

**Ministério de  
Minas e Energia**



# **MUDANÇAS CLIMÁTICAS E A MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA**

## **COMISSÃO MISTA PERMANENTE SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS**

**Altino Ventura Filho**

Secretário de Planejamento e  
Desenvolvimento Energético

# SUMÁRIO – 1ª PARTE

PRINCÍPIOS E OBJETIVOS DA POLÍTICA ENERGÉTICA NACIONAL

O PLANEJAMENTO DO SETOR ENERGÉTICO NACIONAL

AS MATRIZES ENERGÉTICAS MUNDIAIS E NACIONAIS

AS POLÍTICAS ENERGÉTICAS NACIONAIS – Energia Elétrica, Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis

I

INTEGRAÇÃO ENERGÉTICA SULAMERICANA

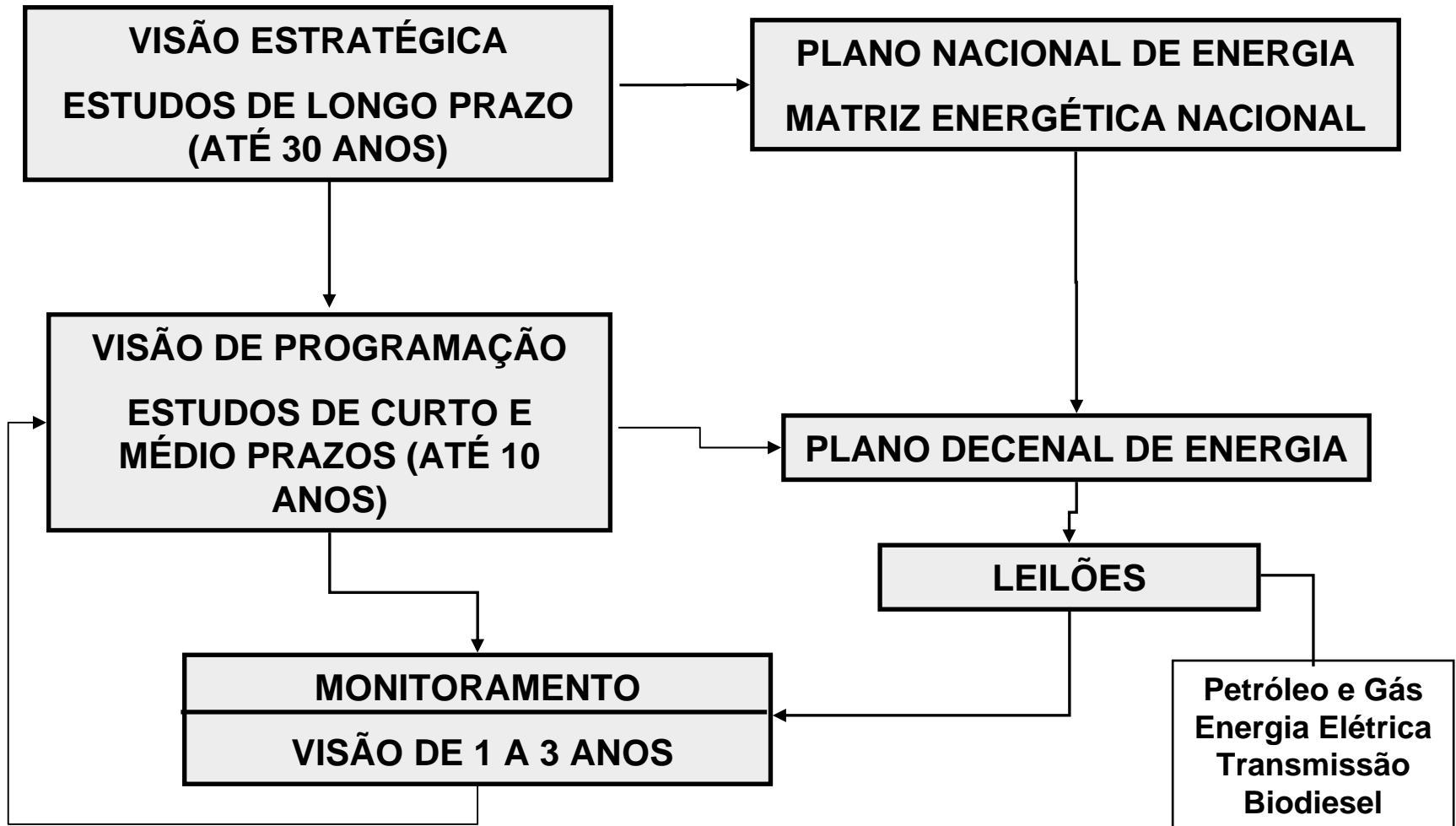
# PRINCÍPIOS E OBJETIVOS DA POLÍTICA ENERGÉTICA NACIONAL – 1/2

- Segurança no Abastecimento
- Modicidade Tarifária
- Universalização do Atendimento
- Expansão ao Mínimo Custo considerando a Variável Ambiental
- Respeito aos Contratos Existentes
- Fortalecimento do Planejamento

# PRINCÍPIOS E OBJETIVOS DA POLÍTICA ENERGÉTICA NACIONAL – 2/2

- Diversificação da Matriz: Uso de Energias Renováveis
- Integração Nacional
- Fontes Energéticas Nacionais, Renováveis e Competitivas
- Desenvolvimento Tecnológico Nacional
- Integração Sul-Americana

# PROCESSO DE PLANEJAMENTO E MONITORAMENTO DO SETOR ENERGÉTICO



# PLANEJAMENTO DE LONGO PRAZO ESTUDOS ESTRATÉGICOS

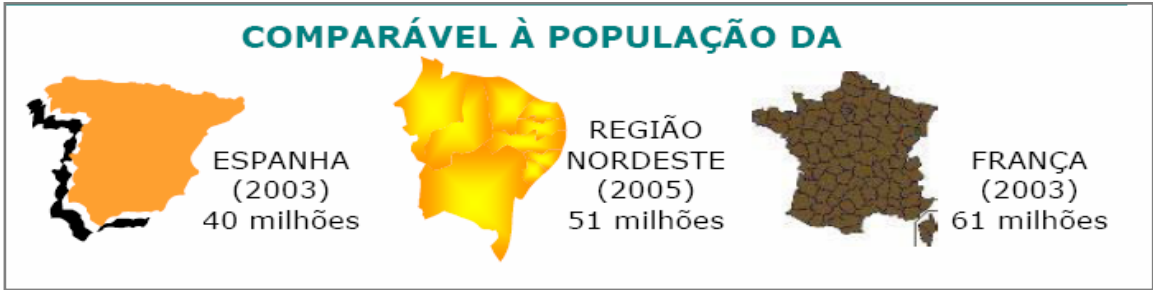
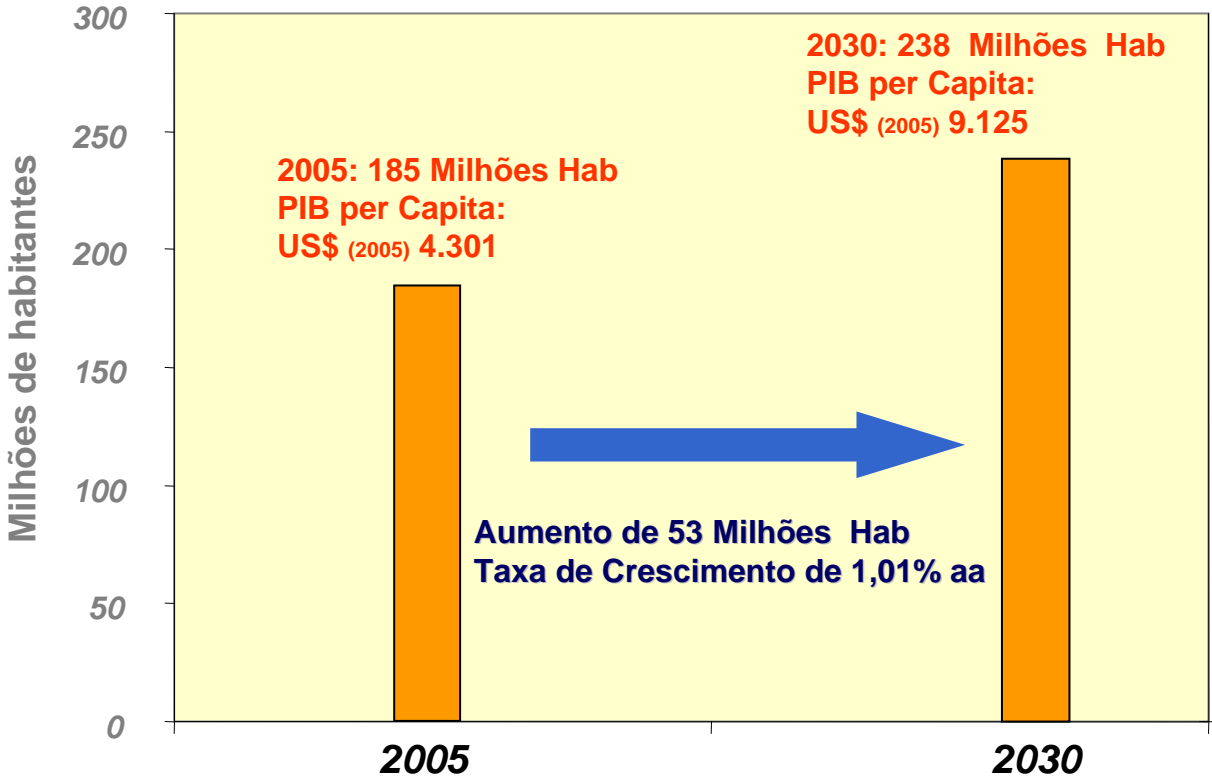
## Estudos Estratégicos de Longo Prazo – Horizonte 2030

Matriz Energética Nacional 2030

Plano Nacional de Energia 2030

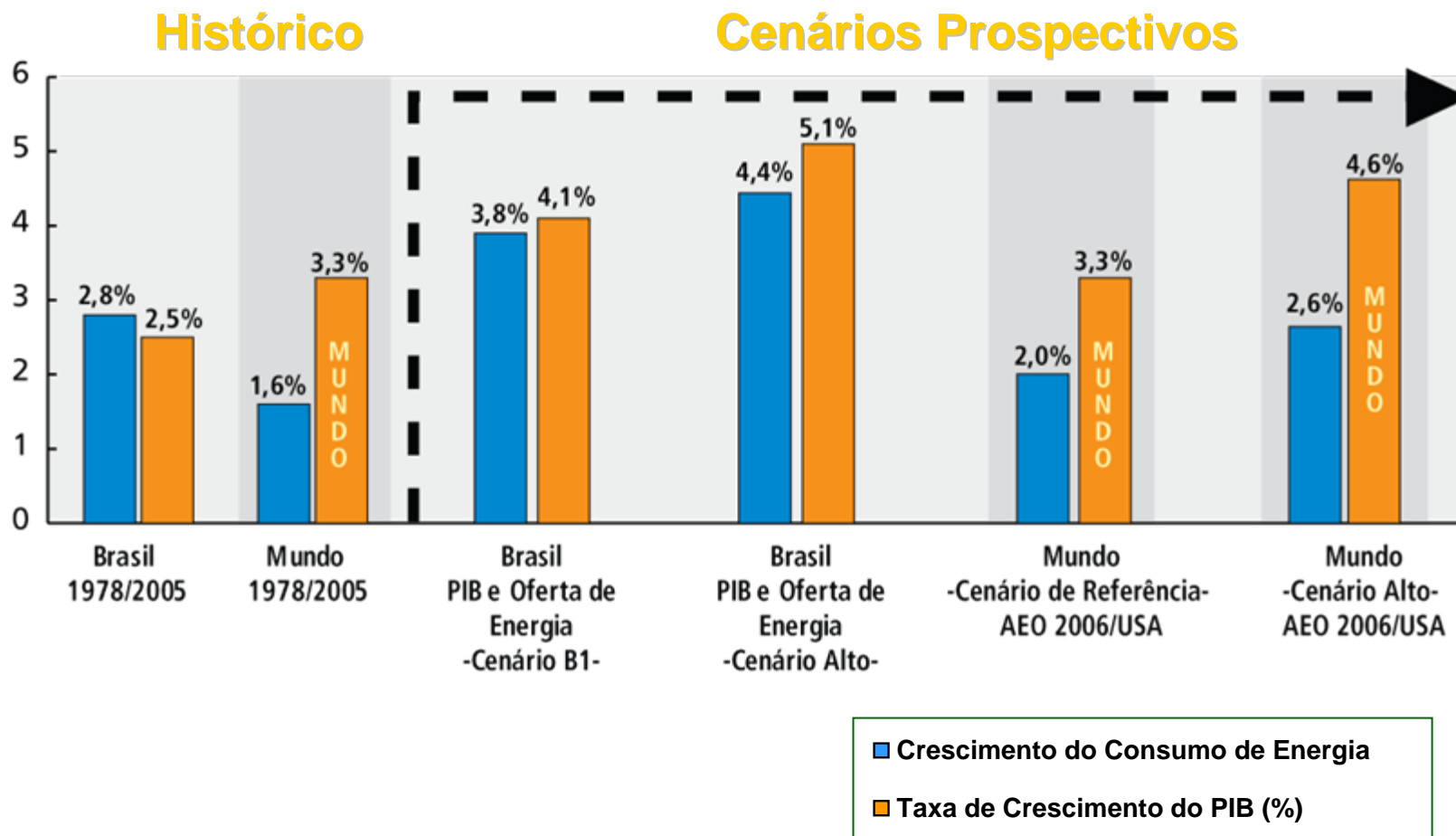
(ambos consideram cenários demográficos, econômicos, energéticos, as opções de fontes primárias, com os aspectos tecnológicos, de custos e ambientais, no horizonte 2030)

