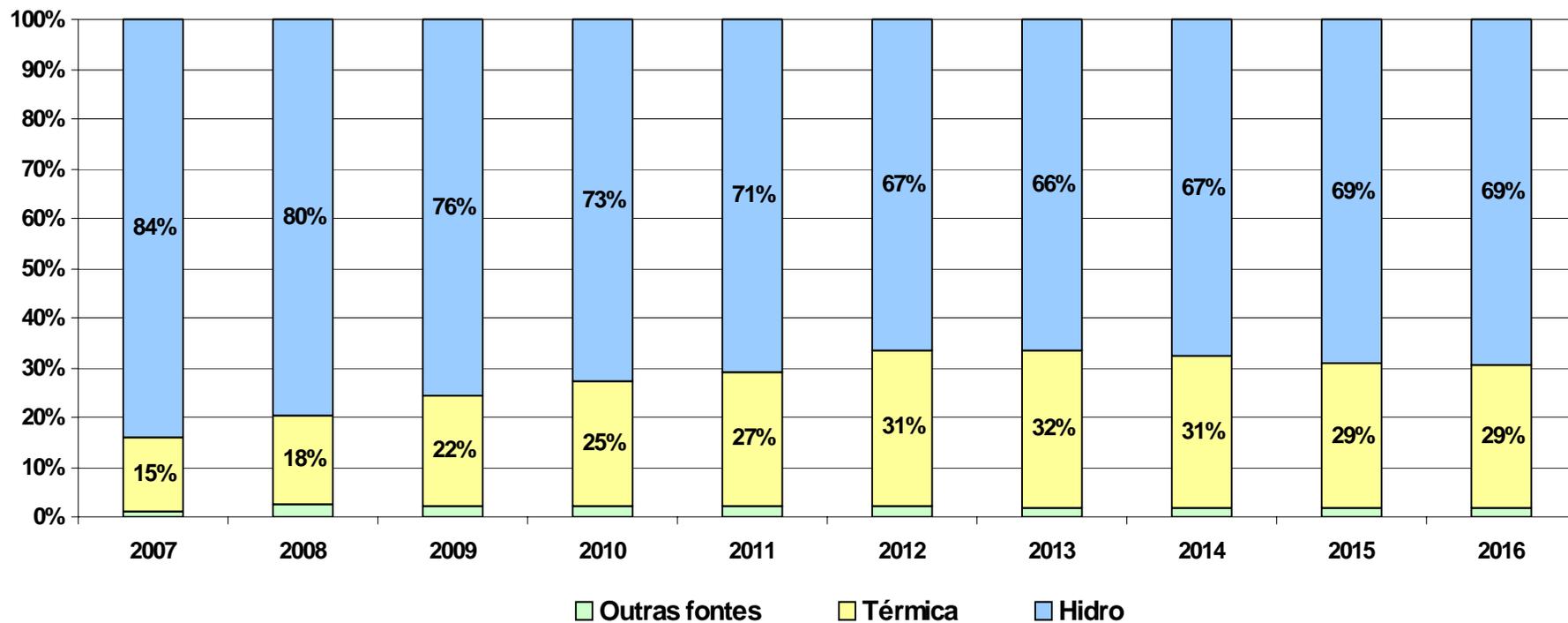
Síntese da Evolução da Matriz Energética

- *Aumento da participação relativa do Gás Natural (9% - 15%).*
- *Redução da utilização de Lenha e Carvão Vegetal (13% - 5%), decorrente da evolução tecnológica e de pressões ambientais.*
- *Aumento na participação de fontes energéticas oriundas da Agroenergia, como o etanol, H-BIO e Biodiesel (17% - 23%).*
- *Manutenção da proporção de Fontes Renováveis.*
- *Na Matriz de Energia Elétrica, a Hidroeletricidade se manterá predominante (76%) dentre as diversas fontes de geração (84% hoje). Por sua vez, o Gás Natural, manterá a atual participação de 9%.*

Matriz de Oferta de Energia Elétrica

2007-2016 [%]

