

# CONSELHO NACIONAL DE POLÍTICA ENERGÉTICA - CNPE



## Plano Nacional de Energia 2030

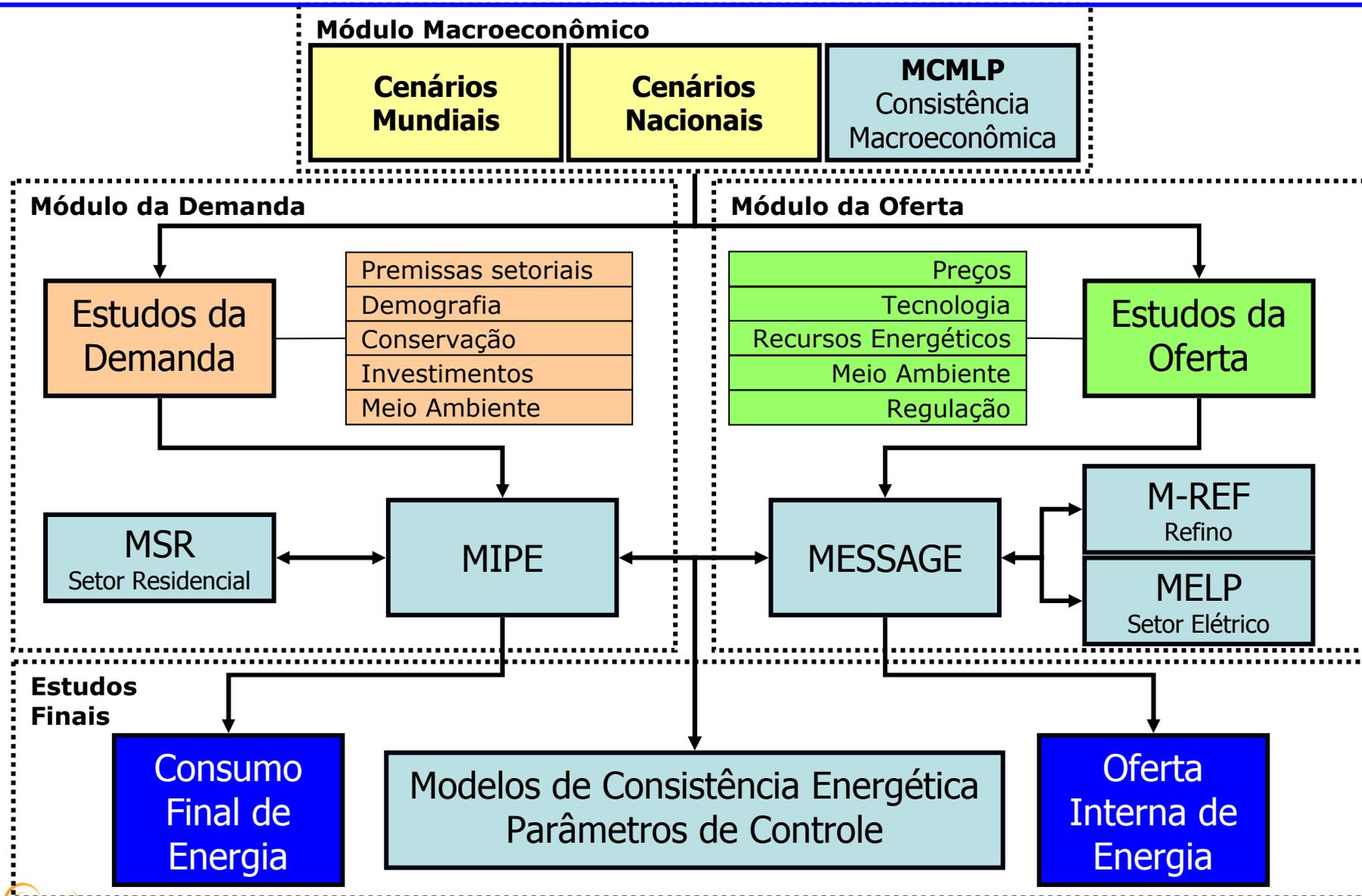
**Mauricio Tolmasquim**

**Presidente**

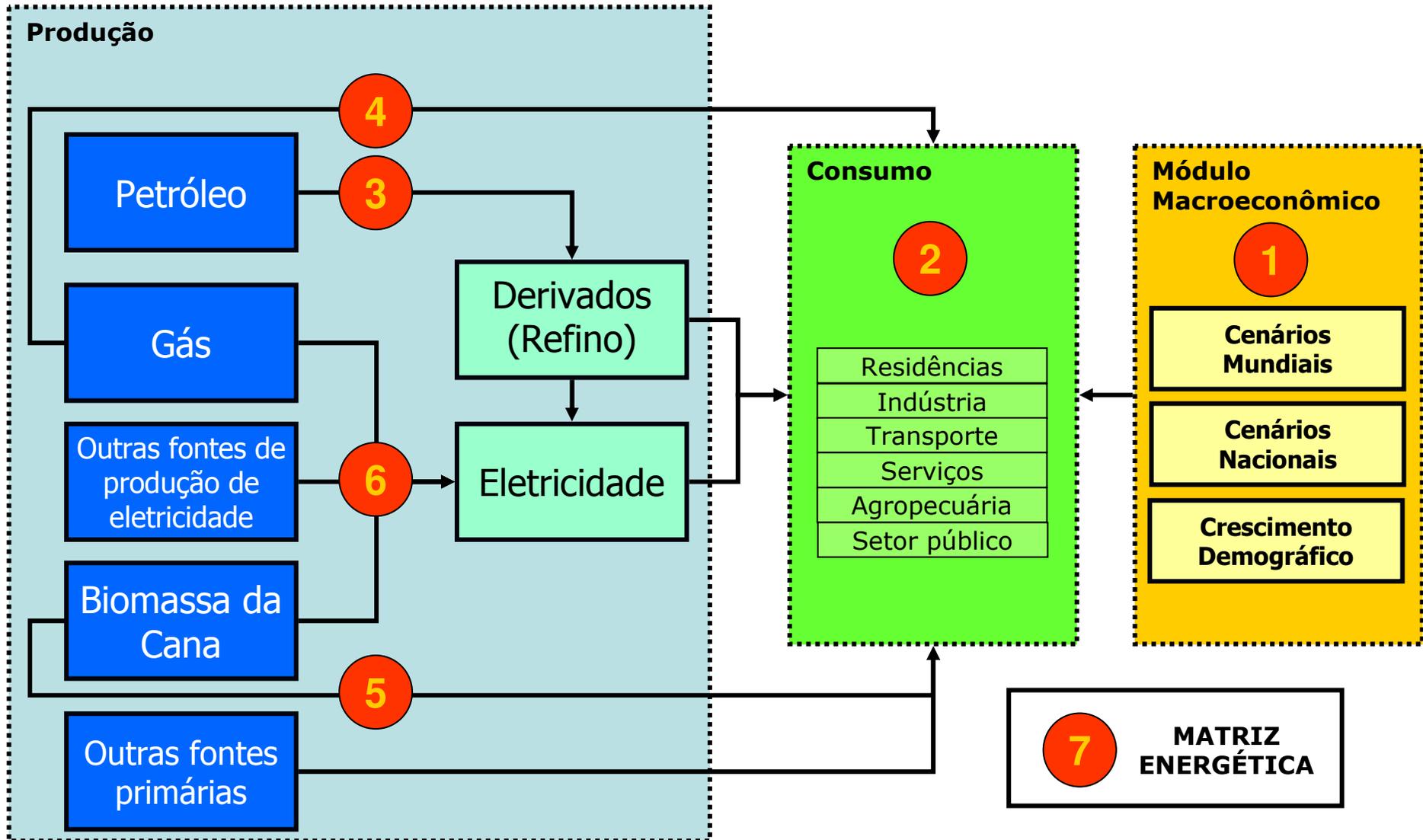
**Empresa de Pesquisa Energética – EPE**