# CENÁRIO DEMOGRÁFICO DE REFERÊNCIA



# ECONOMIA E CONSUMO DE ENERGIA

## TAXAS DE CRESCIMENTO 2005/2030

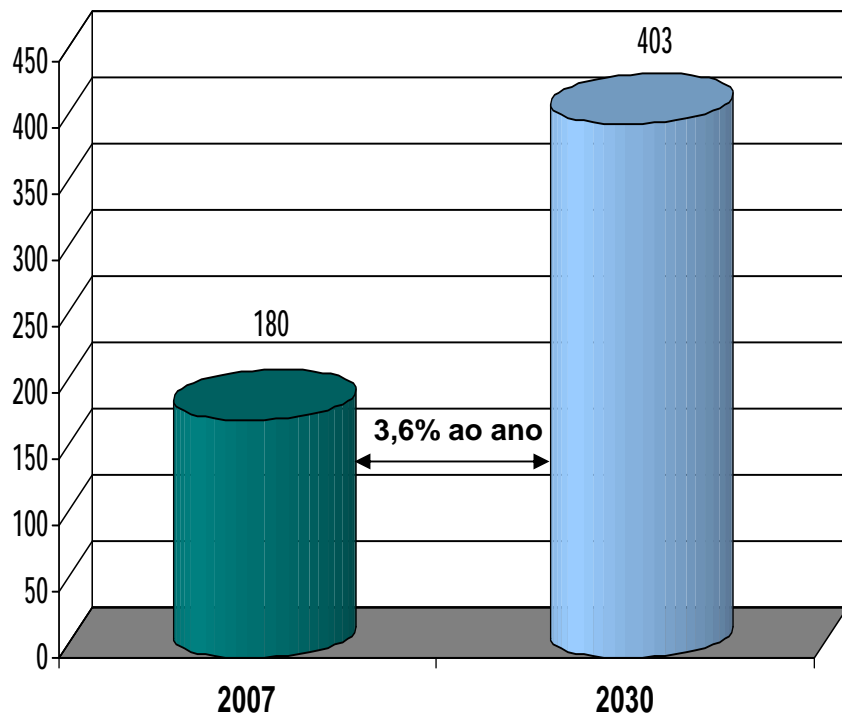




# CONSUMO FINAL DE ENERGIA NO BRASIL

## ENERGIA (tep milhões) E ENERGIA ELÉTRICA (TWh)

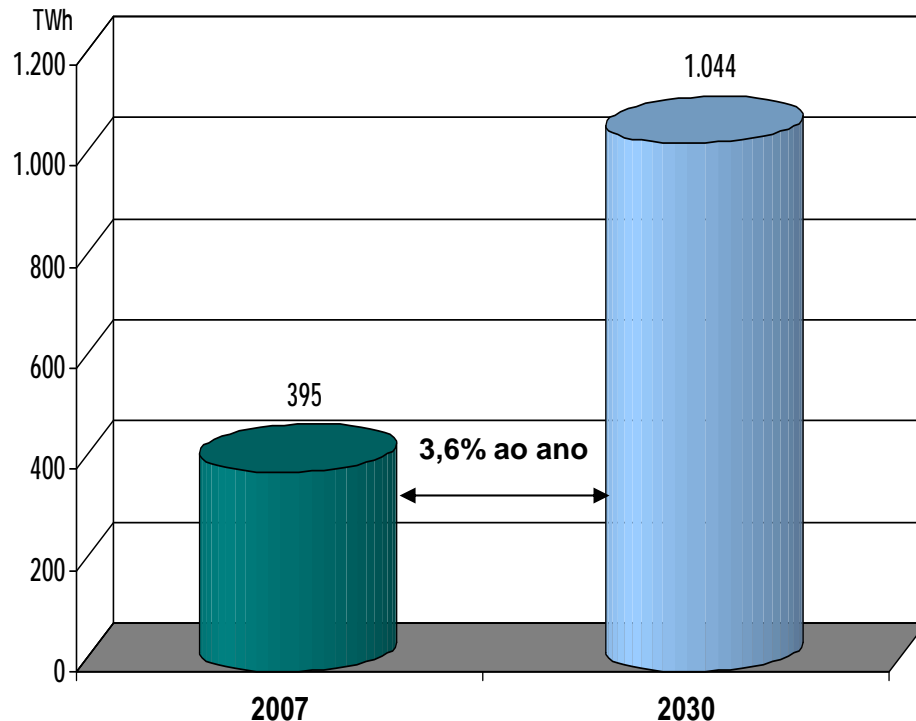
Energia (tep milhões)



**Crescimento do Consumo de Energia (%)**

1980/2007	2,5 / ano
2000/2007	3,1 / ano

Energia Elétrica (TWh)



**Crescimento do Consumo de Energia Elétrica (%)**

1980/2007	4,8 ano
2000/2007	3,5 ano

Fonte: 2007 - BEN 2008; 2030 - PNE 2030/Cenário B1

Obs. Inclusive autoprodução clássica, conservação e excluído consumo do setor energético inclui conservação

# MATRIZ ENERGÉTICA MUNDIAL (%)

	1980	2006
PETRÓLEO	43	34
CARVÃO MINERAL	25	26
GÁS NATURAL	17	21
Subtotal	85	81
NUCLEAR	3	6
HIDRELÉTRICA	2	2
OUTRAS	10	11

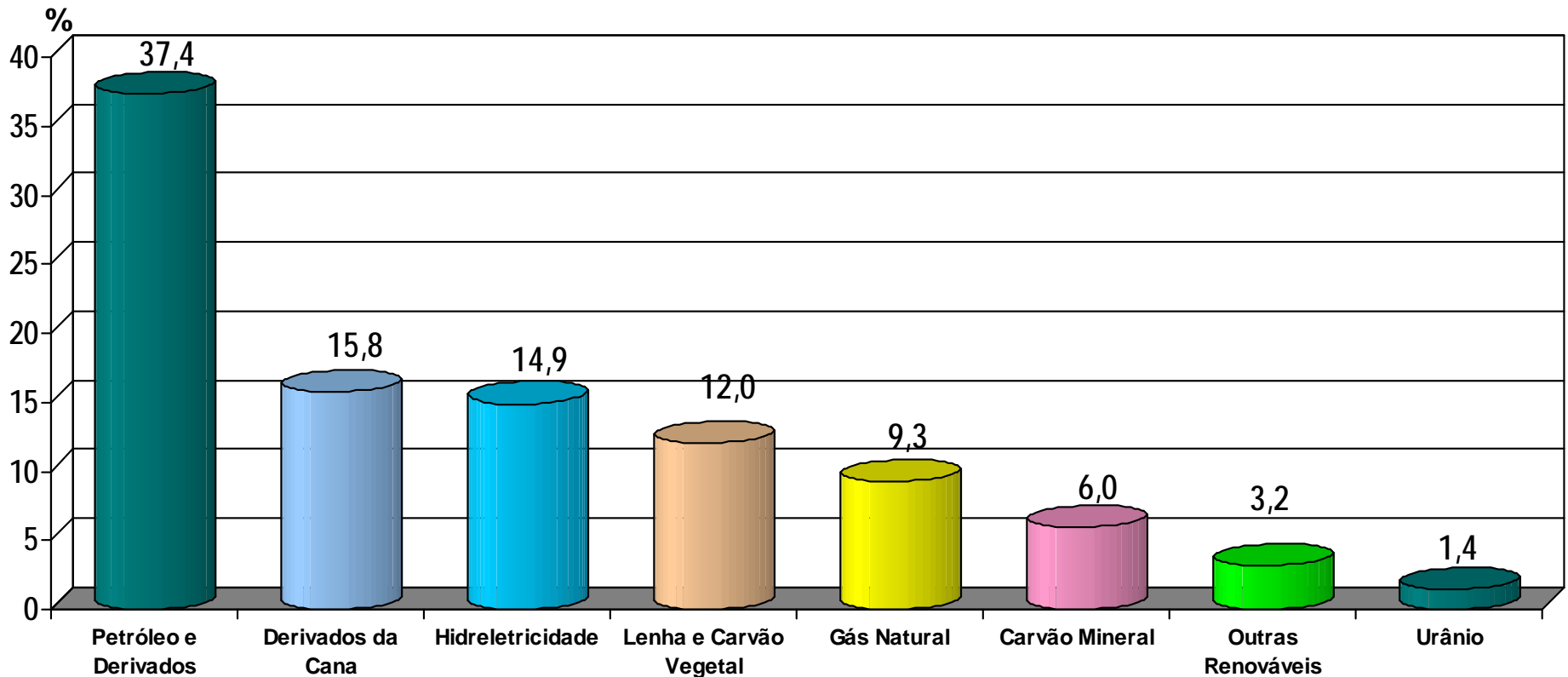
Source: IEA

# MATRIZ ELÉTRICA MUNDIAL (%)

	1980	2006
PETRÓLEO	20	6
CARVÃO MINERAL	38	41
GÁS NATURAL	12	20
Subtotal	70	67
NUCLEAR	9	15
HIDRELÉTRICA	21	16
OUTRAS	0	2

Source: IEA

# MATRIZ DE OFERTA INTERNA DE ENERGIA DO BRASIL – 2007 (%)



Mundo (renovável): 14%

**Renováveis (%)** 45,9

Derivados da Cana 15,8

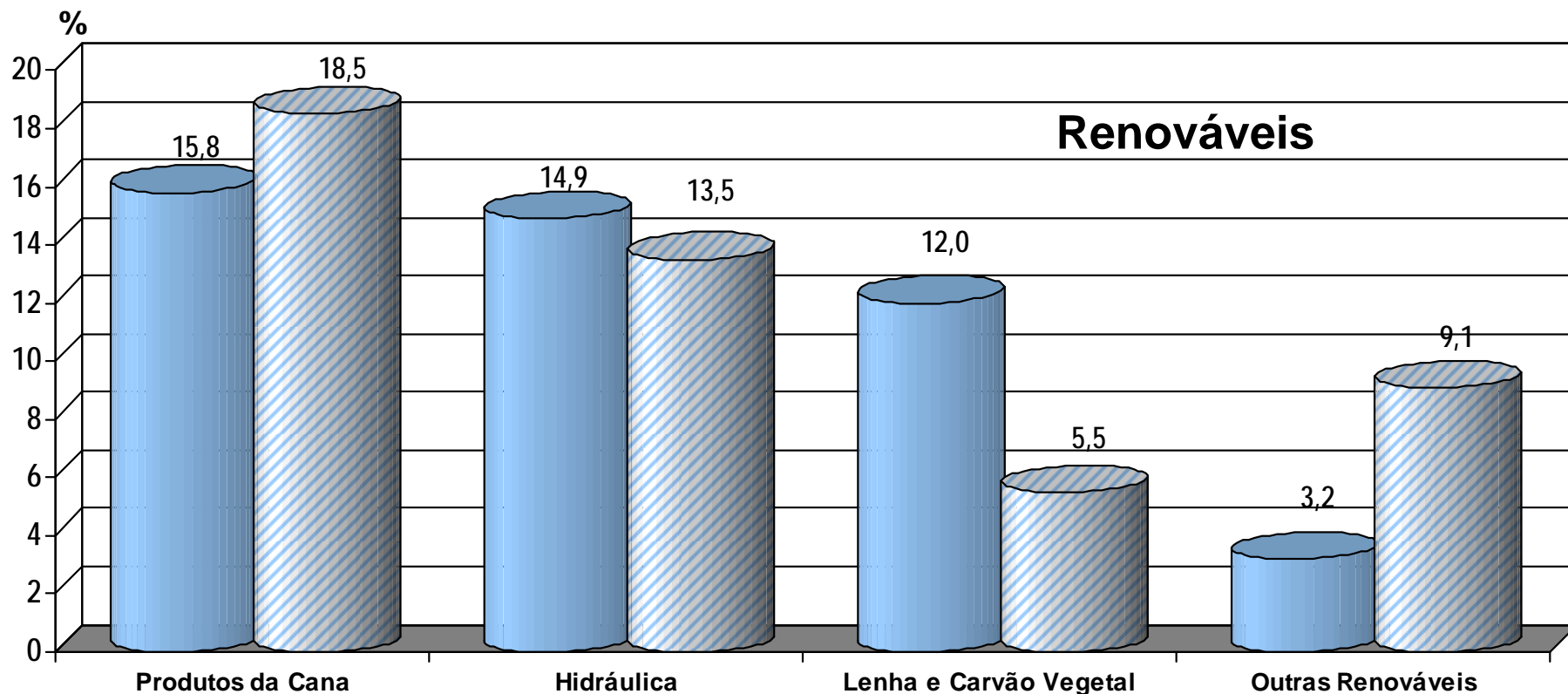
Hidroeletricidade 14,9



Lenha e Carvão Vegetal 12,0

Outras Renováveis 3,2

Fonte: MME/ BEN (2008)

# EVOLUÇÃO DA MATRIZ DE ENERGIA DO BRASIL 2007/2030 (%)



Legenda: 2007   
2030 

## OFERTA 2007

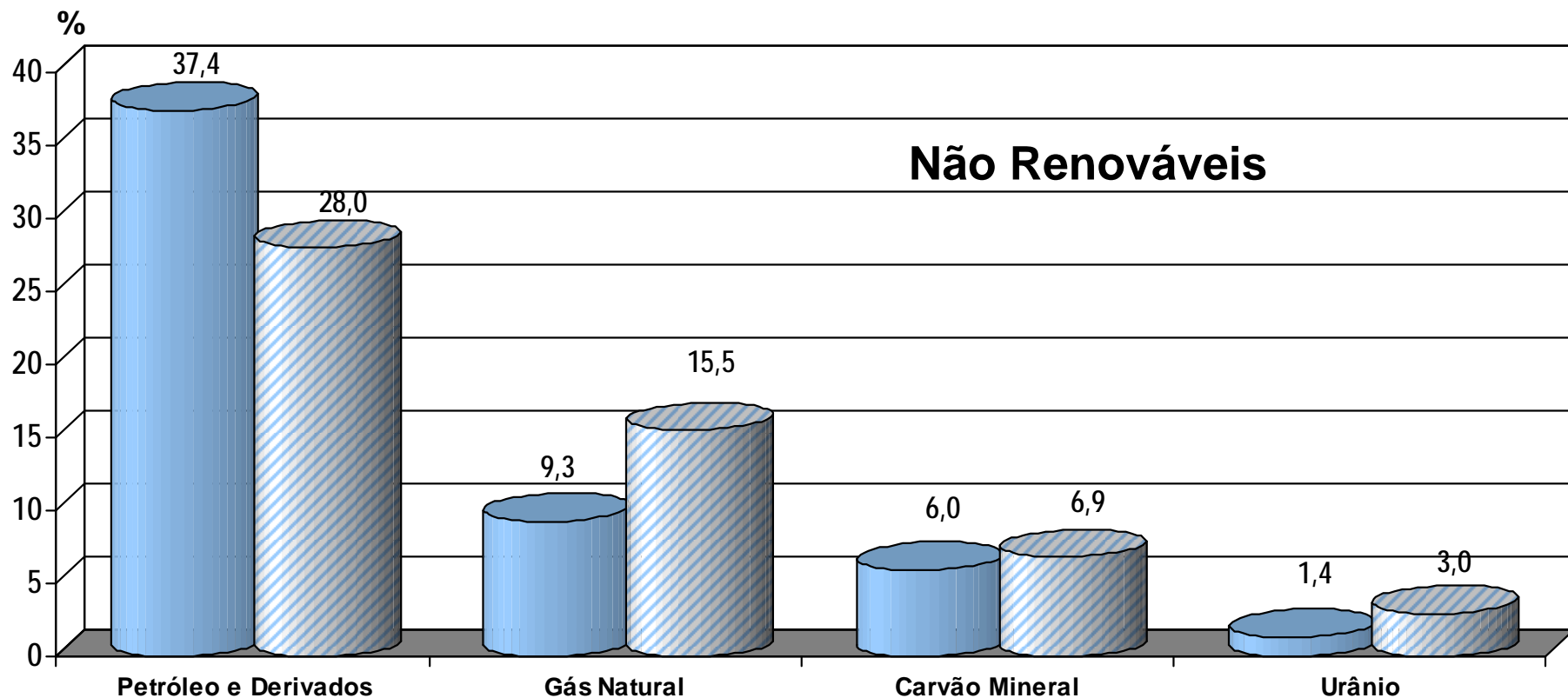
TOTAL: 239 milhões tep  
Renováveis: 110 milhões tep (45,9%)