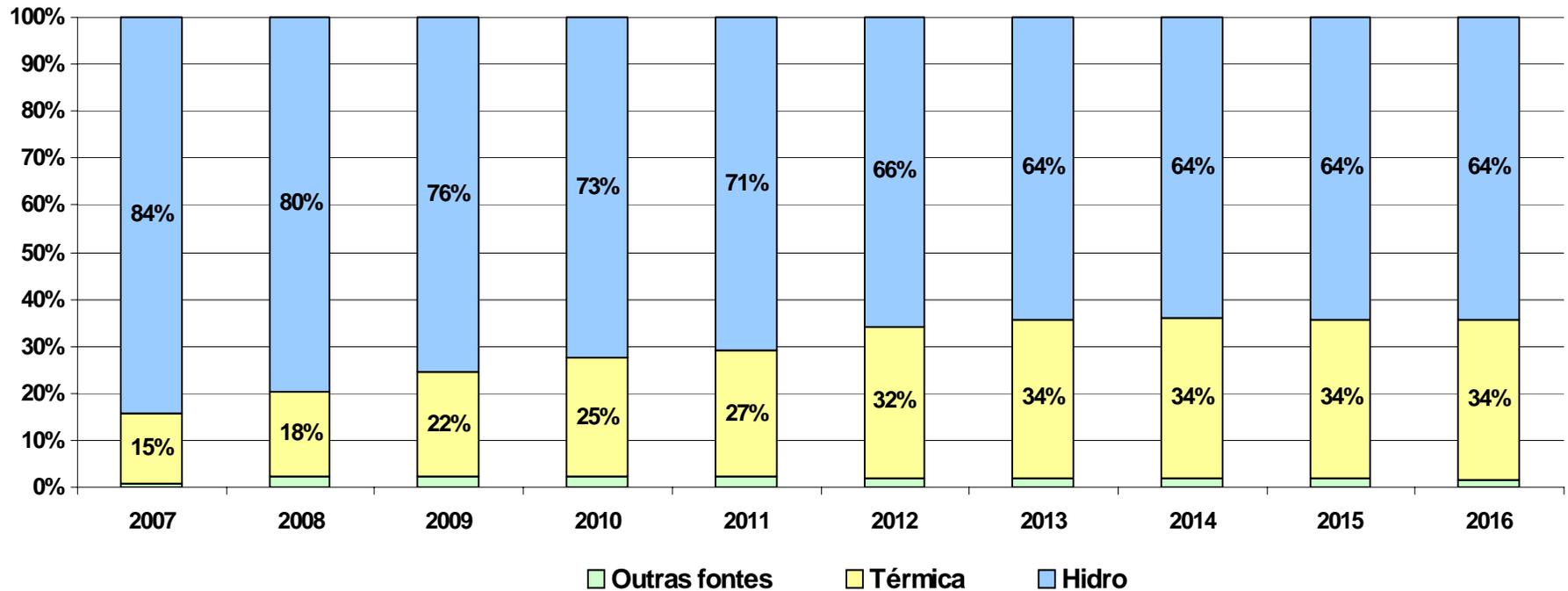
Caso Base



Matriz de Oferta de Energia Elétrica

2007-2016 [%]