**Brasília, 2007**

## Metodologia geral

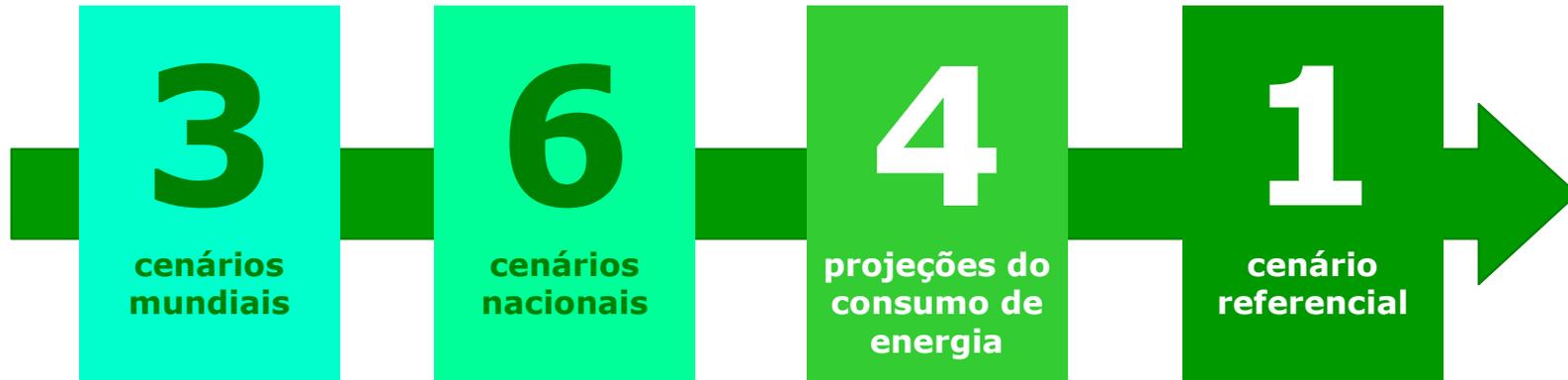


# Metodologia geral

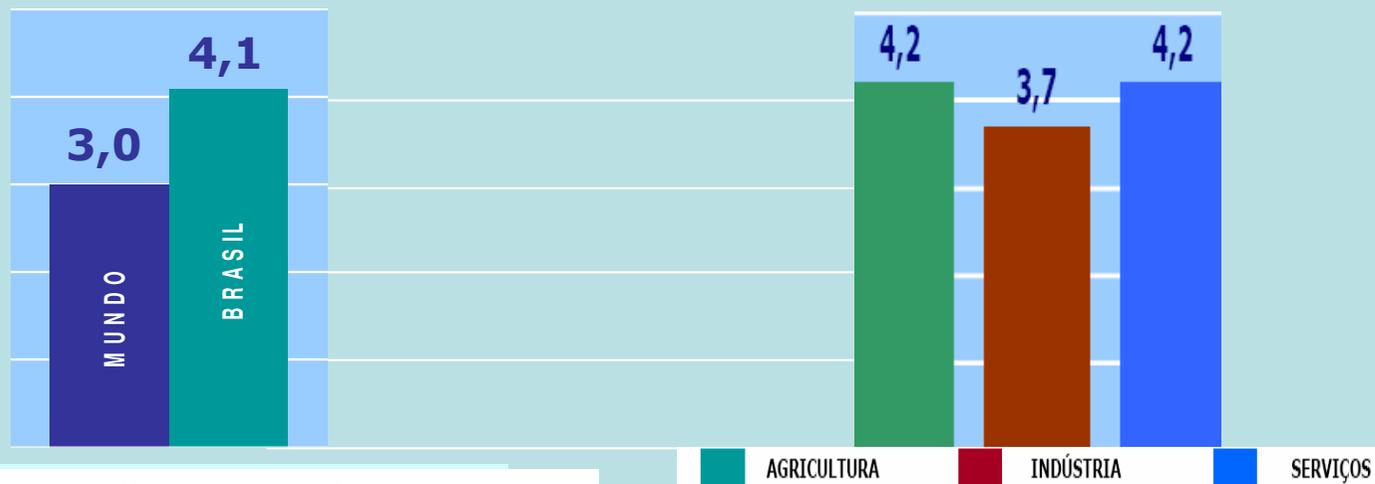


Mundo: 1970-2005: 3,7% 80-2005: 3,5%

## Cenários: crescimento do PIB 2005-2030



### CENÁRIO MACROECONÔMICO DE REFERÊNCIA

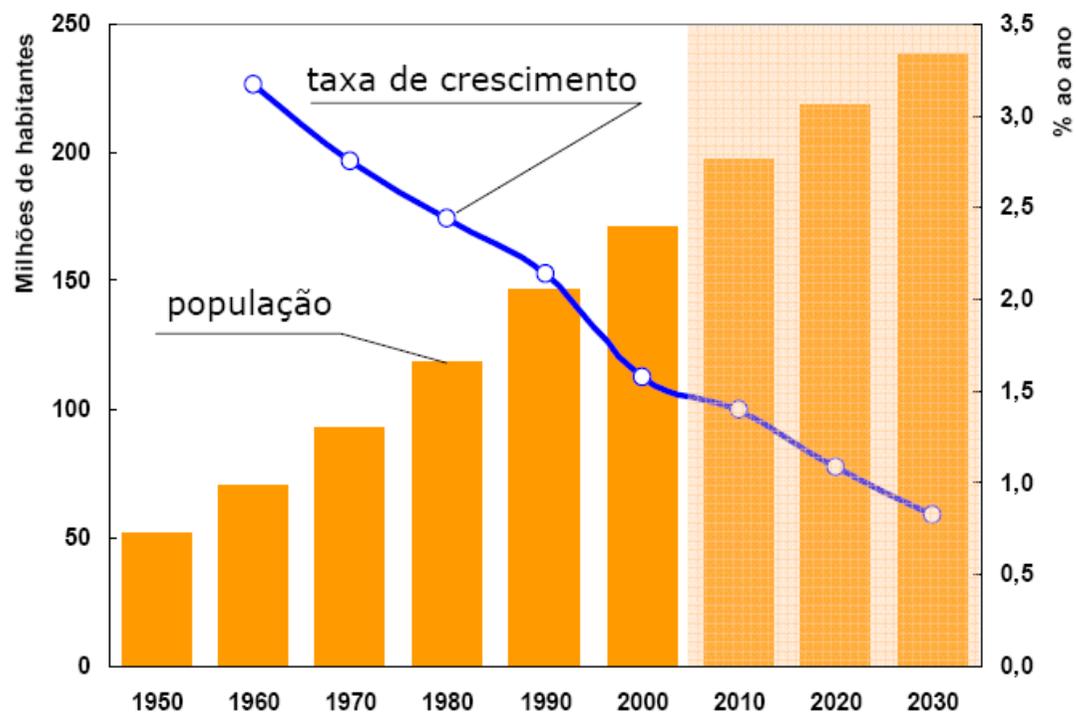


Crescimento médio no período 1970-2005  
Mundo: 3,7% a.a      Brasil: 4,0% a.a.

Crescimento da economia brasileira  
1970-2005: 4,0% ao ano  
1980-2005: 2,2% ao ano