## OFERTA 2030

TOTAL: 557 milhões tep  
Renováveis: 259 milhões tep (46,5%)

Fonte: MME/ BEN 2008 (ano 2007) e PNE 2030 (ano 2030)

# EVOLUÇÃO DA MATRIZ DE ENERGIA DO BRASIL 2007/2030 (%)



Legenda: 2007



## OFERTA 2007

TOTAL: 239 milhões tep

Não Renováveis: 129 milhões tep (54,2%)

2030



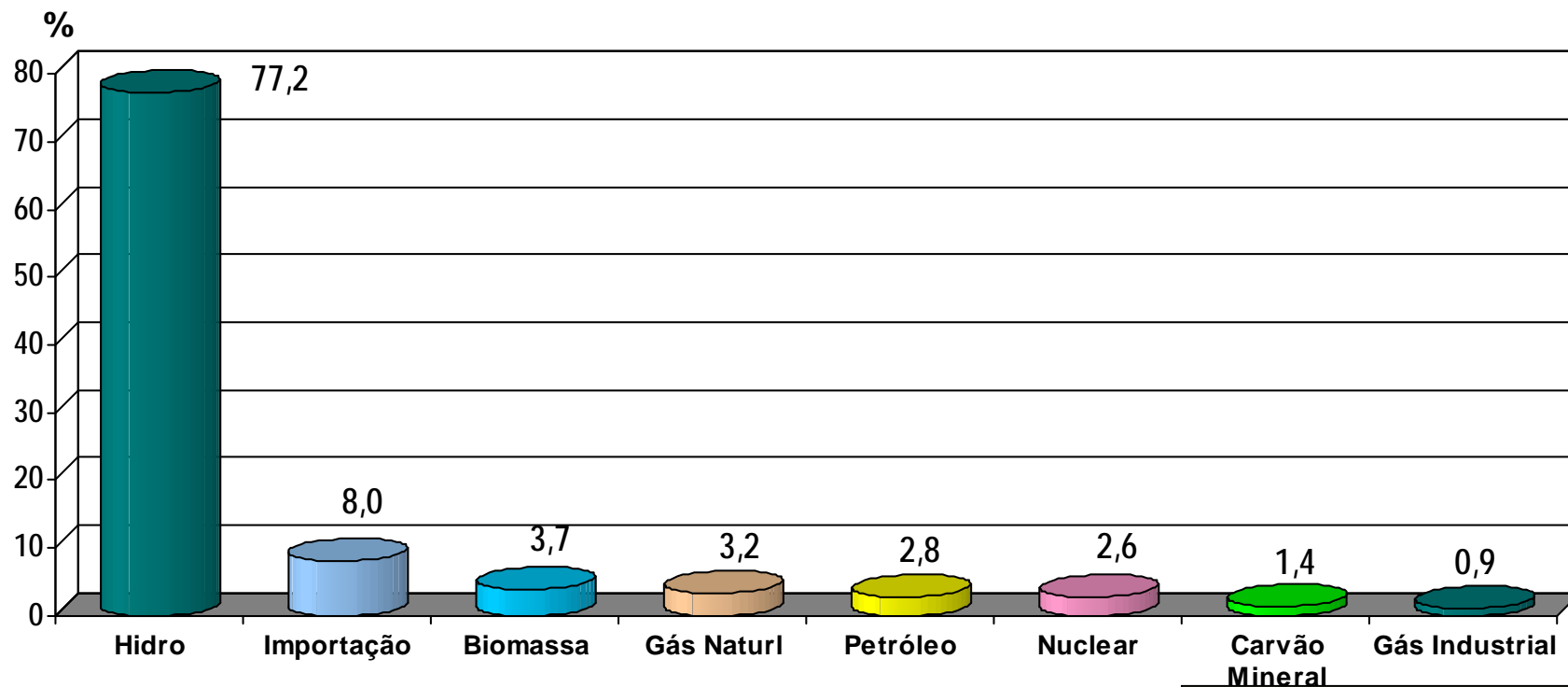
## OFERTA 2030

TOTAL: 557 milhões tep

Não Renováveis: 297 milhões tep (53,5%)

Fonte: MME/ BEN 2008 (ano 2007) e PNE 2030 (ano 2030)

# MATRIZ DE OFERTA DE ENERGIA ELÉTRICA DO BRASIL – 2007 (%)



## Renovável

Brasil: 89%

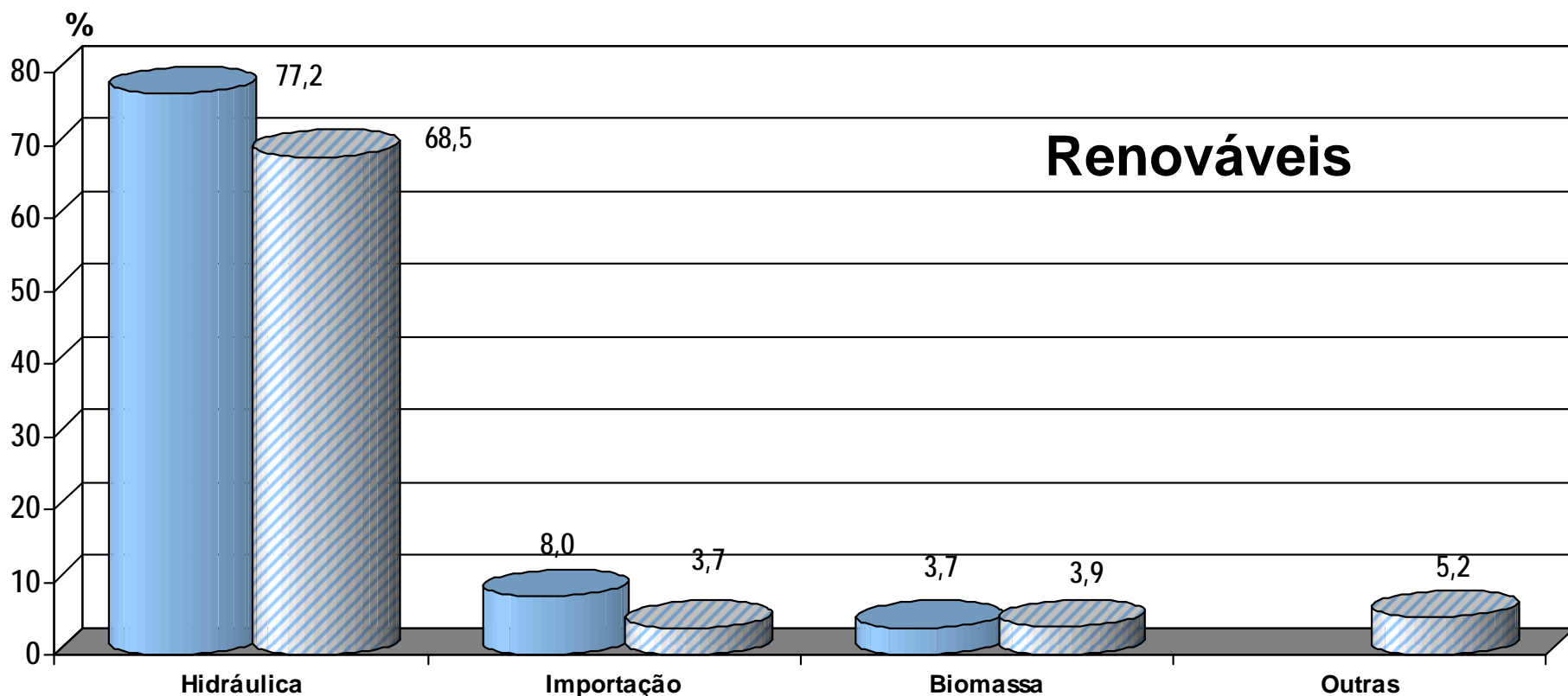
Mundo: 18%



Nota: inclui autoprodutores (47,1TWh)

	TWh
<b>TOTAL</b>	<b>484,5</b>
Hidro	374,0
Importação	38,8
Biomassa	18,1
Gás Natural	15,5
Petróleo	13,3
Nuclear	12,4
Carvão Mineral	6,8
Gás Industrial	4,5

Fonte: MME/ BEN (2008)

# EVOLUÇÃO DA OFERTA DE ENERGIA ELÉTRICA DO BRASIL – 2007/2030 (%)



Legenda: 2007   
 2030 

## OFERTA 2007

TOTAL: 484 TWh  
 Renováveis: 430 TWh (88,8%)

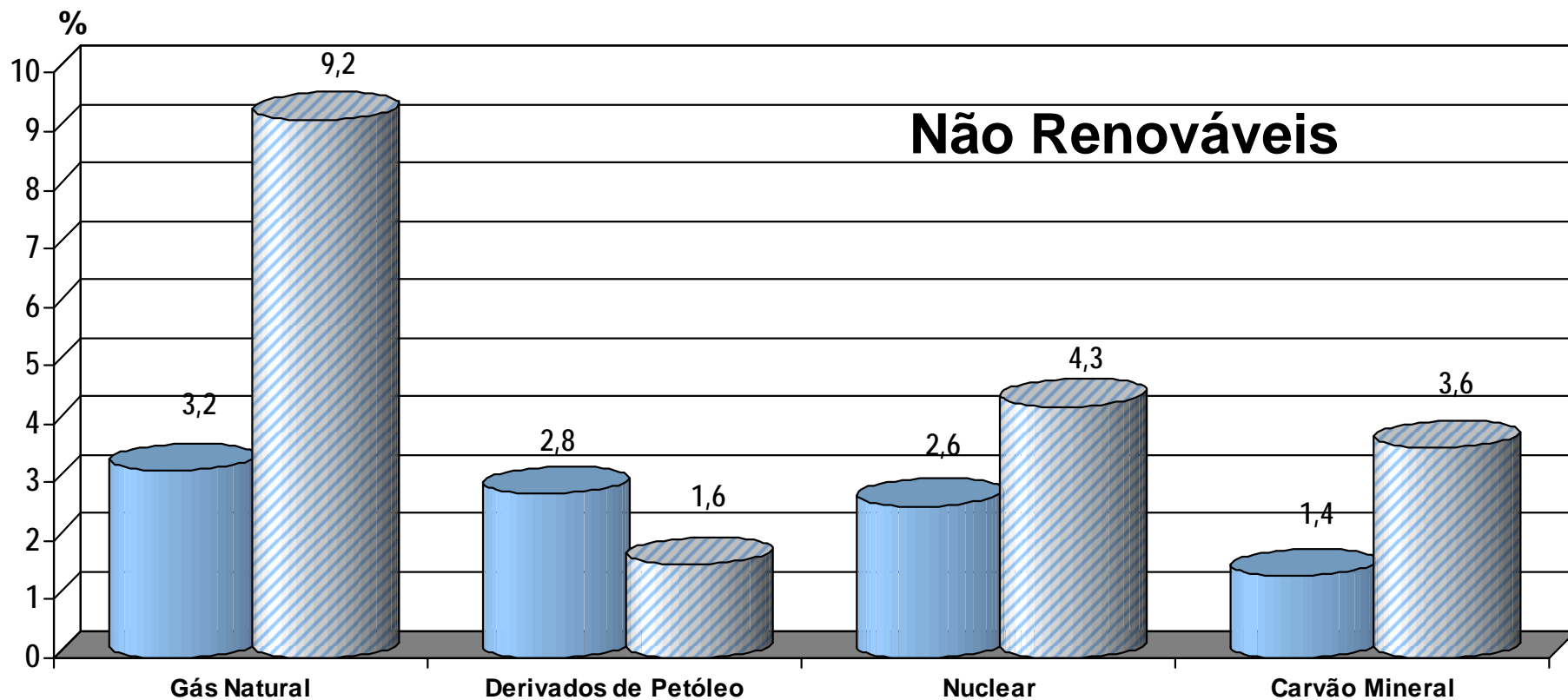
## OFERTA 2030



TOTAL: 1.195 TWh  
 Renováveis: 973 TWh (81,4%)

Fonte: MME/ BEN (2008)



# EVOLUÇÃO DA OFERTA DE ENERGIA ELÉTRICA DO BRASIL – 2007/2030 (%)



Legenda: 2007   
2030 

**OFERTA 2007**  
TOTAL: 484 TWh  
Não Renováveis: 54 TWh (11,2%)

**OFERTA 2030**  
TOTAL: 1.195 TWh  
Não Renováveis: 222 TWh (18,6%)

Fonte: MME/ BEN (2008)