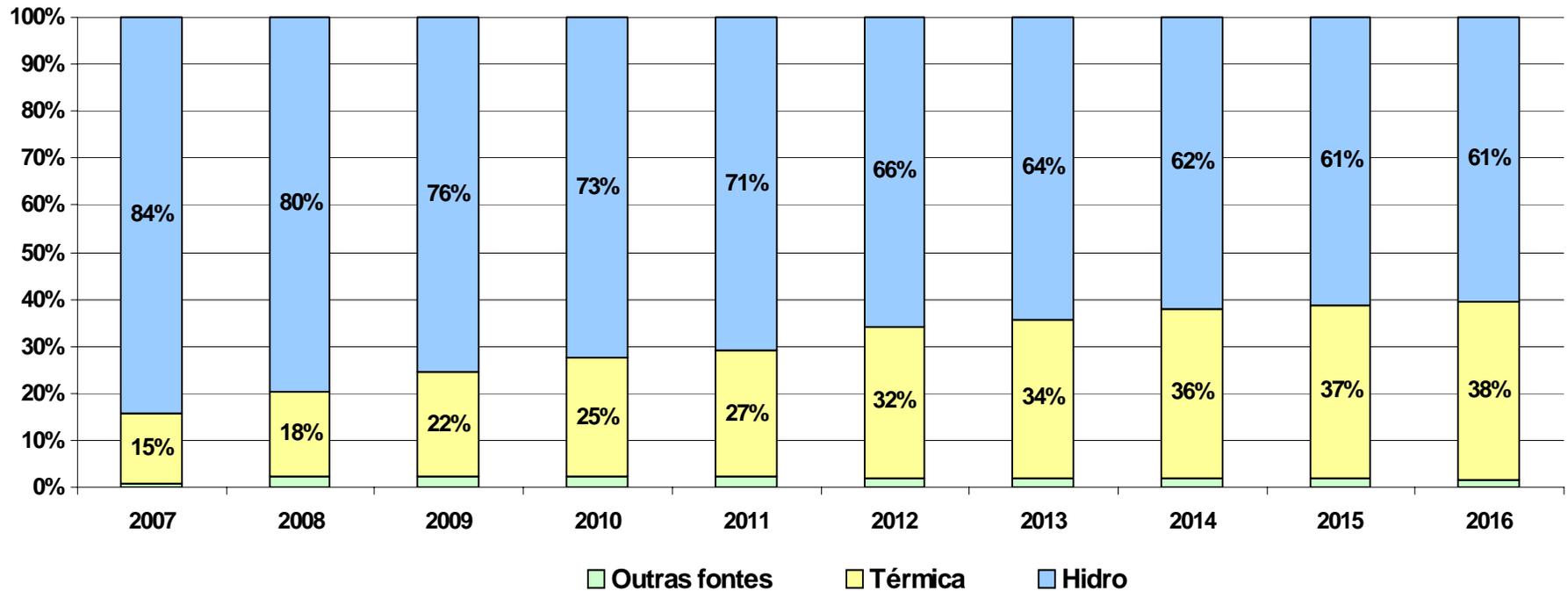
Sem Madeira + UTEs de ajuste



Matriz de Oferta de Energia Elétrica

2007-2016 [%]

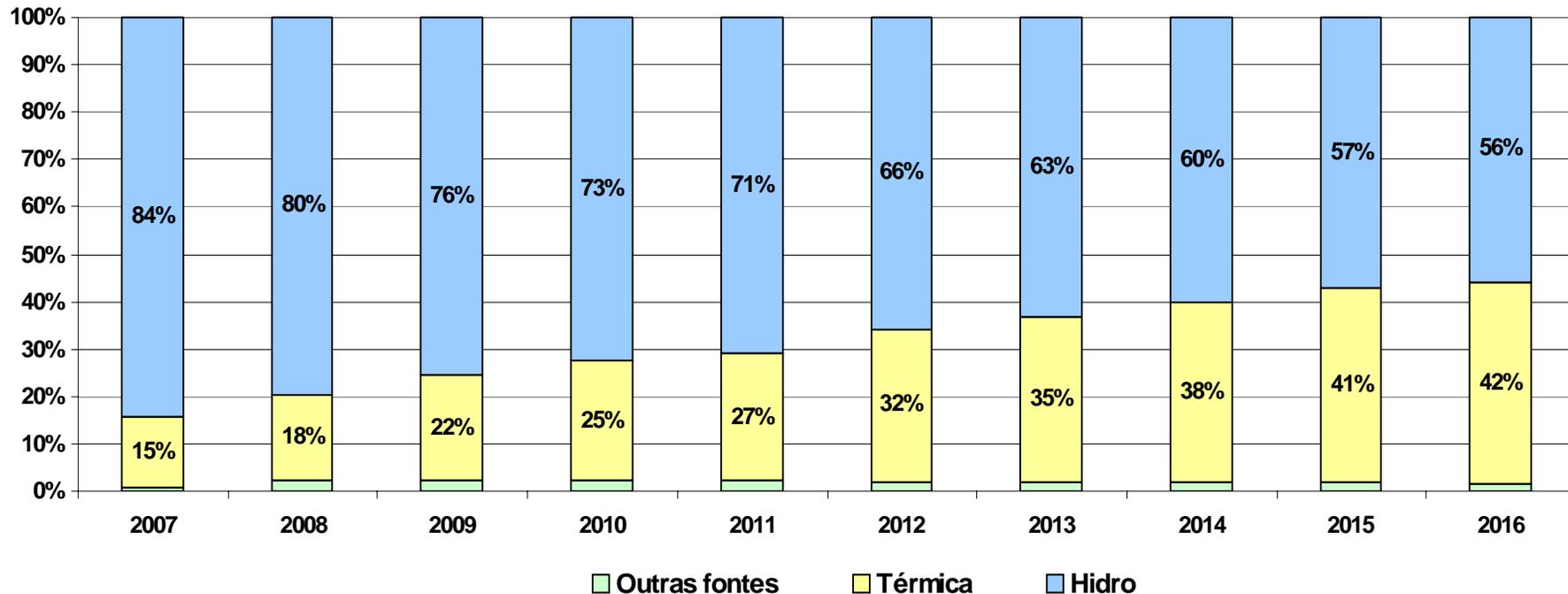
Sem Madeira e Belo Monte + UTEs de ajuste