Obs.: taxas médias anuais  
Elaboração: EPE

## Cenários: crescimento demográfico



retorna



### CRESCIMENTO DA POPULAÇÃO

	milhões de habitantes	
2005	185,5	} 53,1
2030	238,6	

### COMPARÁVEL À POPULAÇÃO DA



ESPAÑA  
(2003)  
40 milhões

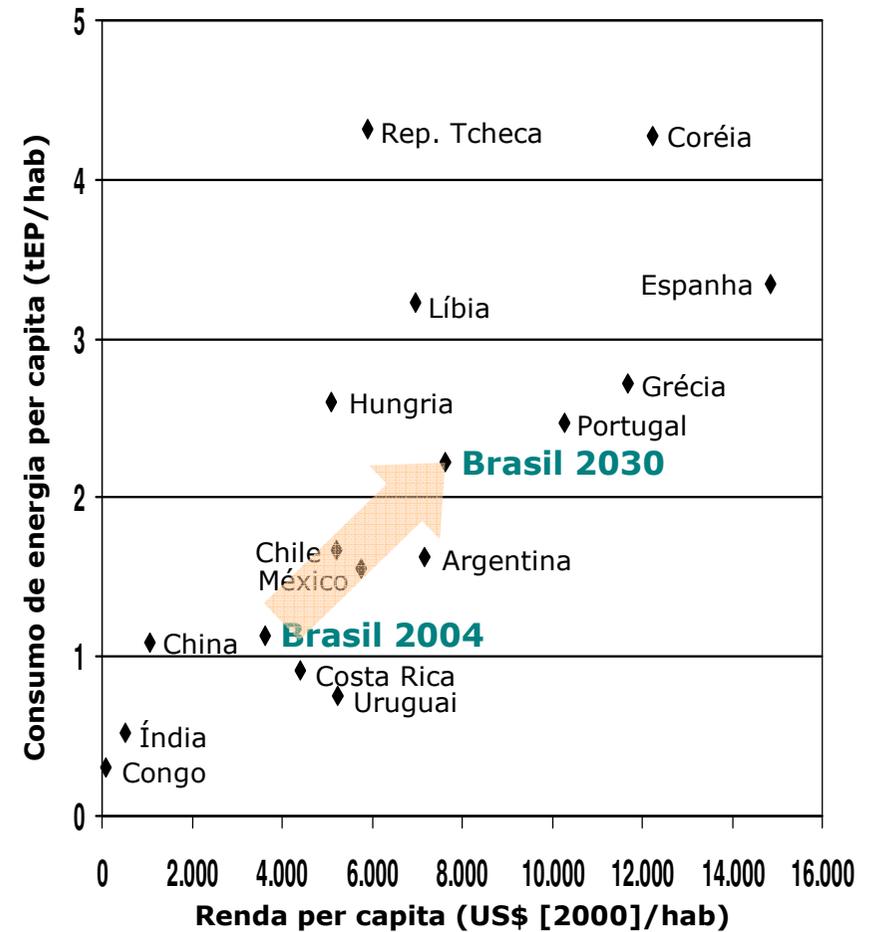
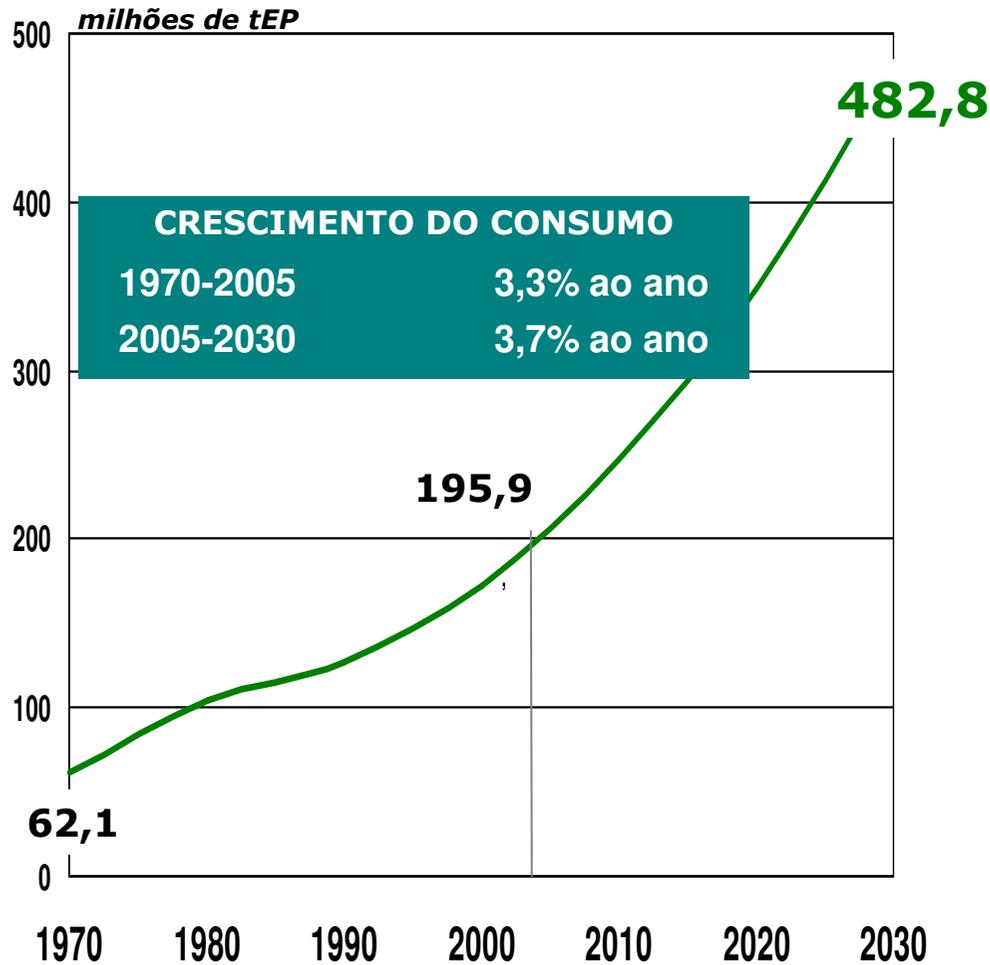


REGIÃO  
NORDESTE  
(2005)  
51 milhões



FRANÇA  
(2003)  
61 milhões

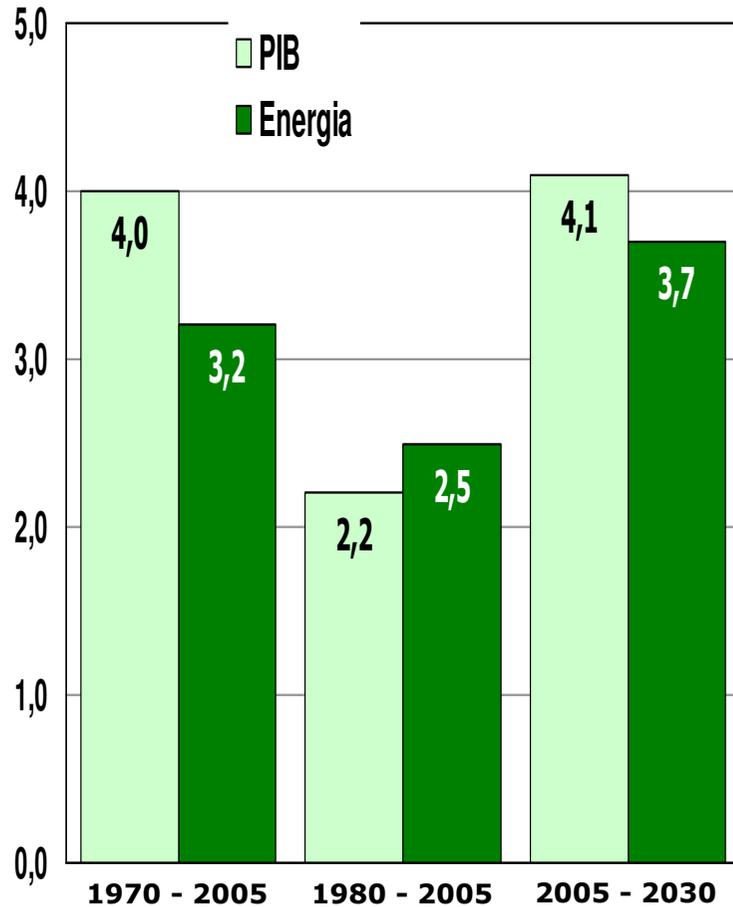
## Consumo de energia: projeções do consumo final



Obs: Dados referentes ao ano de 2003.  
 Fonte dos dados internacionais: AIE, 2005

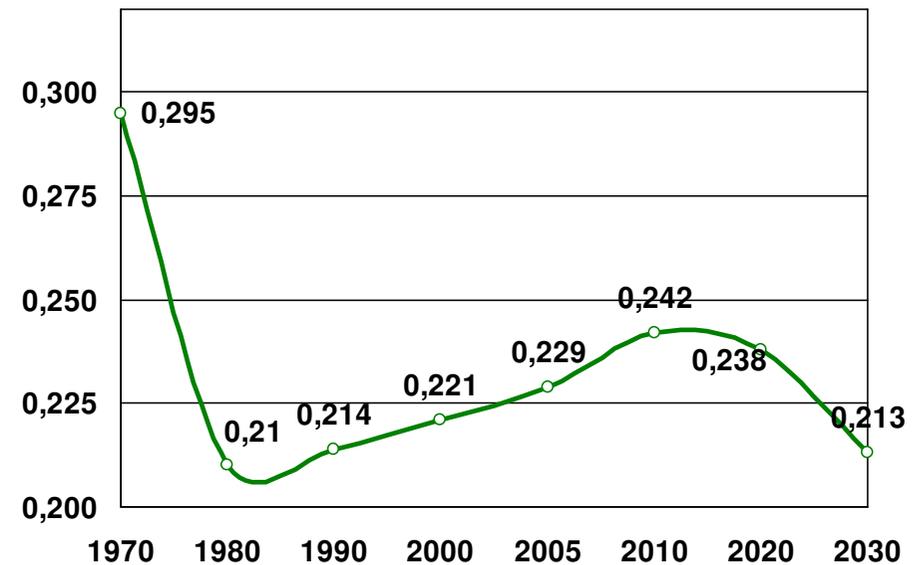
## Consumo final energético: elasticidade e intensidade energética\*