# RECURSOS ENERGÉTICOS BRASILEIROS (milhões de bep)

## Potencial Hidrelétrico



100 anos: 76.948

## Urânio



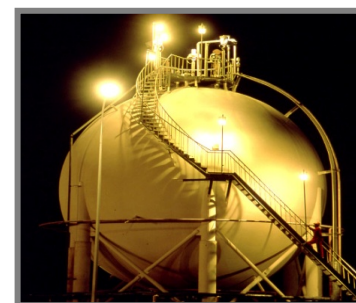
Reservas Totais  
(estimado):  
55.633

## Petróleo



Reservas Totais:  
16.453

## Gás Natural



Reservas Totais:  
3.249

## Carvão



Reservas Totais :  
63.560

## Vento



100 anos: 19.102

## Biomassa

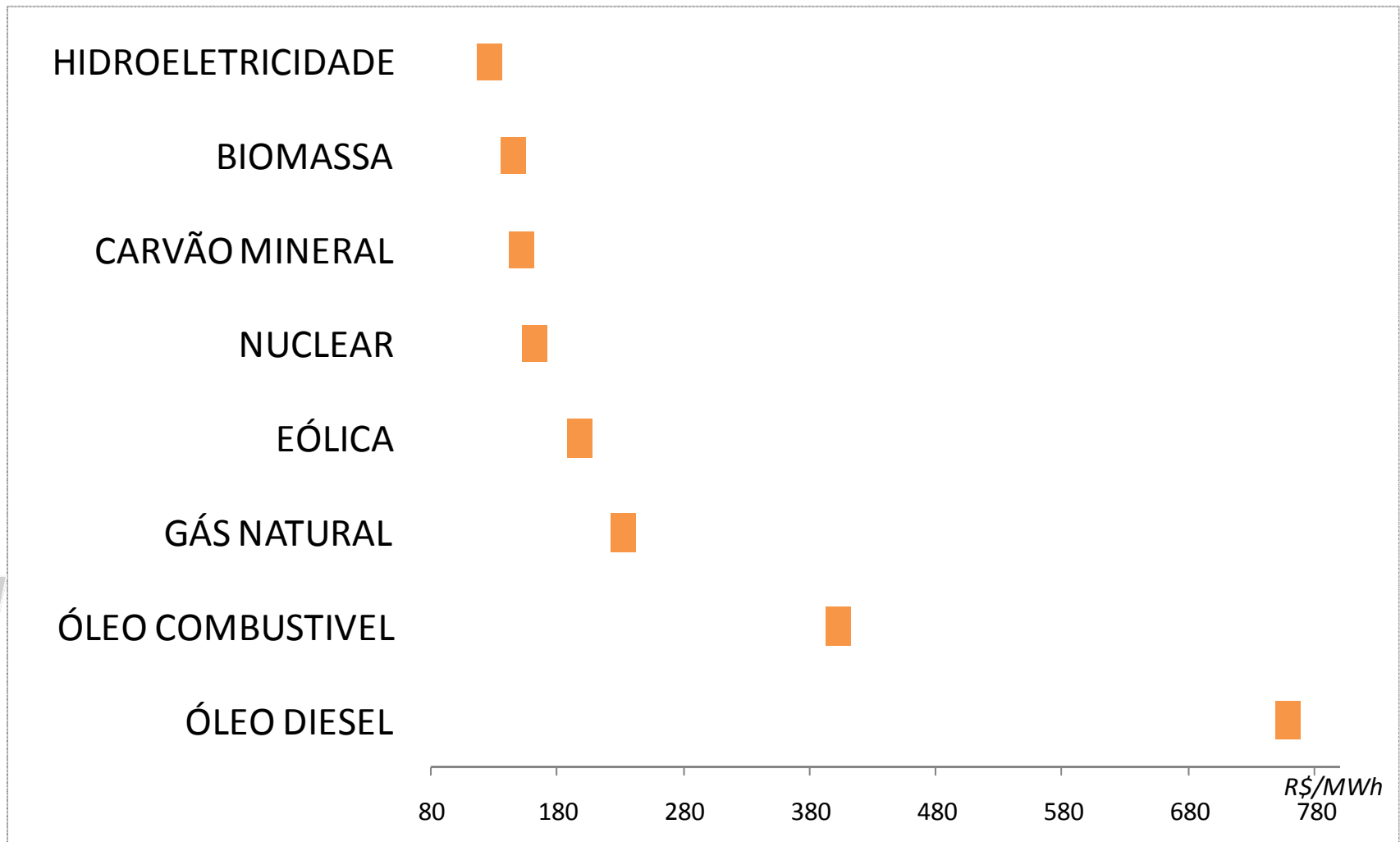


100 anos: 122.040

**Total**  
**356.985**  
**mi bep**

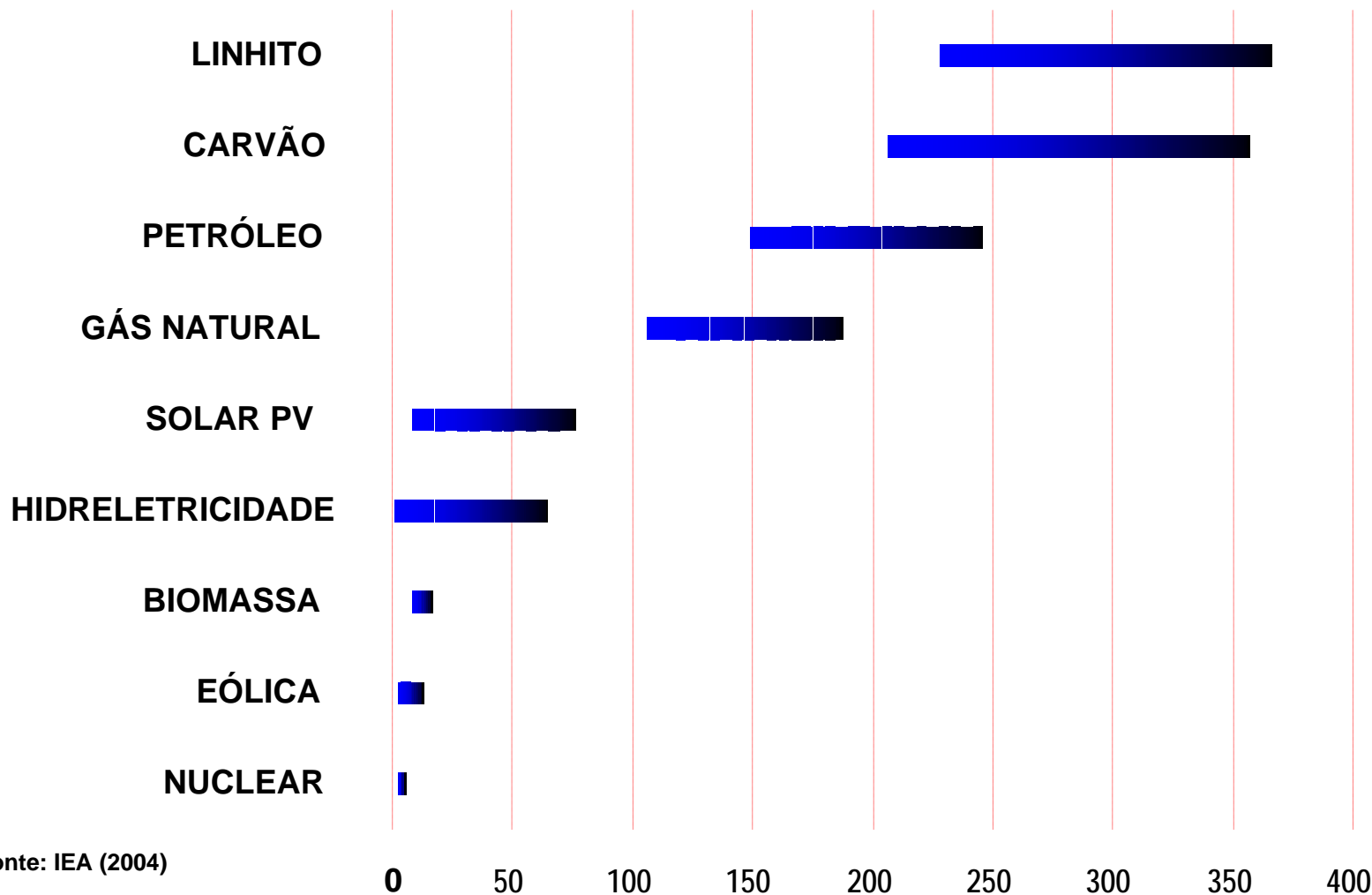
Fonte: MME / BEN, 2007

# COMPETITIVIDADE ENTRE AS FONTES PRIMÁRIAS PARA PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO PLANEJAMENTO



# EMISSÕES DE GASES DO EFEITO ESTUFA

[gramas de Carbono equiv. / kWh] (\*)



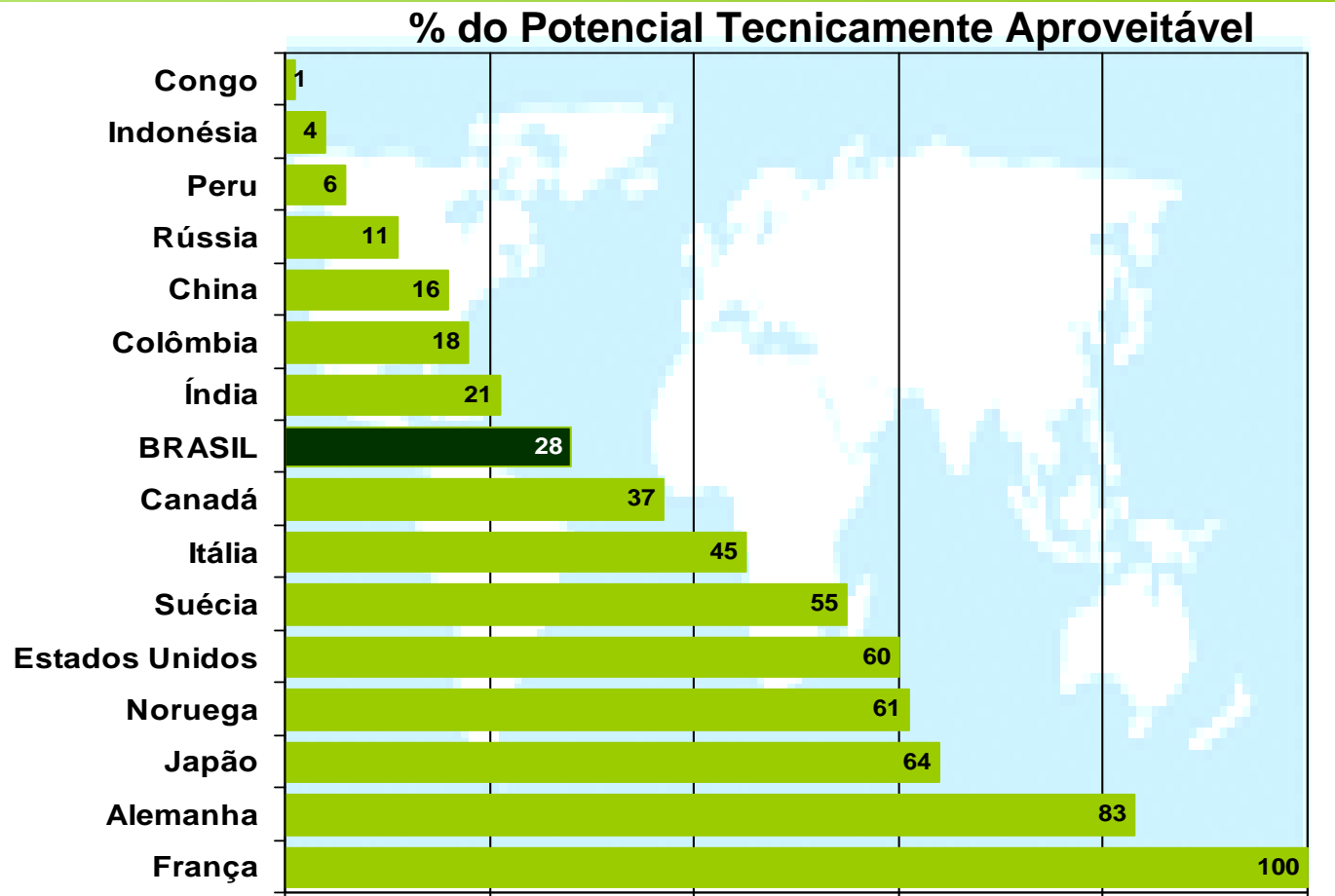
Fonte: IEA (2004)

\* Considerando emissões em todo ciclo de vida, desde a fabricação dos equipamentos

# SISTEMA INTERLIGADO NACIONAL



# APROVEITAMENTO DO POTENCIAL HIDRELÉTRICO NO MUNDO



**Observações:** 0 20 40 60 80 100

1. Baseado em dados do World Energy Council, considerando usinas em operação e em construção, ao final de 1999.

2. Para o Brasil, dados do Atlas de Energia Elétrica do Brasil, da ANEEL, referentes a janeiro de 2002.

3. Os países selecionados detêm 2/3 do potencial hidráulico desenvolvido do mundo.

4. O potencial tecnicamente aproveitável corresponde a cerca de 35% do potencial teórico média mundial.

# HIDROELETRICIDADE: VOCAÇÃO NACIONAL POTENCIAL HIDRÁULICO

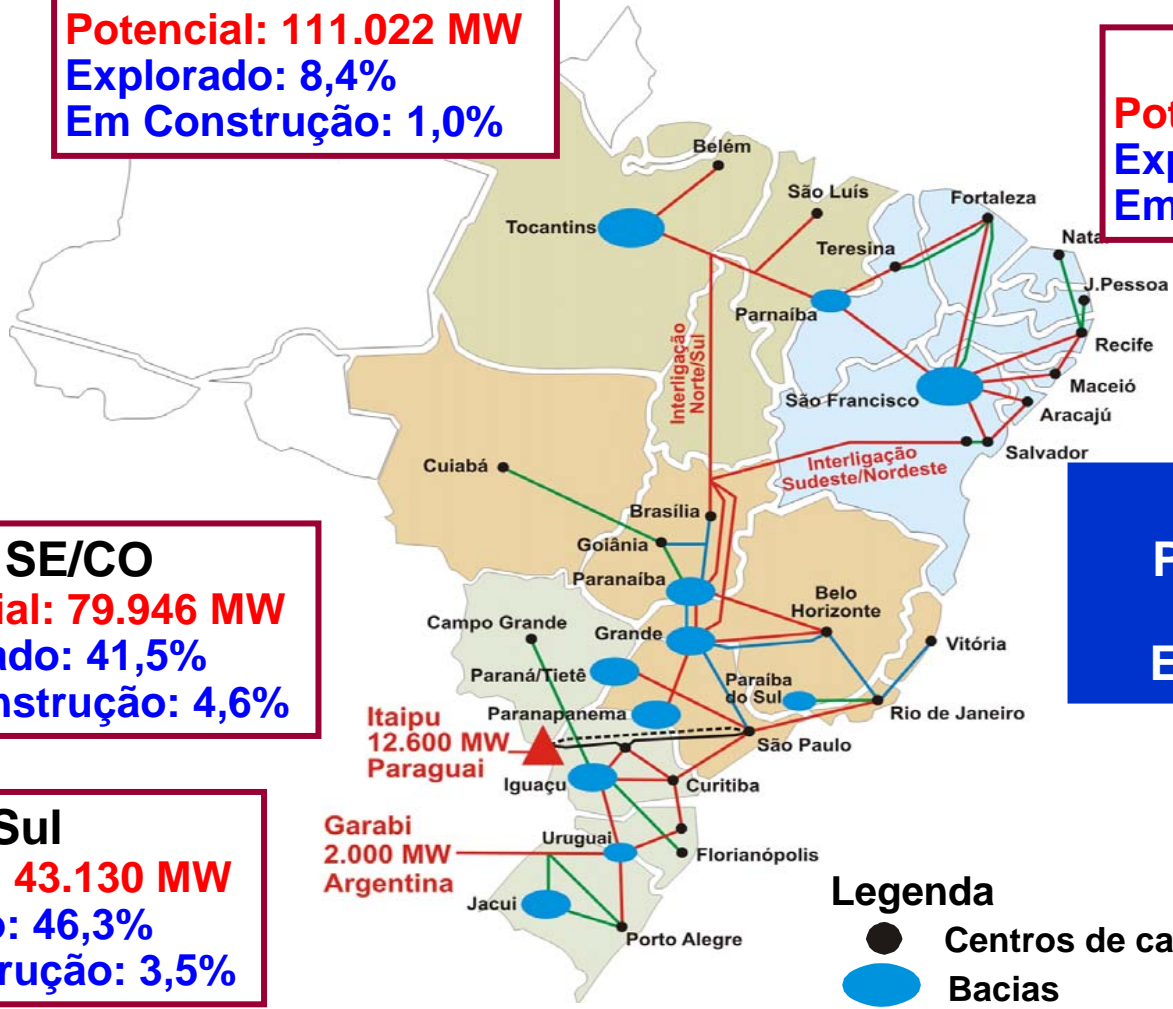
**Norte**  
**Potencial: 111.022 MW**  
**Explorado: 8,4%**  
**Em Construção: 1,0%**

**Nordeste**  
**Potencial : 25.995 MW**  
**Explorado: 42,0%**  
**Em Construção: 2,3%**

**SE/CO**  
**Potencial: 79.946 MW**  
**Explorado: 41,5%**  
**Em Construção: 4,6%**

**Brasil**  
**Potencial técnico**  
**260.093 MW**  
**Explorado: 28,2%**

**Sul**  
**Potencial: 43.130 MW**  
**Explorado: 46,3%**  
**Em Construção: 3,5%**



**Legenda**  
 ● Centros de carga  
 ● Bacias

Fonte: MME (2007)

# DIRETRIZES ENERGÉTICAS PARA A HIDROELETRICIDADE NO BRASIL -1/2

- Ampliar o Conhecimento do Potencial Hidroelétrico Nacional, com Estudos de Inventário e de Viabilidade de Usinas Hidrelétricas.
- Desenvolver a Hidroeletricidade de forma Sustentável, buscando o Equilíbrio entre Produção de Energia e os Aspectos Socioambientais e de Usos Múltiplos dos Recursos Hídricos.