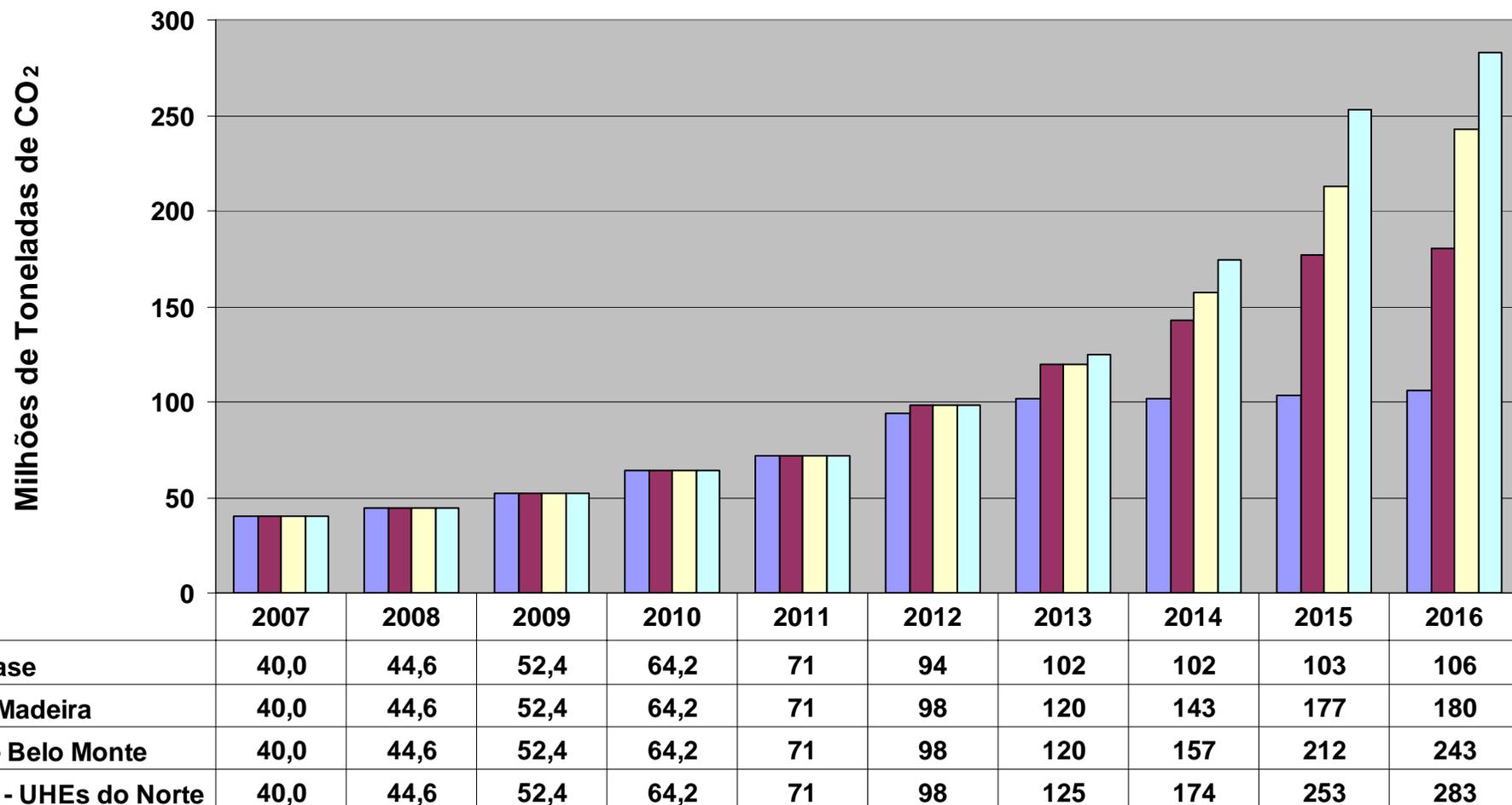
Matriz de Oferta de Energia Elétrica

2007-2016 [%]