### Elasticidade-renda do consumo



### Intensidade energética do PIB\*

tEP/US\$ 1000 [2005]

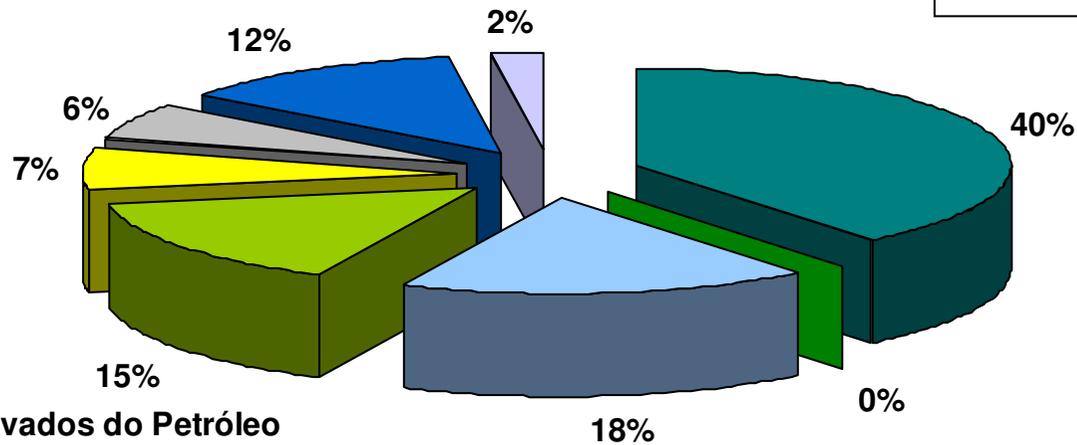


• *Exclusive consumo não energético*  
Elaboração: EPE

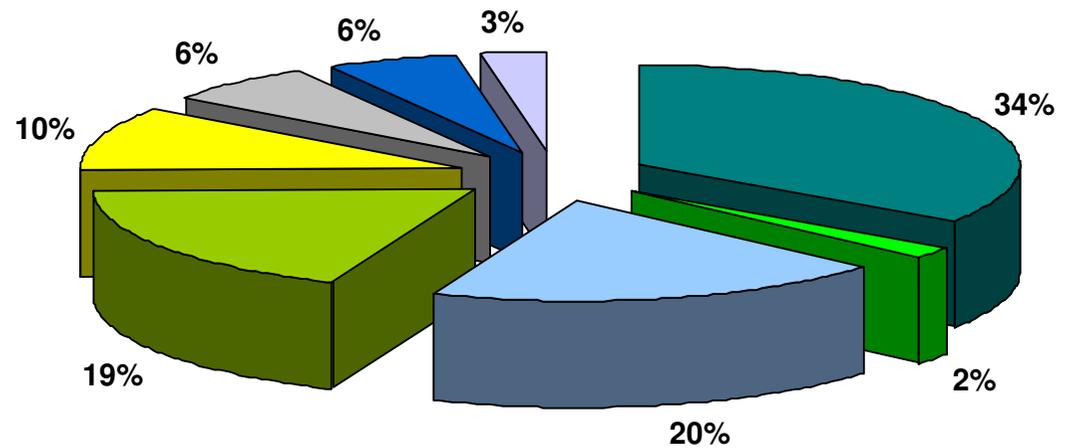
## Consumo final energético: estrutura por fonte

2005

	2005	2030
Milhões de tep	196	483



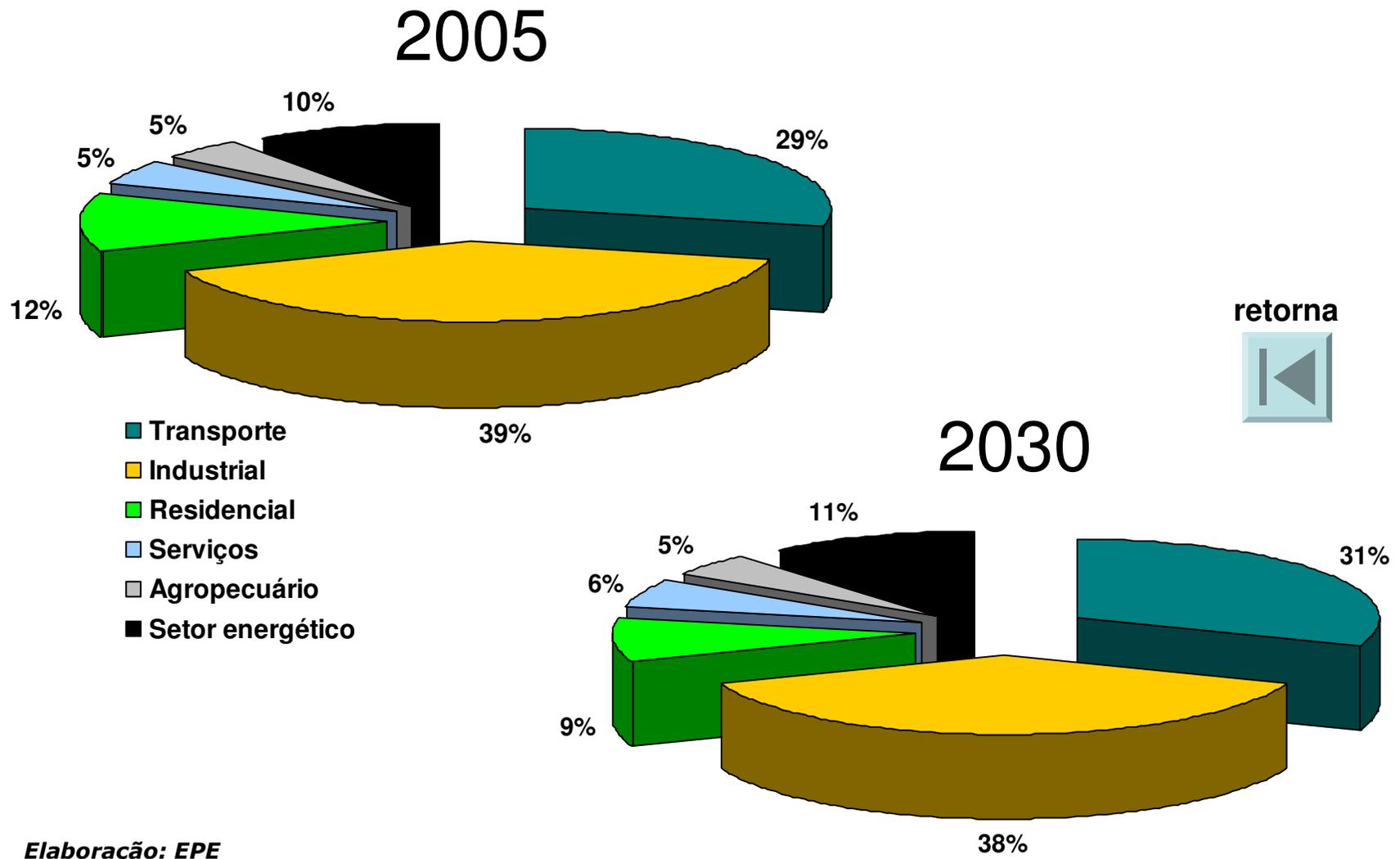
2030



- Derivados do Petróleo
- Biodiesel
- Eletricidade
- Produtos da cana
- Gás Natural
- Carvão mineral
- Carvão vegetal e lenha
- Outros