# DIRETRIZES ENERGÉTICAS PARA A HIDRELETRICIDADE NO BRASIL -2/2

- Considerar o Aproveitamento de cerca de 180 GW até 2030 (do total de 260 GW do potencial hidrelétrico nacional), com Prioridade para as Usinas Hidrelétricas da Amazônia, dos rios Madeira, Xingu e Tapajós. O Programa Hidrelétrico no Período 2005/2030 seria de cerca de 100 GW.
- Reavaliar os 80 GW (do total de 260 GW do potencial hidrelétrico nacional), que atualmente apresentam Restrições Ambientais (áreas indígenas, reservas florestais, parques nacionais, etc), não considerados até 2030. Esta Reavaliação deve considerar o Aproveitamento deste Recurso Hídrico dentro do Conceito de Uso Múltiplo.

# A ALTERNATIVA NUCLEAR PARA PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL

## Histórico

- Angra I (década de 1970).
- Acordo Nuclear com a Alemanha, em 1975 (oito usinas nucleares de 1.245 MW até 1990).
  - .elevado crescimento do mercado;
  - .desconhecimento do potencial hidrelétrico nacional;
  - .dúvidas sobre a transmissão a longa distância.
- Operação de Angra II em 2000

# A ALTERNATIVA NUCLEAR PARA PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL

## Conclusão de Angra III – Decisão do CNPE

(Operação em 2014)

Competitividade com outras fontes primárias para produção de energia elétrica (considerando o que falta investir).

Necessidade do sistema elétrico nacional (grandes projetos – hidrelétricas da Amazônia e nucleares).

# A ALTERNATIVA NUCLEAR PARA PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL

## Por que a Geração Nuclear, no Futuro, no Brasil?

### 1) Esgotamento do Potencial Hidrelétrico Nacional, no longo prazo, horizonte 2030.

Do potencial hidrelétrico nacional, cerca de 90 MW em operação e 90 MW para implantação, totalizando 180.000 MW (potencial hidrelétrico total de 260.000 MW).

O país no longo prazo necessita de usinas térmicas (convencionais e nucleares) e de fontes alternativas (não hidráulica), em particular a eólica e a solar.

# A ALTERNATIVA NUCLEAR PARA PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL

## 2) Competitividade da Opção Nuclear

O custo da energia de origem nuclear situa-se no patamar de R\$150,00 compatível com os resultados dos últimos leilões e adicionalmente com os custos marginais futuros da energia elétrica, que são crescentes, no longo prazo.

# A ALTERNATIVA NUCLEAR PARA PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL

## 3) Operação de "Base"

A Usina Nuclear é adequada para uma operação "de base", necessária, no longo prazo, para o sistema gerador predominantemente hidrelétrico nacional.

Observação: outras usinas térmicas de base típicas são as de carvão mineral e de biomassa; a geração a gás natural tem limitações de custos para este tipo de operação e o gás natural tem outros usos mais nobres.

# A ALTERNATIVA NUCLEAR PARA PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL

## 4) Os Aspectos Ambientais

As usinas nucleares são as que menos emitem os gases de efeito estufa.

Rejeitos radioativos.

## 5) Desenvolvimento Tecnológico

Criação de empregos "nobres".

Qualidade da indústria nacional.

# DIRETRIZES ENERGÉTICAS PARA A GERAÇÃO NUCLEAR NO BRASIL

- Inserção Estratégica da Geração Nuclear no País, pela sua Competitividade e Aspectos Ambientais (emissão de gases de efeito estufa) para Operação de Base.
- Construção de Angra III para Operação em 2014.
- Dar Continuidade ao Programa Nuclear após Angra III, com 2 Usinas, uma na Região Nordeste e outra na Região Sudeste, até 2030.
- Cenários Planejados: Incrementos de 4.000, 6.000 e 8.000 MW, após Angra III, até 2030.



# DIRETRIZES ENERGÉTICAS PARA A GERAÇÃO A CARVÃO MINERAL NO BRASIL

- Priorizar o Carvão Mineral Nacional da Região Sul e Alternativas de Carvão Importado nas Regiões Nordeste e Sudeste, considerando a sua Competitividade, para uma Operação de Base.
- Priorizar o Desenvolvimento Tecnológico para a Queima Limpa do Carvão Mineral, para a Produção de Energia Elétrica, atendendo Requisitos Ambientais.
- Considerar uma Ampliação da Capacidade Instalada de cerca de 6.500 MW, até o ano 2030.

# DIRETRIZES ENERGÉTICAS PARA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA A GÁS NATURAL NO BRASIL

- Definir as Prioridades de Utilização do Gás Natural nos seus Diferentes Usos: Matéria Prima na Indústria Química, Geração de Calor na Indústria e Cogeração, Transporte Veicular e Geração de Energia Elétrica.
- Considerar a Integração Gasífera no Continente Sulamericano, via Gasodutos e GNL, visando a Segurança de Suprimento.
- Considerar Cenários, para a Geração de Energia Elétrica a partir do Gás Natural e GNL, de Incrementos de 7 a 11 GW, no Período 2015/2030.

# DIRETRIZES ENERGÉTICAS PARA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA COM FONTES ALTERNATIVAS NO BRASIL

- Considerar o Aproveitamento da Geração Eólica, com um Incremento da ordem de 5 GW até 2030, respeitando a Modicidade Tarifária.
- Planejar, até 2030, uma Geração de Energia Elétrica de cerca de 1.300 MW com Resíduos Urbanos, cerca de 7.000 MW com PCH e cerca de 6.000 MW com Biomassa da Cana-de-açúcar. Estes valores poderão ser mais Elevados, em função de Evolução Tecnológica e Competitividade.
- Promover um Mercado Sustentável para Fontes Alternativas de Energia com Sinergia das Políticas Energética e Industrial.

# DIRETRIZES ENERGÉTICAS PARA INCORPORAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO BRASIL

- Necessidade de Programas de Governo, na Área de Eficiência Energética, de forma a Reduzir, até 2030, um montante de cerca de 9% do Consumo Final de Energia,
- Necessidade de Definir uma Política e um Plano Nacional de Eficiência Energética.

# DIRETRIZES ENERGÉTICAS PARA A INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NO BRASIL

- Considerar o Potencial de Inserção de Diversas Tecnologias, até 2030, tais como: Etanol por Hidrólise, Gaseificação da Biomassa, Célula a Combustível e Utilização de Hidrogênio.
- Necessidade de Definir uma Política de Inovação Tecnológica, no Campo da Produção e Utilização da Energia Elétrica.

# GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA (GW)

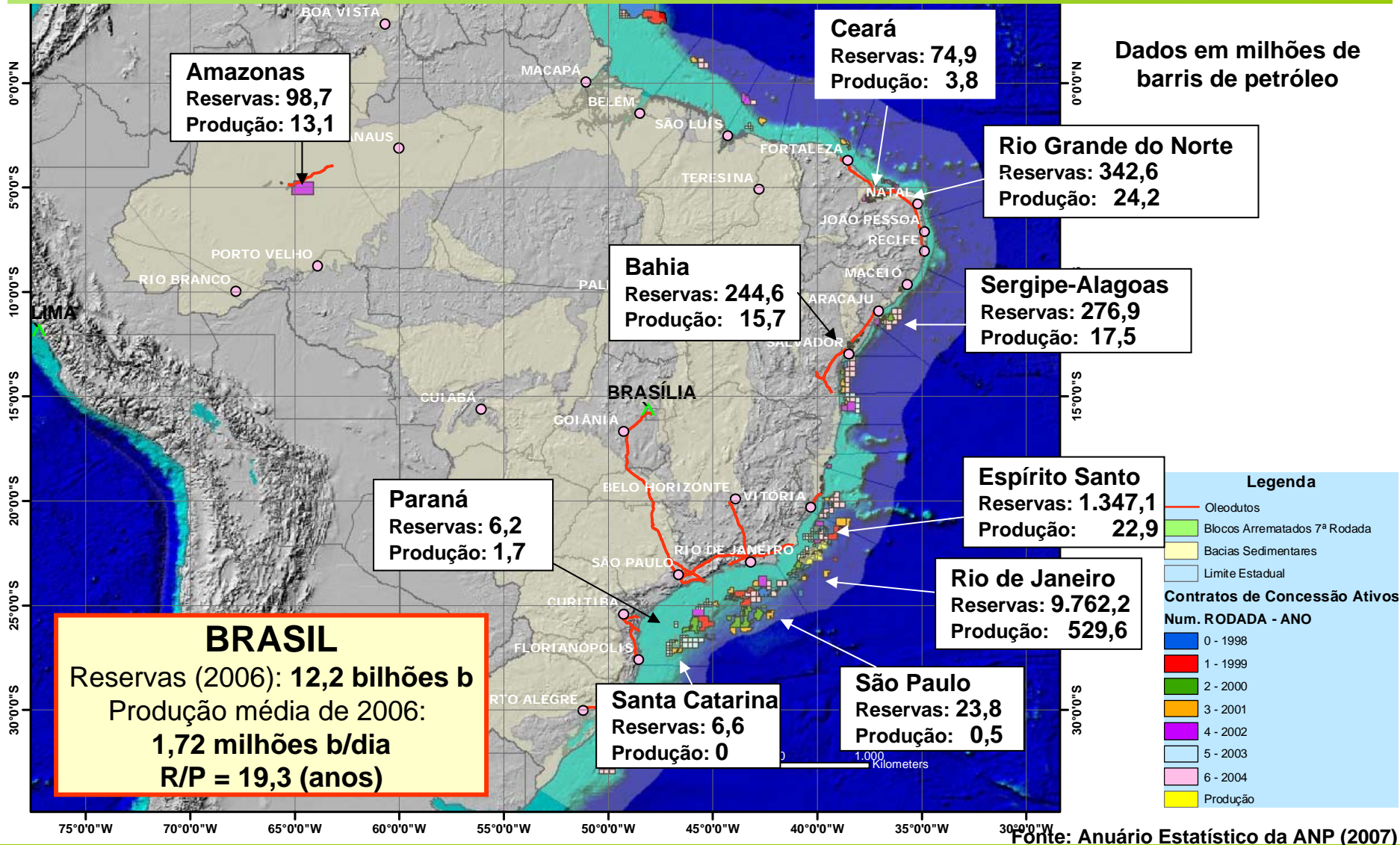
Fontes	2005	2015	2030
Hidrelétricas Grande Porte	68,6	99,0	156,3
Térmica	16,9	24,3	39,9
Gás Natural	8,7	13,0	21,0
Nuclear	2,0	3,3	7,3
Carvão	1,4	2,5	6,0
Outras	4,8	5,5	5,5
Alternativas	1,4	5,5	20,3
PCH	1,3	2,3	7,7
Eólicas	-	1,4	4,7
Biomassa	0,1	1,8	7,9
Importação + Outras	13,6	13,3	8,4
<b>TOTAL</b>	<b>100,5</b>	<b>142,1</b>	<b>224,9</b>

# APÓS 2030

- Esgotamento do Potencial Hidráulico
- Aceleração do Programa Térmico
- Fontes Alternativas
- Programa de Eficiência Energética

# PETRÓLEO

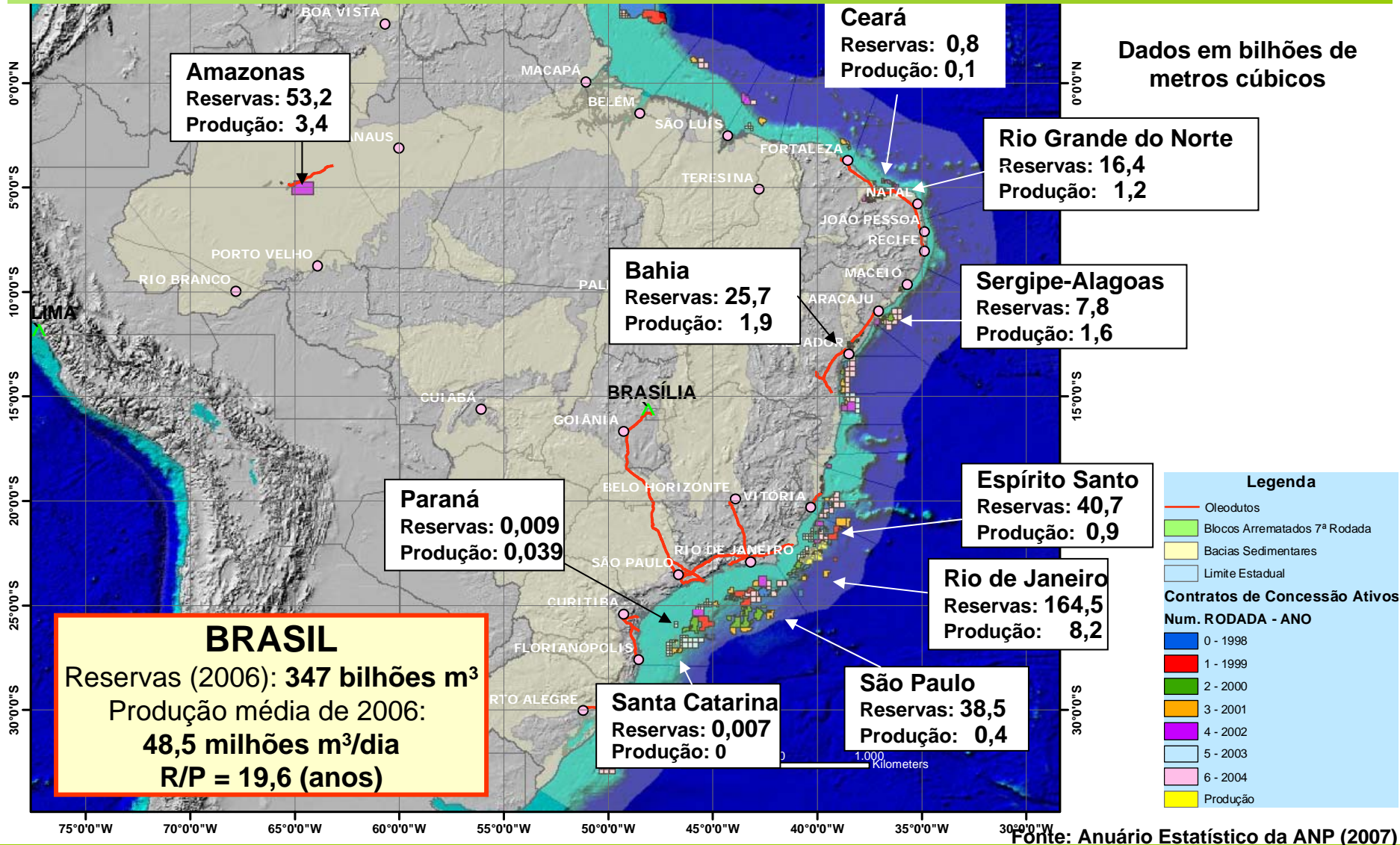
## RESERVAS PROVADAS E PRODUÇÃO





# GÁS NATURAL

## RESERVAS PROVADAS E PRODUÇÃO



# AGENTES ECONÔMICOS DA INDÚSTRIA DA CANA-DE-AÇUCAR

Fase Agrícola da Cana de Açúcar

SAFRA de CANA DE AÇUCAR EM 2008: 550 MILHÕES DE TONS



Fase da Industria do Açúcar e do Álcool

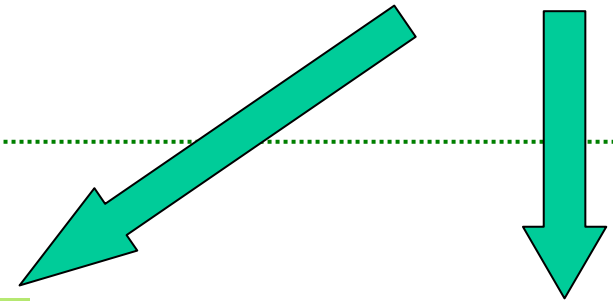
PRODUÇÃO DO ETANOL EM 2008: 25 BILHÕES DE LITROS

94% de todos os postos têm bomba de etanol.