Sem Madeira, Belo Monte e UHEs Norte + UTEs de ajuste



Estimativa do Potencial de Emissões de CO₂ na Atmosfera Considerando UTEs de Ajuste



Avaliação da Competitividade entre Fontes

Fator	Unidade	Hídrica	Biomassa	Carvão Nac.	Nuclear	Carvão Import.	Gás Natural	Eólica	Óleo Comb.	Diesel
Disponibilidade	MW	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
FC máximo	%	55%	58%	92%	90%	92%	94%	30%	97%	97%
TEIF	%	2,0%	12,0%	4,5%	3,0%	4,5%	4,0%	0,0%	3,0%	3,0%
IP	%	3,0%	5,0%	9,5%	3,0%	9,5%	2,0%	0,0%	2,0%	2,0%
Potência Bruta	MW	1.912,7	2.050,6	1.257,7	1.180,9	1.257,7	1.130,8	3.333,3	1.084,5	1.084,5
Fator Geral	%	52%	49%	80%	85%	80%	88%	30%	92%	92%
Custo Variável Unitário	R\$/MWh	1,5	14,7	37,5	25,2	54,3	108,6	4,5	300,0	500,0
O&M Fixo	R\$/kW.ano	11,3	46,0	57,8	138,0	57,8	57,5	46,0	28,0	25,0
Custo de Investimento	US\$/kW	1.250,0	1.100,0	1.500,0	2.000,0	1.500,0	900,0	2.000,0	800,0	600,0
Tarifa de Equilíbrio	R\$/MWh	116,4	121,1	133,3	151,6	152,4	175,0	297,0	382,9	602,2

FC = Fator de capacidade

TEIF = Taxa equivalente de disponibilidade forçada

IP = Indisponibilidade programada

O&M = Operação e manutenção

Requisitos de área e investimentos Eólica e

	EÓLICA			SOLAR	
E. Firme (Mwmed)	1140	1140	1140	1140	1140
Fator de Capacidade	0,25	0,25	0,25	0,165	0,165
Capacidade Equivalente (MW)	4560	4560	4560	6909	6909
Densidade de Potência (MW/km ²)	2	2	8	100	100
Área Equivalente	2280	2280	570	69	69
Custo Investimento (US\$/KW)	2000	1200	2000	7000	10000
Investimento Total (US\$ Bilhões)	9,1	5,5	9,1	48,4	69,1

Geração Eólica

Tipo de Turbina: Enercon E40/600 kW

(Atlas do Potencial Eólico Brasileiro -APEB – CEPEL/MME, 2001)

Densidade de Potência: 2 MW/km² (APEB, 2001)

8 MW/km² (Faixa Superior)

Custo de Investimento: 1.200 US\$/kW (PNE 2030)

2.000 US\$/kW (Osório, Rio do Fogo)

Fator de Capacidade: 25% = Média Brasil (APEB)

Geração Solar

Fator de Capacidade: 16,5% = Média Brasil (Zilles et all)

POLÍTICAS ENERGÉTICAS

Política Energética

Estratégia de Governo

- *Manter a preocupação central com o consumidor, respeitando o social e o ambiental, inserindo fontes limpas e encorajando o uso eficiente da energia, opção que menos agride o meio ambiente*
- *Procurar manter a grande participação de energia renovável na Matriz, mantendo a posição de destaque que o Brasil sempre ocupou no cenário internacional*
- *Procurar utilizar sempre tecnologia nacional no desenvolvimento das fontes competitivas*