Elaboração: EPE

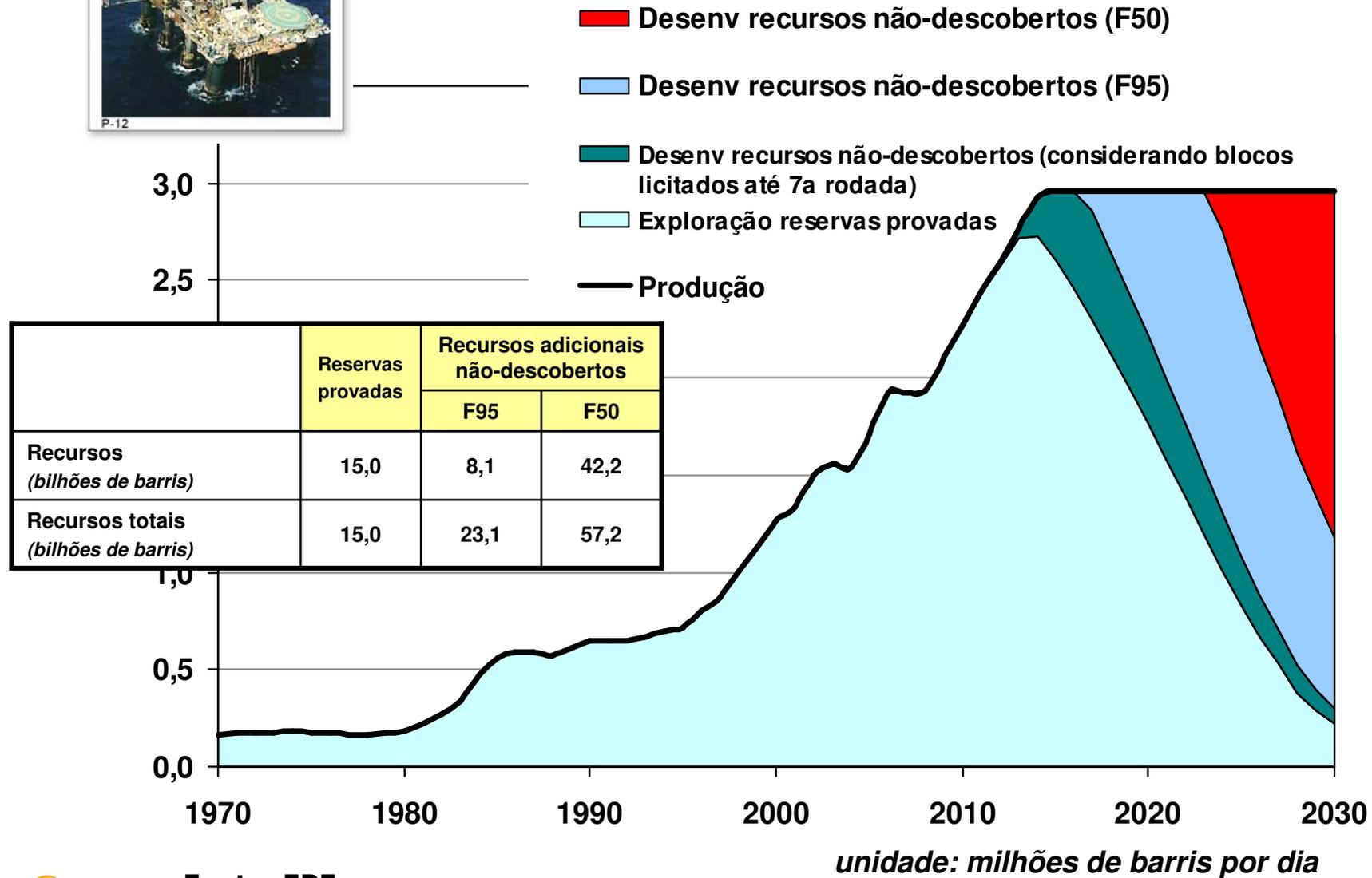
## Consumo final energético: estrutura por setor