Mercado de Preços Livres

MERCADO DOMÉSTICO DE ETANOL (2008): 20 BILHÕES DE LITROS

ETANOL EXPORTADO EM 2008: 5 BILLION LITERS



# Frota de Veículos Totalmente Flex – Uma Realidade Brasileira

**Qualquer Mistura de Álcool e Gasolina de 0 a 100%;**

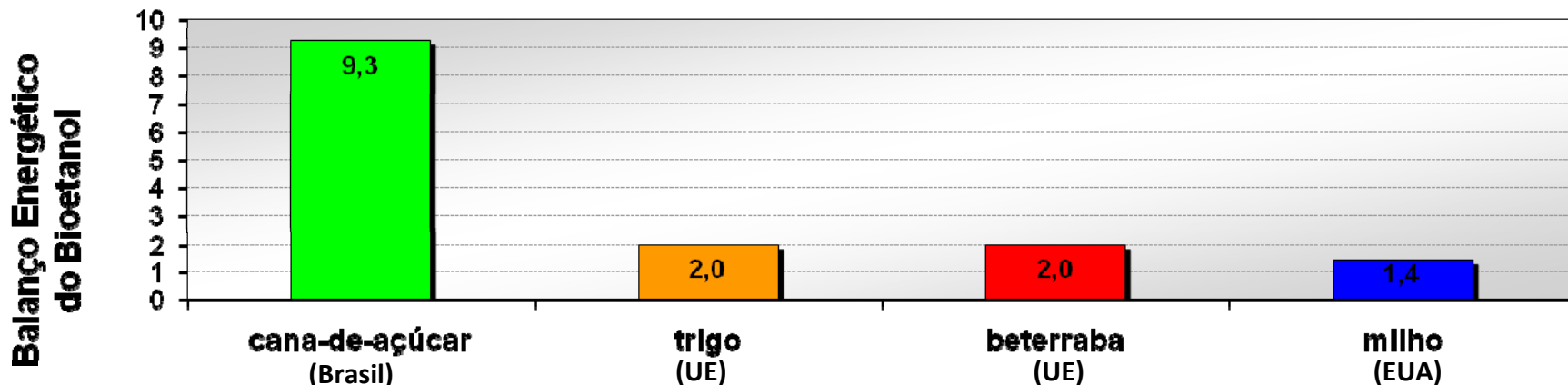
**Mercado de Veículos Flex - 6.7 milhões de carros vendidos (2003 até setembro/2008), cerca de 87% do total;**

**Frota Atual de 23 milhões de veículos leves, cerca de 29% de veículos flex (73% até 2017).**

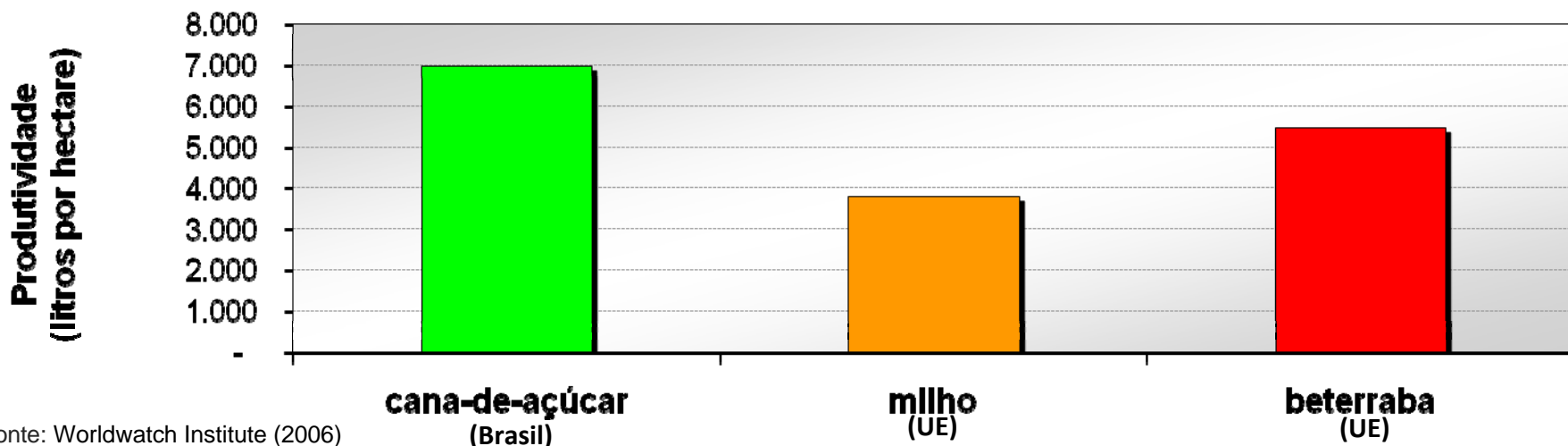
Fonte: MDIC;  
ANFAVEA - 2008

# VANTAGENS DO ETANOL DERIVADO DA CANA-DE-AÇUCAR

## 1) Balanço de Energia Favorável



## 2) Maior rendimento de produção por hectares utilizado



Fonte: Worldwatch Institute (2006)

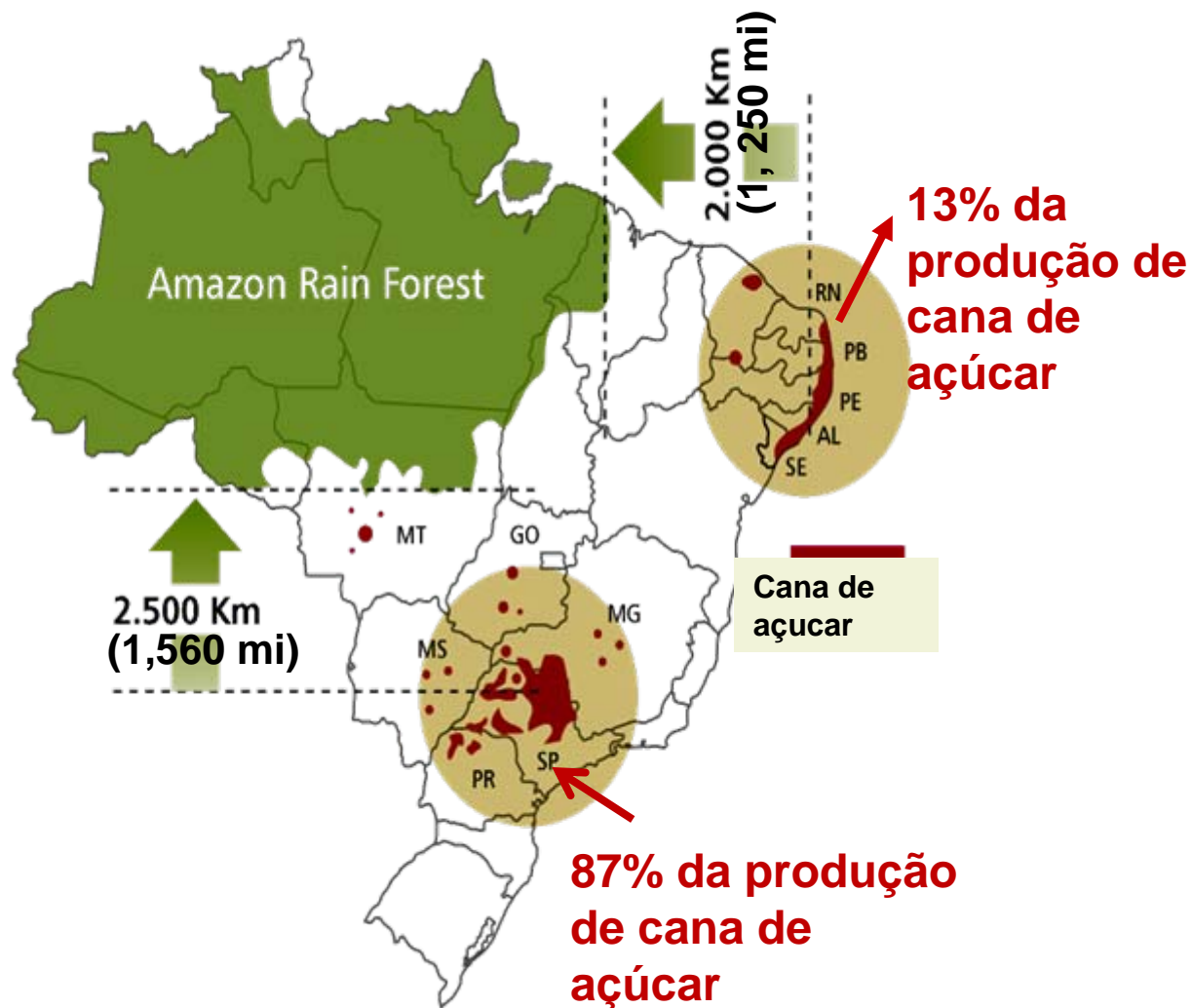
# CANA-DE-AÇUCAR NO BRASIL

Brasil é o pioneiro na produção de biocombustíveis em larga escala e em seu uso (o segundo maior produtor depois dos EUA e o maior exportador)

O potencial para a geração de energia elétrica é de cerca de 140 TWh/ano (32 GW de capacidade instalada)

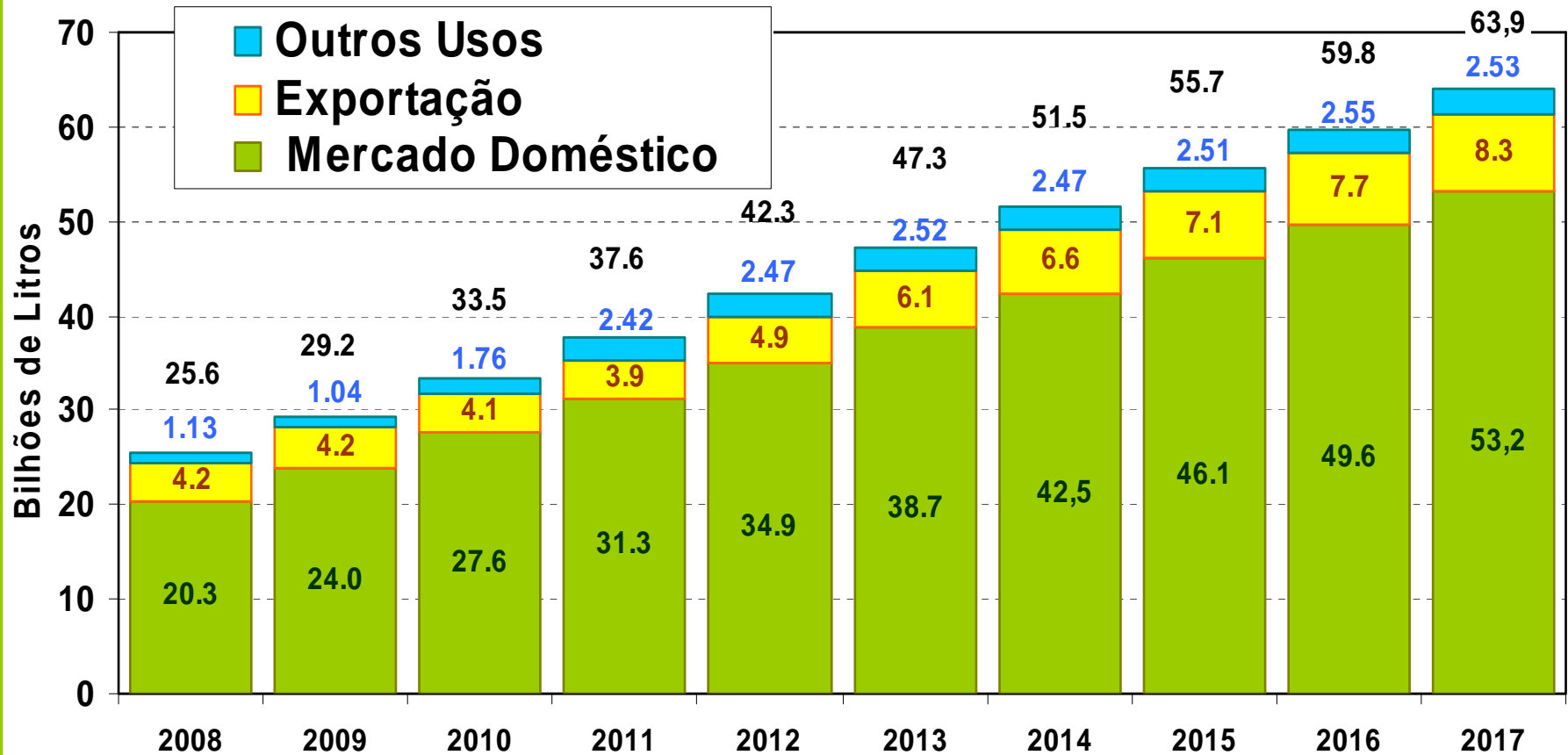
Somente 6,4 milhões de hectares são utilizados, 0,8% da área total do País disponível.

O desenvolvimento sustentável da produção de biocombustíveis e a produção de alimentos é completamente realizável.



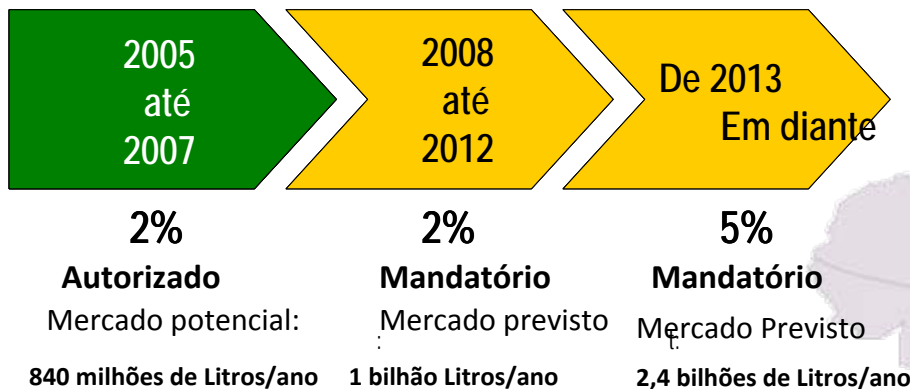
Source: NIPE-Unicamp, IBGE, CTC and UNICA.