Política Energética

Estratégia de Governo

- ***Para isso, traçar trajetória de desenvolvimento das fontes que leve em conta sua disponibilidade e sua potencialidade até 2030, de modo a melhor aproveitá-las***
- ***Otimizar o transporte de energia entre a área de produção até o consumidor final, reduzindo perdas.***
- ***Concretizar a interligação completa do Sistema Interligado Nacional agregando qualidade, confiabilidade, economia na CCC e maximizando o aproveitamento das diversidades hidrológicas regionais.***

Política Energética Hidroeletricidade

Vocação natural do País

- *Terceiro maior potencial hidrelétrico do mundo, de cerca de 260.000 MW, estando aproveitado em torno de 27%.*
- *Renovável, competitivo e com tecnologia nacional.*
- *Trajetória de desenvolvimento da hidroeletricidade até 2030.*
- *Aproveitamento estratégico do potencial hidrelétrico da Amazônia.*
- *Até 2030, visualiza-se um acréscimo de cerca de 100.000 MW, dos quais 60.000 MW na Região Amazônica totalizando um parque hidrelétrico de 170.000 MW ao final do horizonte .*

Política Energética Hidroeletricidade

Vocação natural do País

- *Ampliar o conhecimento do potencial hidroelétrico nacional.*
- *Desenvolvimento da hidroeletricidade de forma sustentável, buscando o equilíbrio entre produção de energia, aspectos socioambientais e usos múltiplos da água, desde a fase de inventário.*

Política Energética

Geração Nuclear

- *Inserção estratégica da geração nuclear no País.*
- *Opção mais atrativa após geração hidrelétrica com benefício de redução de emissões.*
- *Definição da construção de Angra III (âmbito do CNPE), para operação em 2013.*
- *Opções de continuidade do programa nuclear após Angra III, definindo suas localizações.*
- *Cenários considerados de 4.000 MW, 6.000 MW e 8.000 MW de acréscimos até 2030.*

Política Energética

Geração a Carvão Mineral

- ***Recurso energético nacional localizado na Região Sul, com grande disponibilidade.***
- ***Capacidade instalada atual de 1.415 MW.***
- ***O PNE 2030 está considerando um cenário onde essa capacidade pode atingir 6.500 MW.***
- ***Encorajar a utilização de tecnologias limpas.***
- ***Oportunidade de expansão a partir de carvão mineral importado nas regiões Nordeste e Sudeste.***

Política Energética

Geração a partir da Biomassa

- *O aproveitamento do bagaço como combustível é competitivo com as demais opções térmicas do sistema.*
- *Valores adicionais de geração elétrica por bagaço de cana da ordem de 6.400 MW até 2030.*
- *Valores considerados oriundos de outras biomassas da ordem de 1.300 MW, com destaque para o aproveitamento do lixo urbano, com significativos benefícios socioambientais.*

Política Energética

Geração a partir do Gás Natural

- *Cenários consideram utilização de gás natural e GNL para capacidade instalada adicional de geração de energia elétrica com valores entre 7.000 e 11.000 MW até 2030.*
- *Necessidade de definição de políticas para utilização do gás natural, nos seus diferentes usos: matéria-prima na indústria química, geração de calor e cogeração, transporte veicular e geração de energia elétrica.*
- *Definição da política energética para a integração gasífera no continente e segurança de suprimento.*

Política Energética

Geração a partir de Fontes Alternativas

- *Em função do grande potencial que o país possui, visualiza-se o desenvolvimento de geração eólica com incremento da ordem de 4.700 MW até 2030, limitada por razões de custos e impactos tarifários.*
- *Programa de incentivo da criação de um mercado sustentável para fontes limpas de energia.*

Política Energética

Eficiência Energética

- *Opção que menos agride o meio ambiente e que tem expectativa crescente do aumento de competitividade.*
- *O Plano 2030 identificou a necessidade de estabelecimento de programas de governo na área de eficiência energética de forma a reduzir em 5% o mercado de energia em 2030.*
- *Necessidade de definir uma Política e um Plano Nacional de Eficiência Energética .*

Política Energética

Inovação Tecnológica

- *O Plano 2030 identificou o potencial de inserção de algumas tecnologias durante este horizonte, tais como: Etanol por hidrólise e bioenergia, Célula a combustível e produção de hidrogênio.*
- *Necessidade de definição de política de inovação tecnológica.*



Obrigado!

Márcio Pereira Zimmermann

Secretário de Planejamento e Desenvolvimento Energético

spe@mme.gov.br