Elaboração: EPE



## Petróleo: evolução da produção doméstica



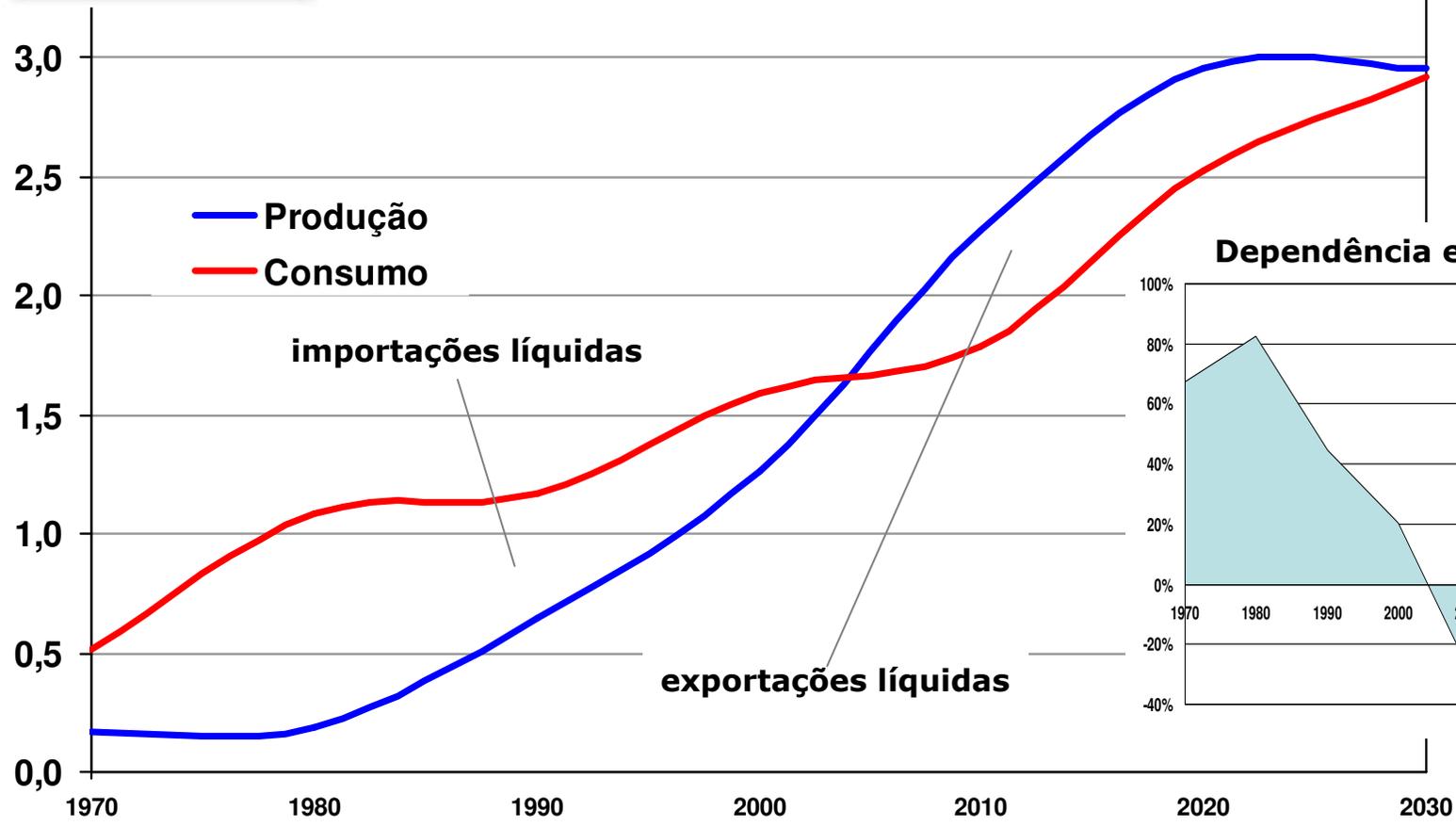
# Petróleo: produção x consumo



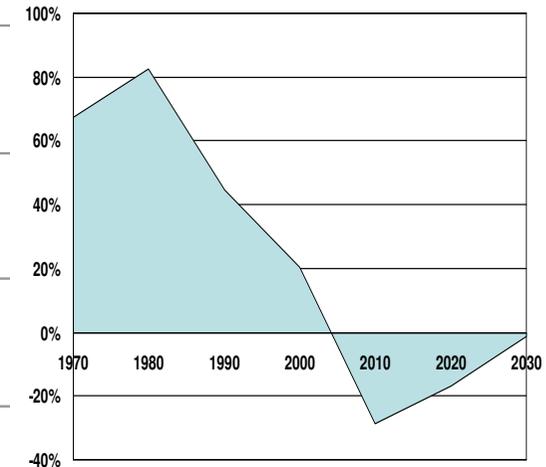
P-12

	2005	2030
Produção	1,63	2,96
Consumo	1,70	3,00

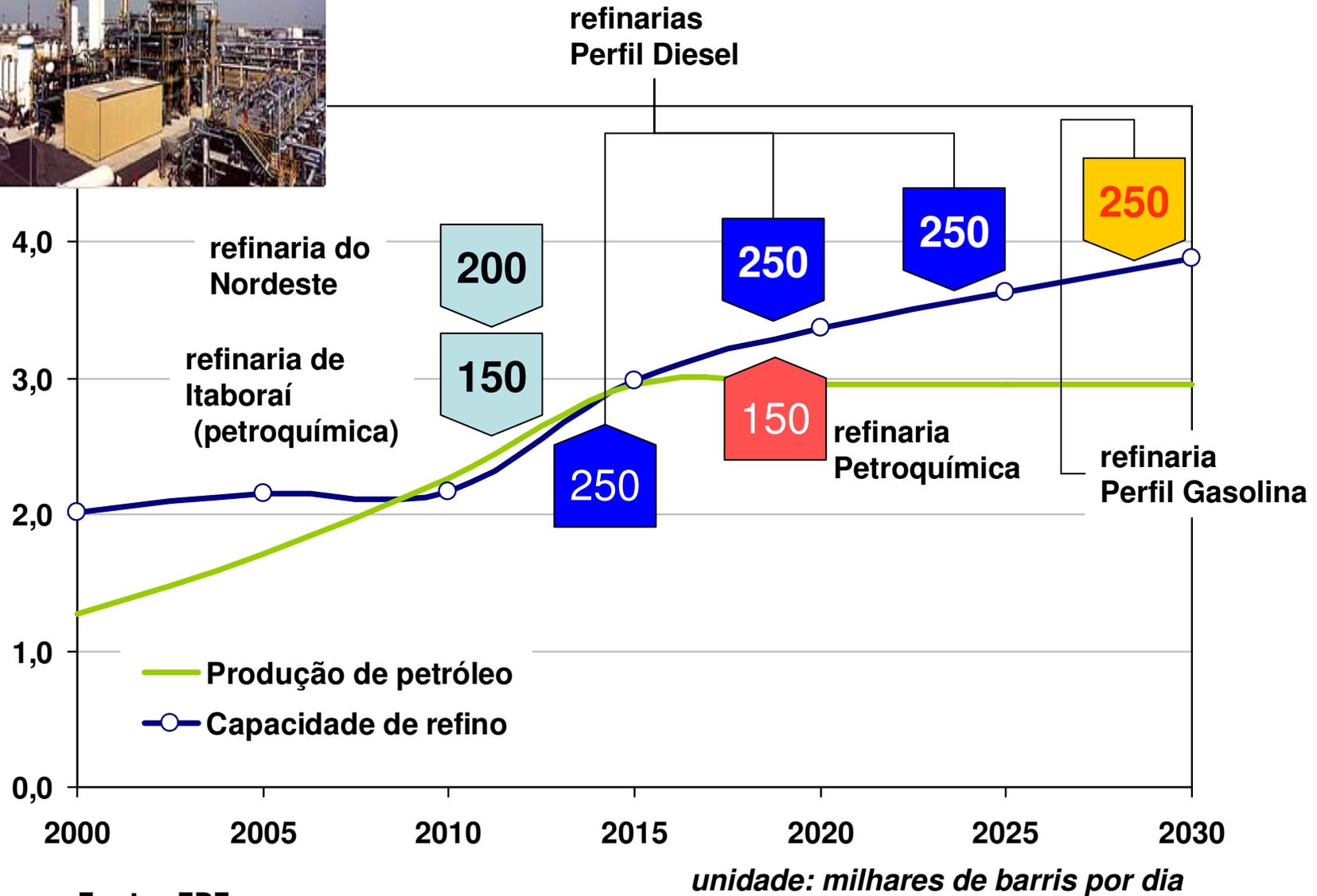
unidade: milhões de barris por dia



## Dependência externa



## Petróleo: expansão da capacidade de refino



Fonte: EPE

unidade: milhares de barris por dia

## Petróleo: consumo de diesel e participação do biodiesel



*Unidade: bilhões litros/ano*

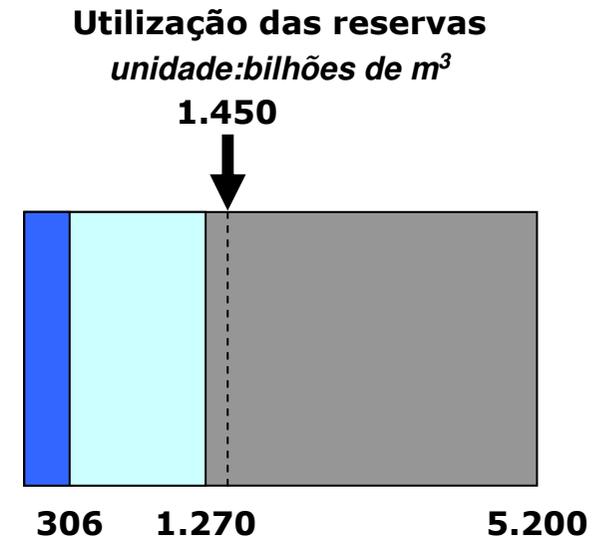
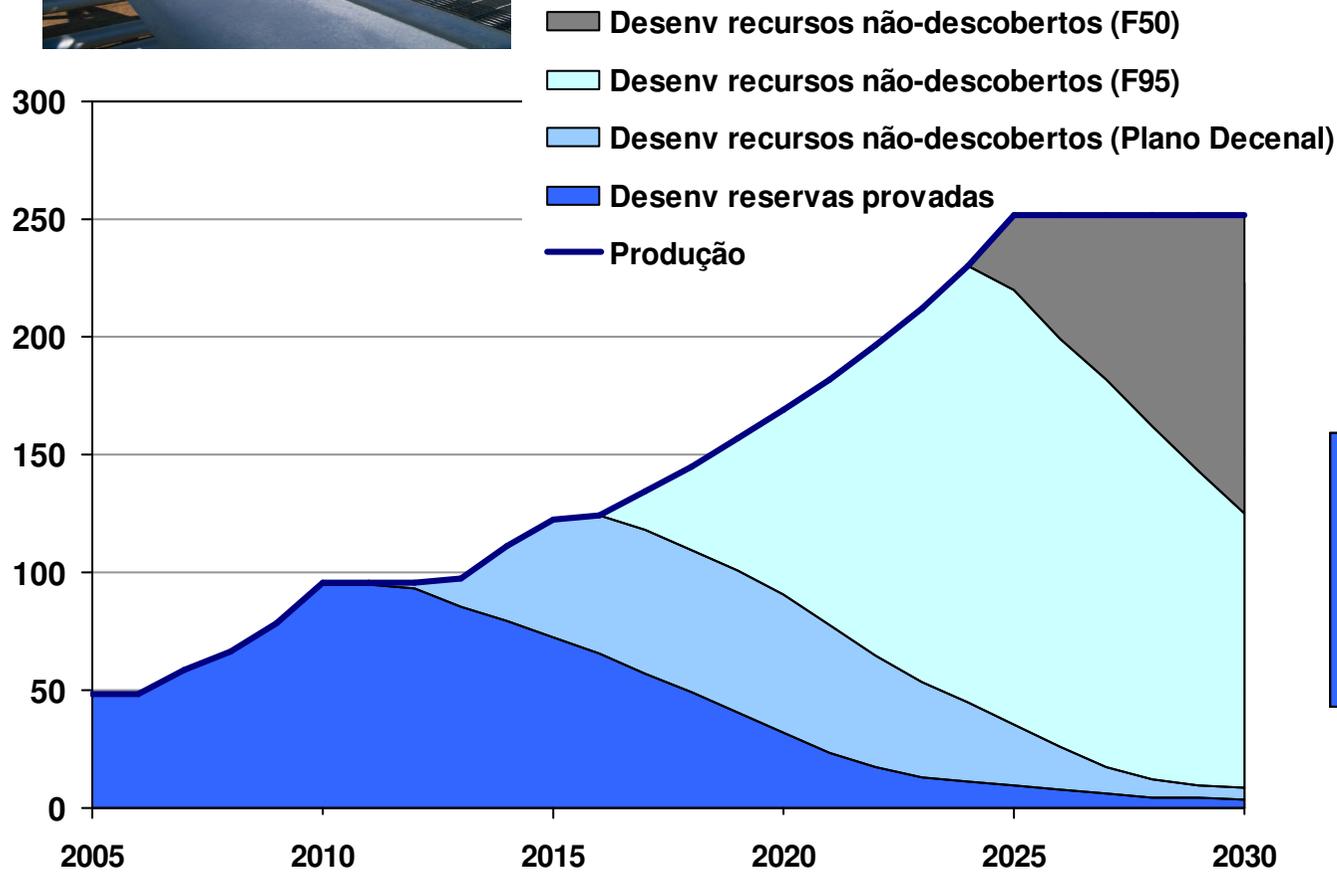
	2010	2020	2030
Produção de biodiesel	3,0	4,8	11,7
Produção de diesel (inclui H-Bio)	44,6	78,1	95,7
Produção total (diesel + biodiesel)	47,6	82,9	107,5
Consumo total de diesel	51,2	69,1	97,9
Participação do biodiesel no consumo	6%	7%	12%
Participação do H-Bio na produção de diesel	3%	5%	5%