# Etanol Brasileiro: Crescimento Esperado

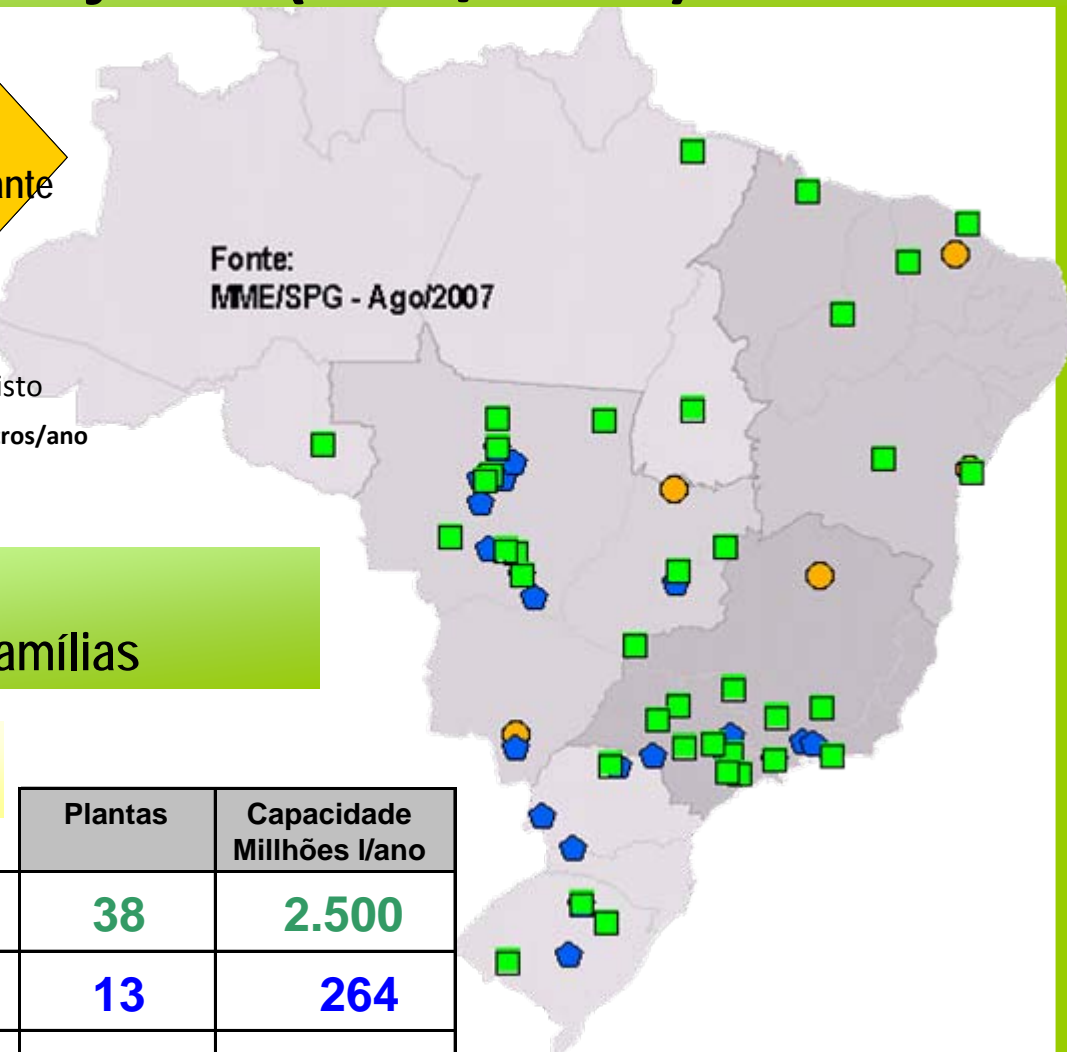


Fonte: MME ( PDE 2008-2017 rev. 2)

# BIODIESEL: Produtores em Operação Comercial e Previsão de Projetos ( Dez/2008)



Fonte: MME/SPG - Ago/2007



**simbolos:**  
■ Em operação  
⬠ Em regularização(ANP / SRF)  
● Em construção

## EMPREGOS CRIADOS:

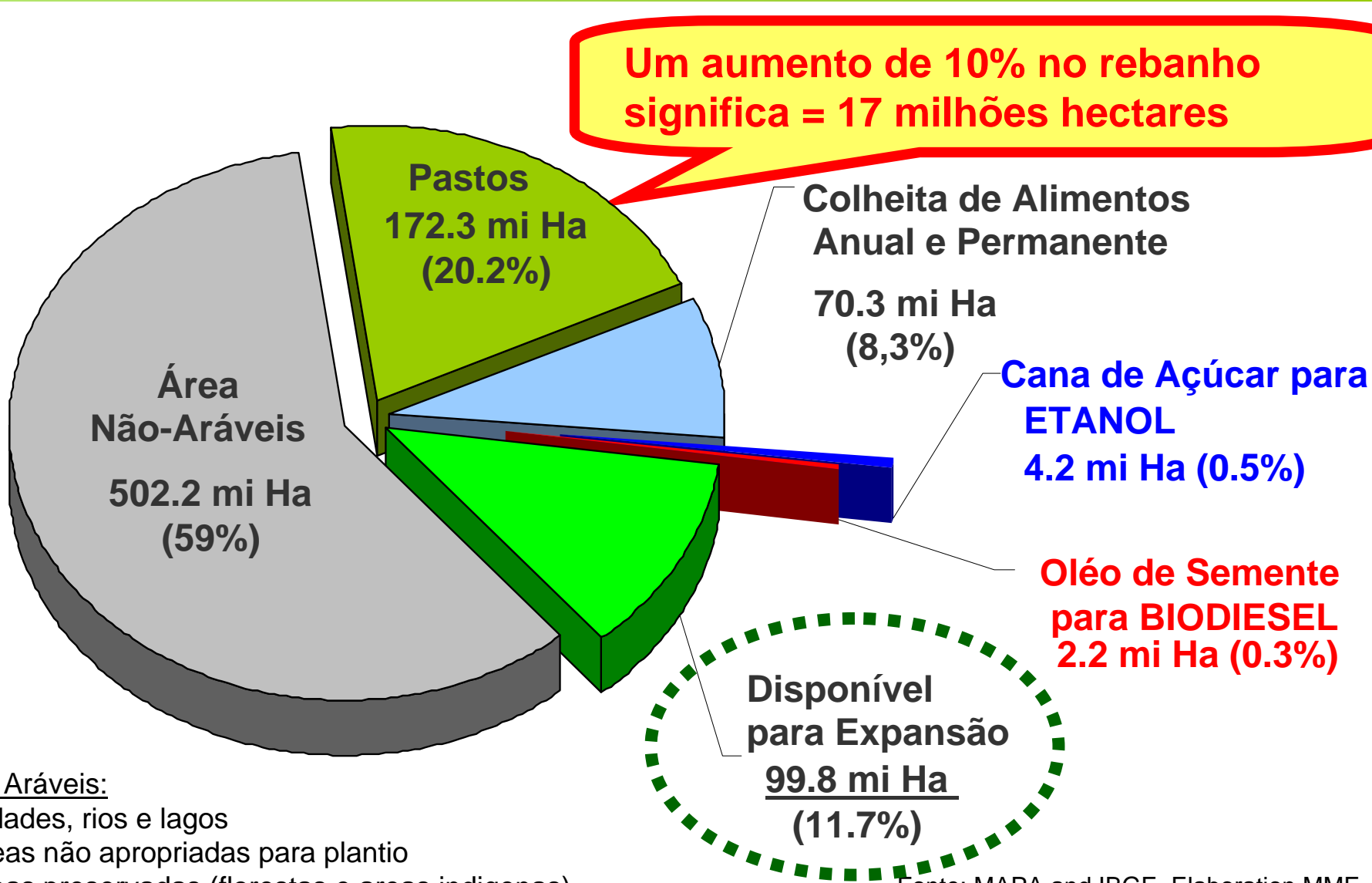
Agricultura Familiar = 100 mil Famílias

35.000 postos de gasolina vendem B2

	Plantas	Capacidade Millhões l/ano
<b>EM OPERAÇÃO</b>	<b>38</b>	<b>2.500</b>
<b>EM PROCESSO DE AUTORIZAÇÃO</b>	<b>13</b>	<b>264</b>
<b>NOVOS PROJETOS</b>	<b>44</b>	<b>1.258</b>
<b>TOTAL</b>	<b>88</b>	<b>4.021</b>

# Terra em Uso no Brasil - 2007

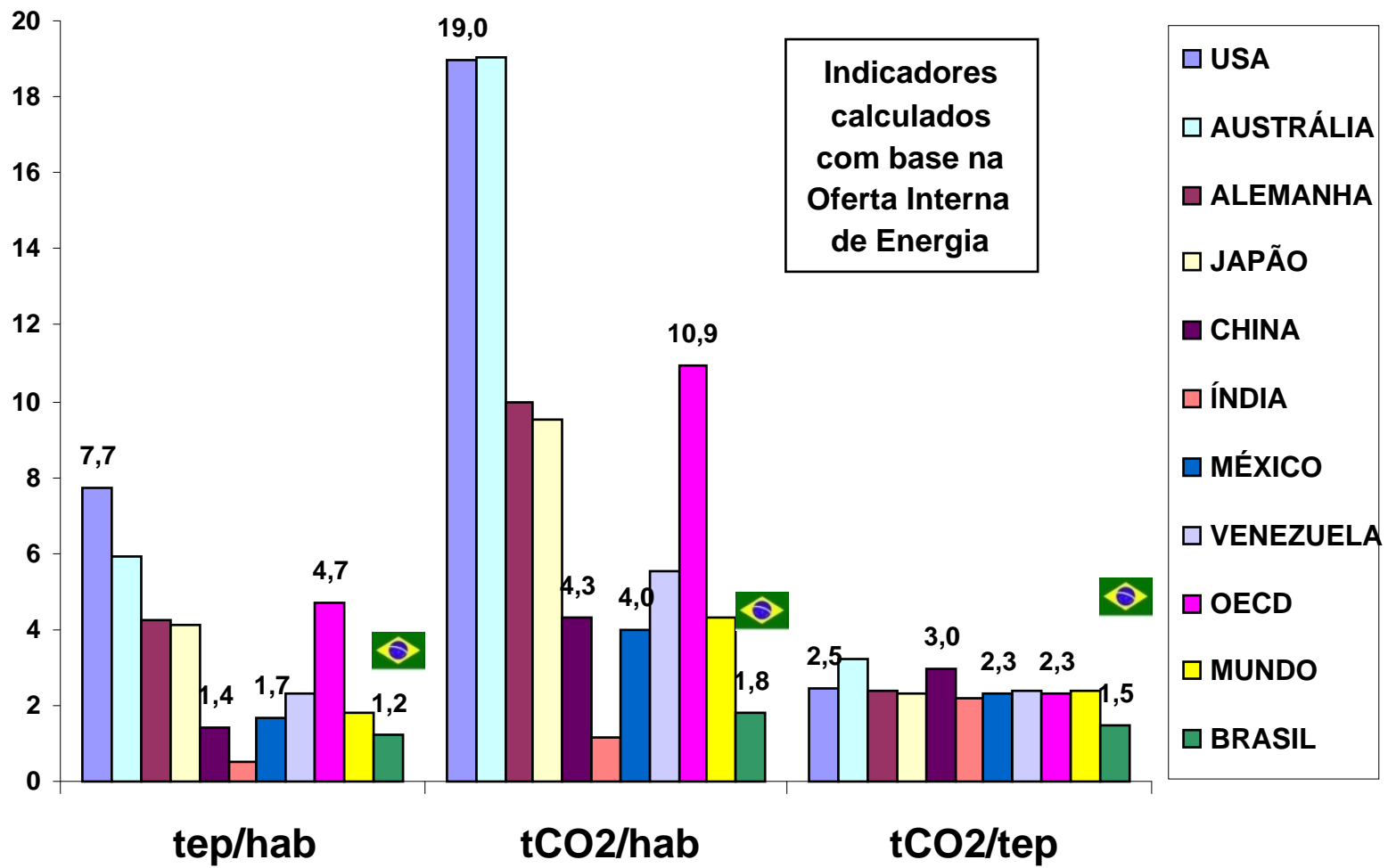
Área Total = 851 milhões de hectares



Fonte: MAPA and IBGE. Elaboration MME.