retorna



Fonte: EPE

## Gás natural: evolução da produção doméstica

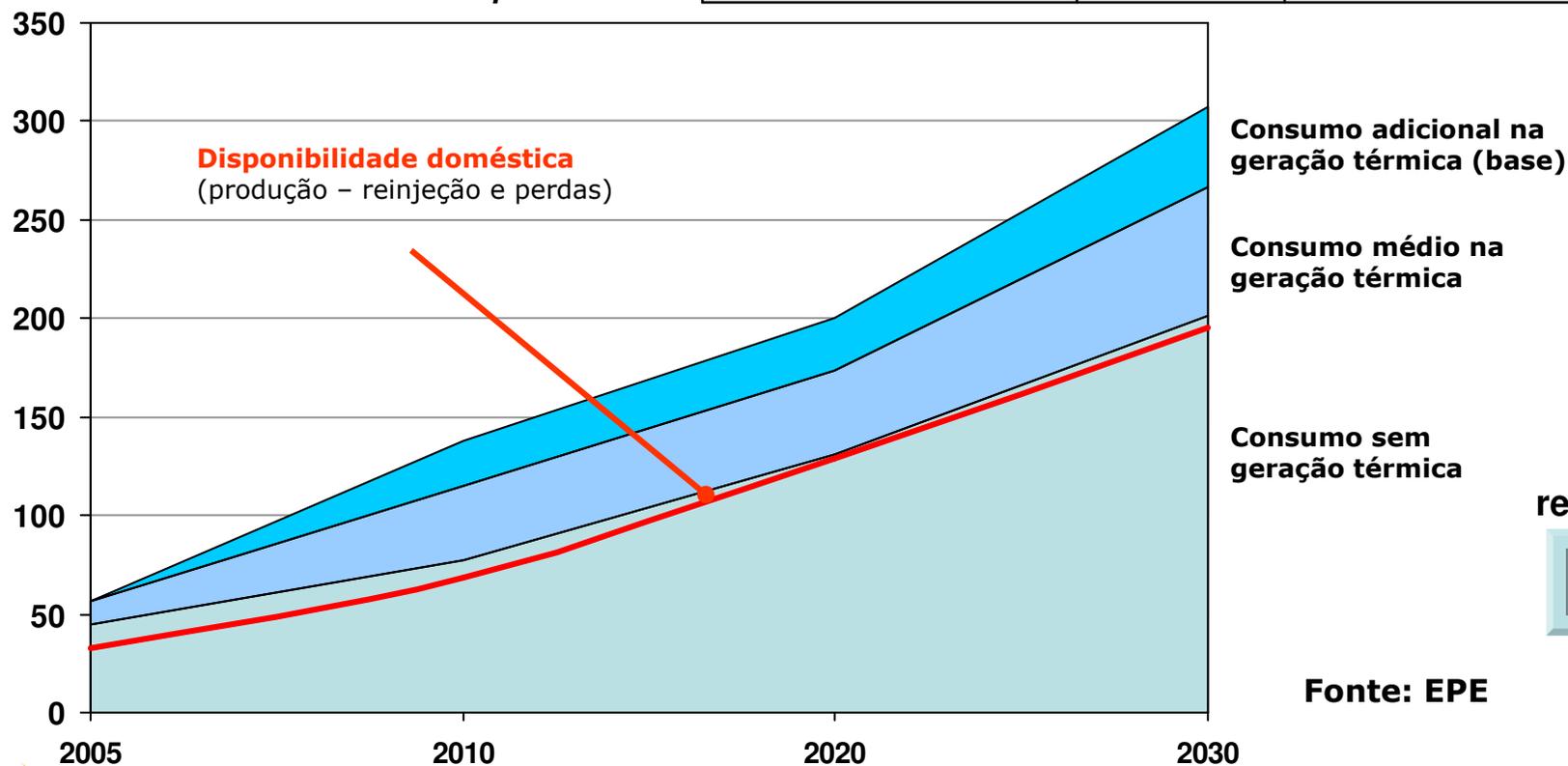


## Gás natural: produção x consumo



	2005	2030	
Consumo sem térmica	45	201	
Consumo na geração térmica	12	66 (médio)	106 (máximo)
Total	57	267 (médio)	307 (máximo)
Disponibilidade doméstica	33	195	
Importação	24	72 (médio)	112 (máximo)