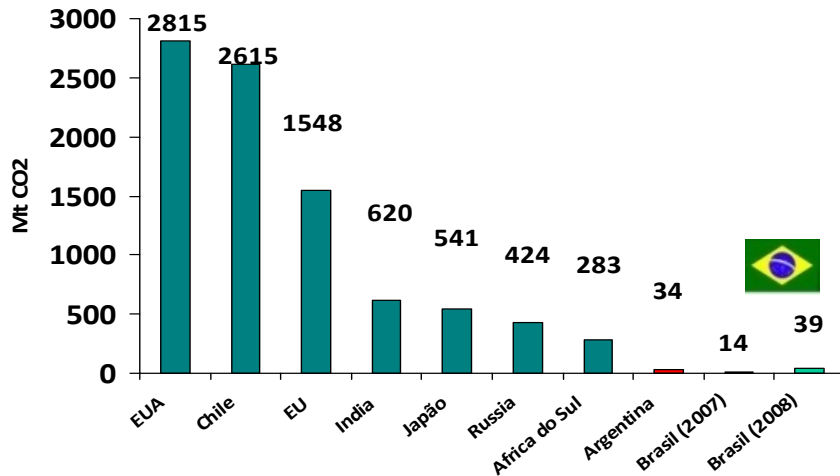


# INDICADORES DE EMISSÕES DE CO2 DO SETOR ENERGÉTICO BRASIL E MUNDO (2006)

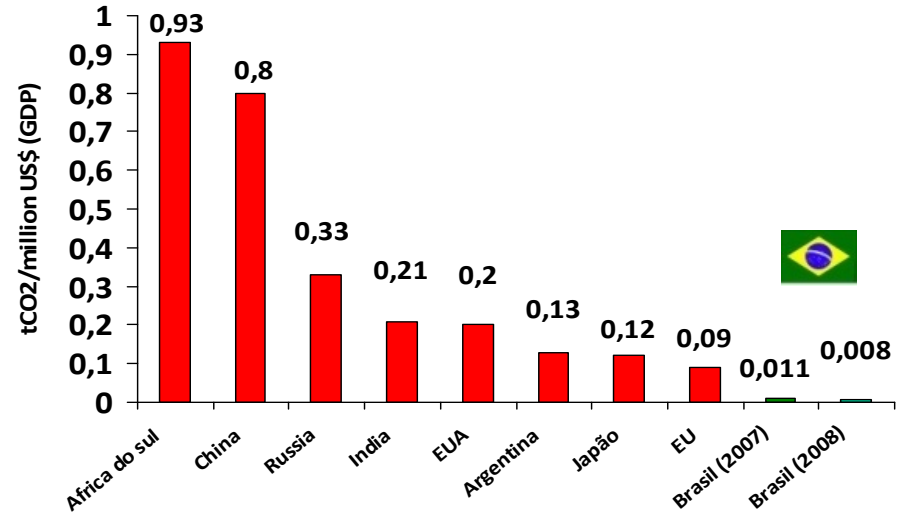


# Emissões de Gases de Efeito Estufa do Setor Elétrico

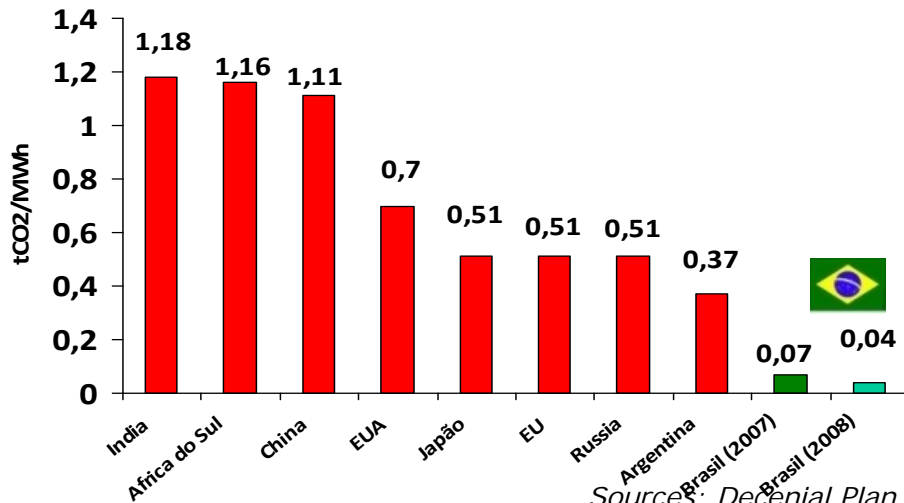
## GEE Total (Setor Elétrico)



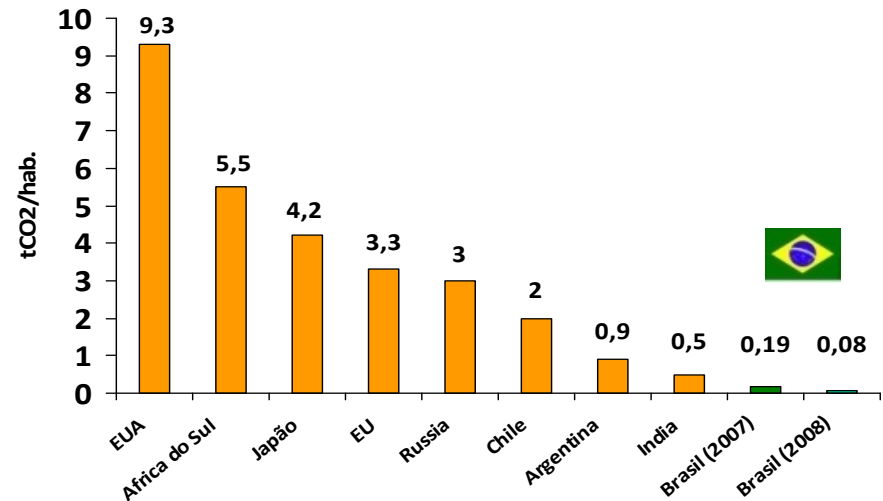
## Emissões de GEE / PIB



## Emissões de GEE/ Consumo de Eletricidade



## Emissões de GEE /Capita



Sources: Decennial Plan 2008/2017

# ALGUNS PROJETOS HIDRELÉTRICOS NA REGIÃO NORTE

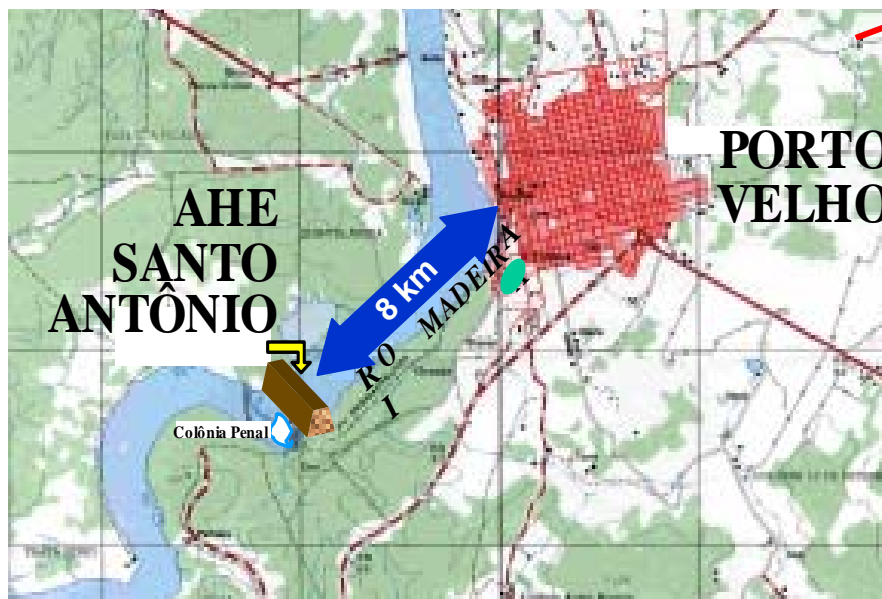
## Projetos Hidrelétricos na Região Norte a serem Leiloados até 2010

**Santo Antônio – 3.168 MW – 10/12/2007**

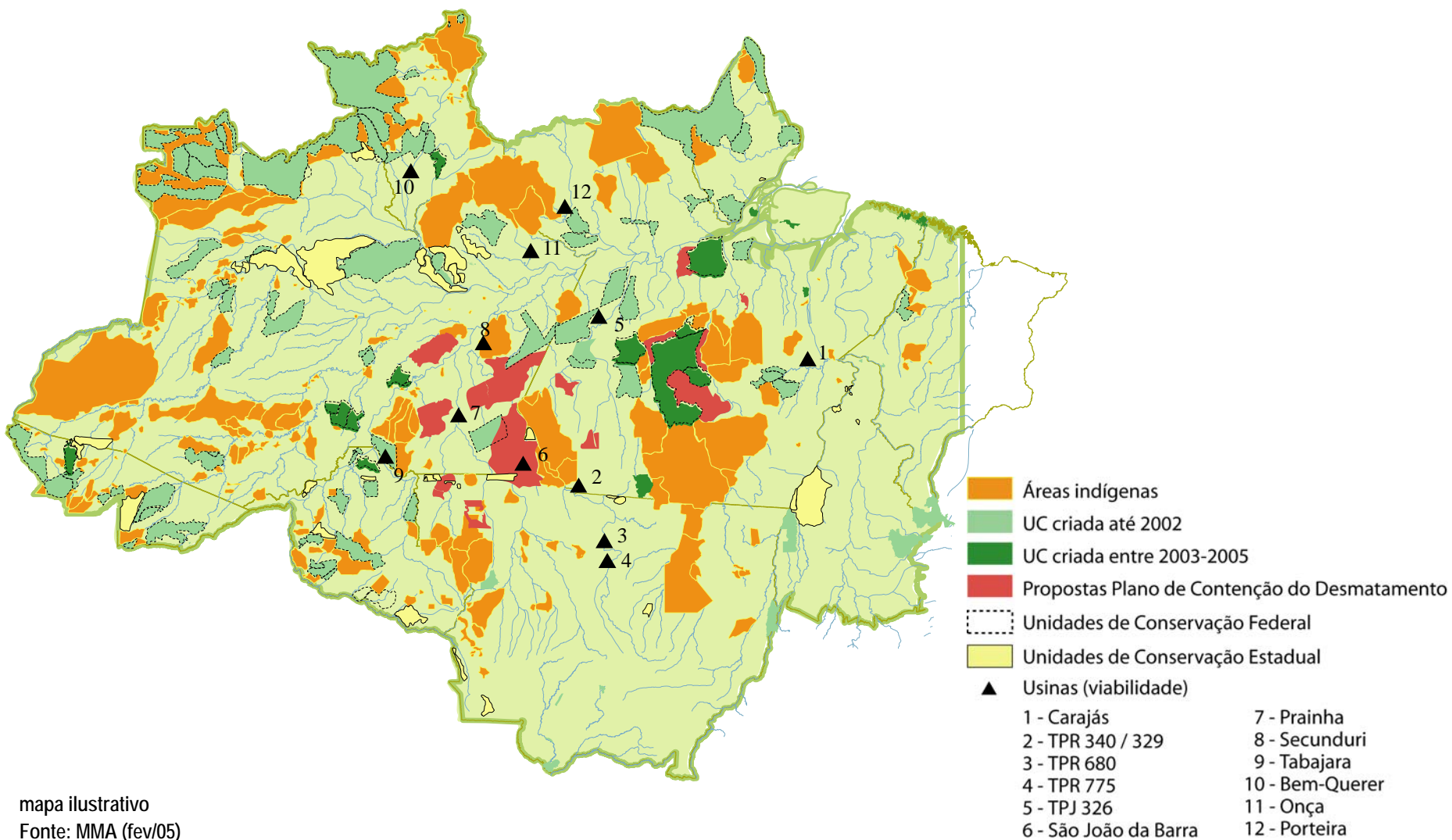
**Jirau – 3.326 MW – 19/05/2008**

**Belo Monte – 11.187 MW – 2009**

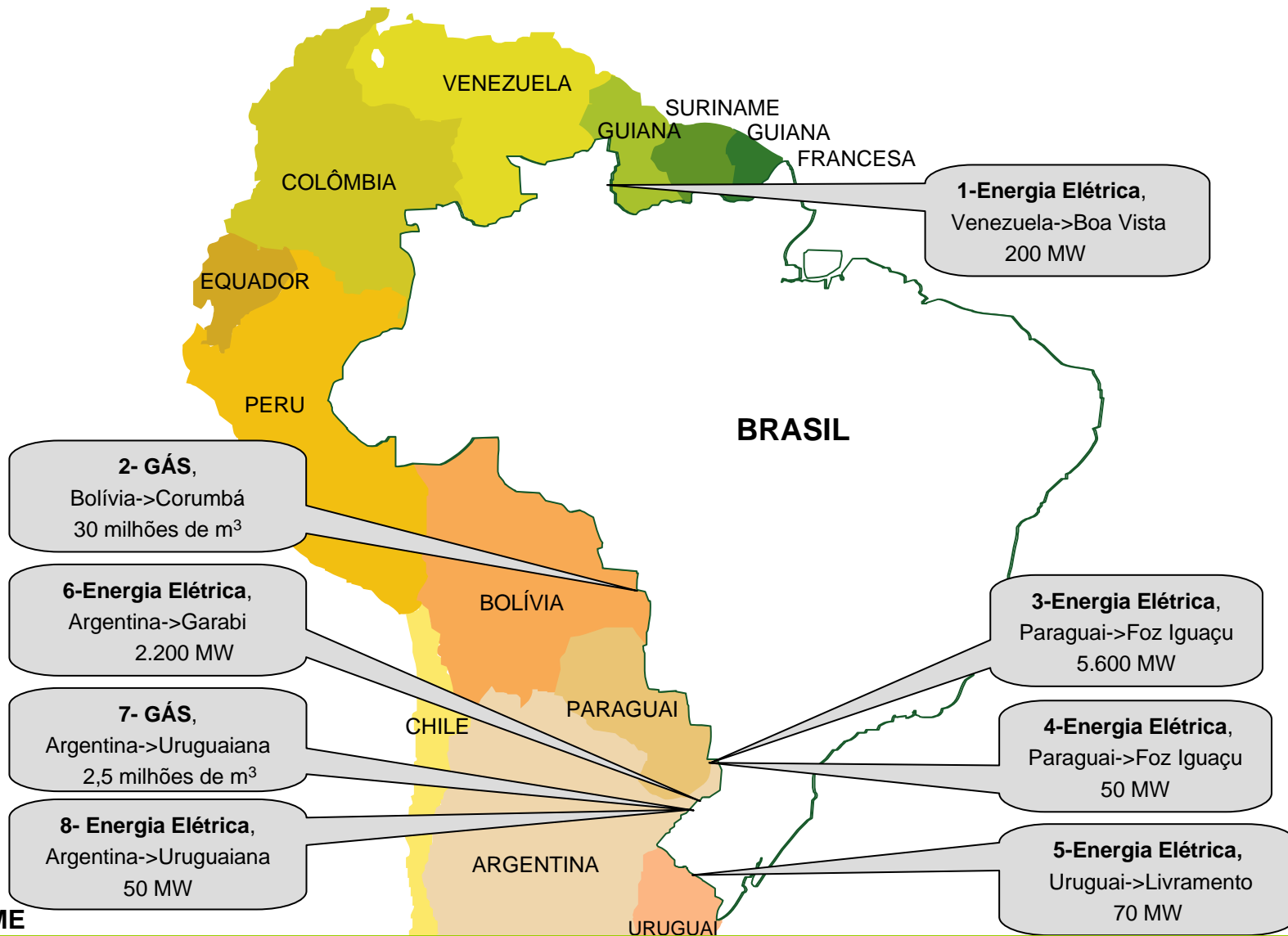
**São Luis – 9.000 MW - 2010**



# EVOLUÇÃO DAS ÁREAS DE PROTEÇÃO



# INTEGRAÇÕES ENERGÉTICAS EXISTENTES BRASIL



Fonte: MME

# Região da CIER

## Recursos Energéticos e Reservas

Potencial Hidro	607,4 GW (20% em operações ou em construção)
Reserva de Gás Produção	6.350 x 10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup> 116 x 10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup> (55 anos)
Reserva de Carvão Produção	17,8 x 10 <sup>9</sup> ton 135 x 10 <sup>6</sup> ton (> 130 anos)
Reserva de Petróleo Produção	102 x 10 <sup>9</sup> bbl 135 x 10 <sup>6</sup> bbl/dia (42 anos)

Fonte: BP Statistical Review of World Energy – June 2007 e OLADE

# Participação Hidrelétrica na Capacidade Instalada

## Potencial Hidrelétrico já Aproveitado

País	Participação Hidro (%)	Potencial	
		TW	Aproveitado
Paraguai	99,9	12,5	59,3
Brasil	76,0	260,0	27,3
Uruguai	69,0	1,8	85,4
Colômbia	67,5	93,1	9,6
Venezuela	65,7	46,0	31,7
Equador	45,1	21,8	8,1
Peru	48,3	61,8	5,2
Chile	36,2	26,0	18,5
Bolívia	34,6	39,9	1,2
Argentina	35,0	44,5	22,1
Região	64,5	607,4	20,4
Outros (Guiana e Suriname)	50,2	1,3	20,4

Fonte: OLADE e Conselho Mundial de Energia