unidade: milhões de m<sup>3</sup> por dia



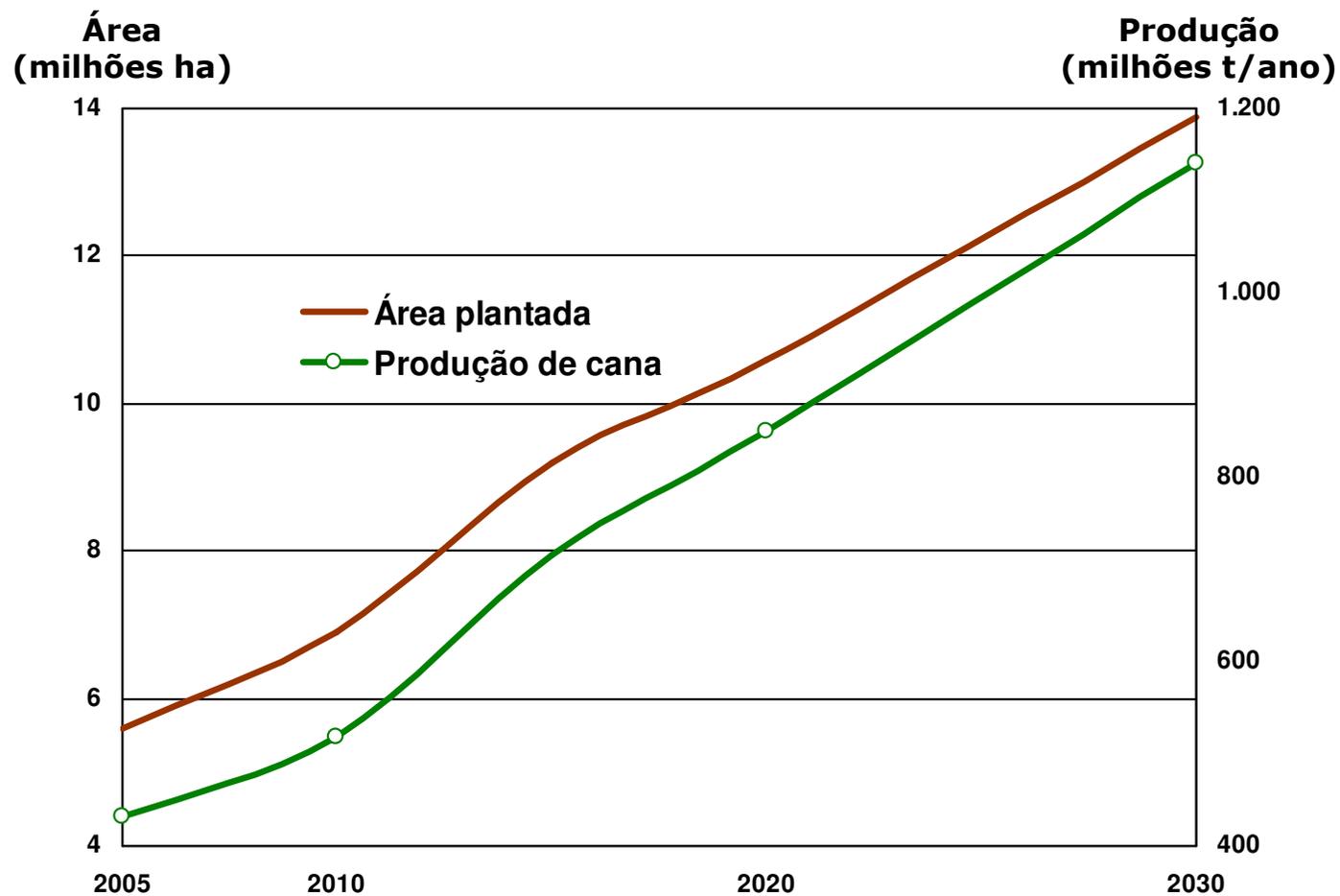
retorna





## Biomassa da cana: expansão da produção

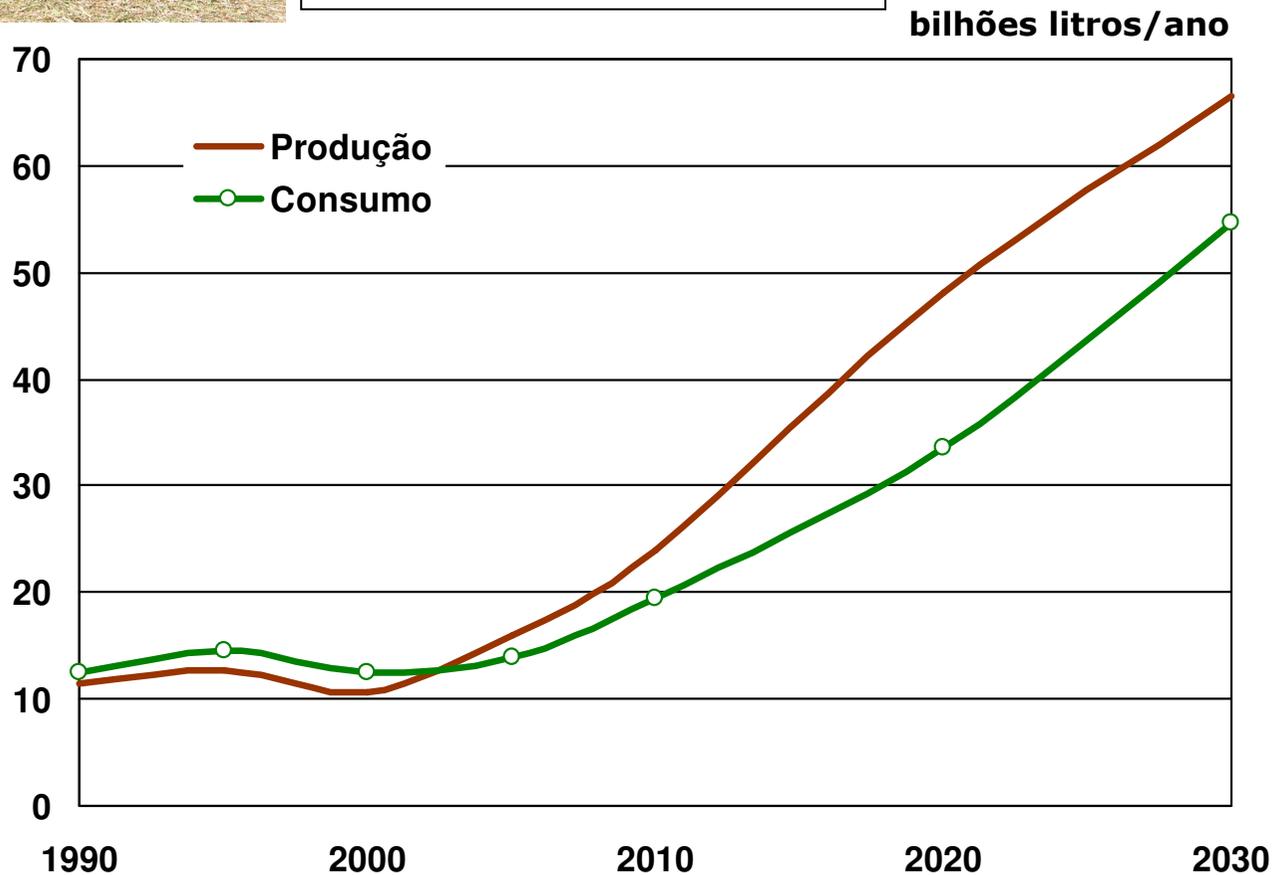
	2005	2030
Área plantada (milhões ha)	5,6	13,9
Produção de cana (milhões t/ano)	431	1.140





## Biomassa da cana: produção e consumo de etanol

	2005	2030
<b>Produção</b>	<b>16,0</b>	<b>66,6</b>
<b>Consumo</b>	<b>14,0</b>	<b>54,7</b>

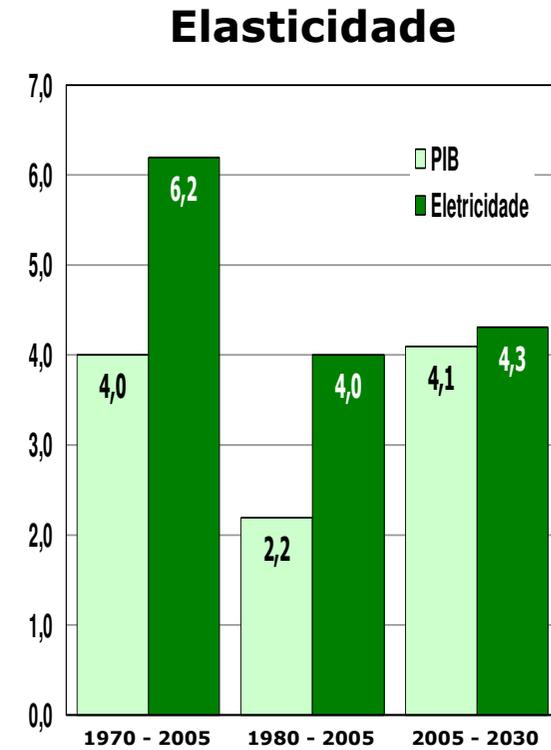
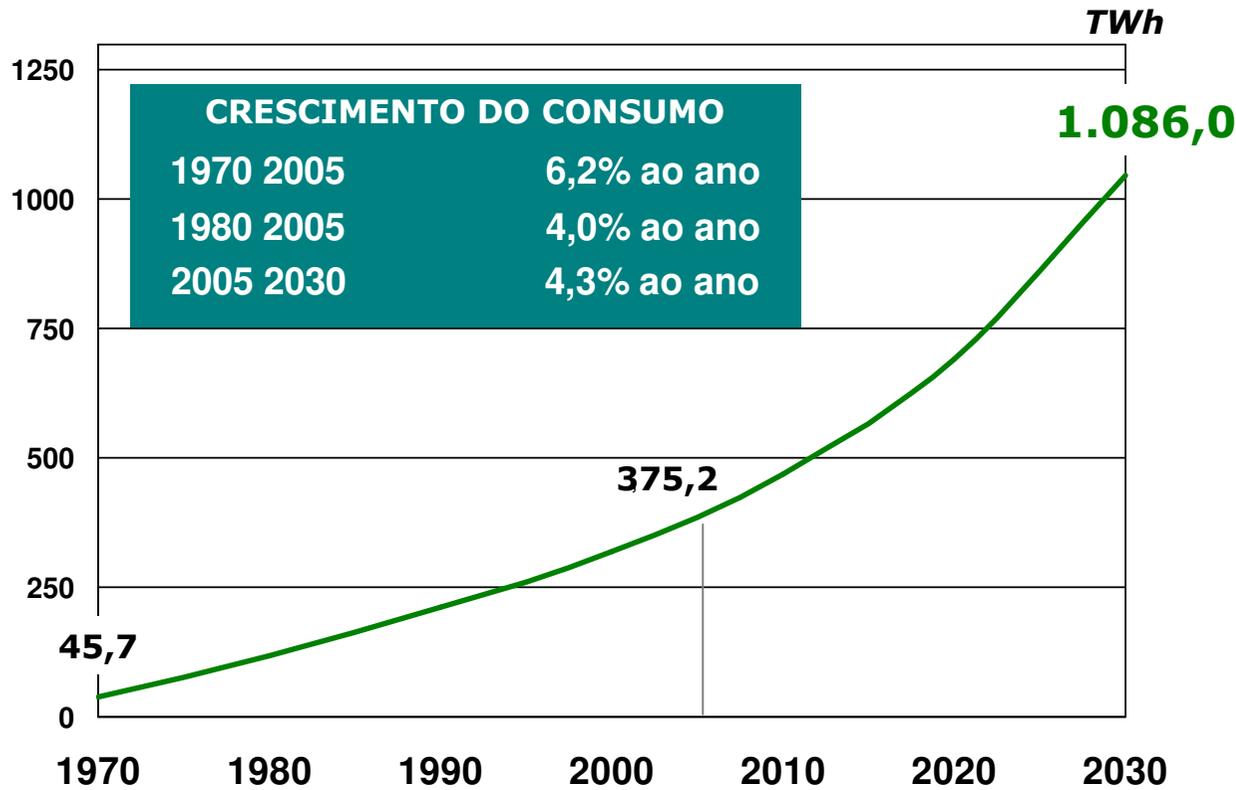


retorna



Fonte: EPE

## Eletricidade: projeção do consumo total



Fonte: EPE



## Eletricidade: alternativas para atendimento da demanda

### Gerenciamento da demanda

#### Conservação

- Progresso autônomo (já incluído na projeção da demanda)
- Programa específico (conservação induzida)

### Expansão da oferta

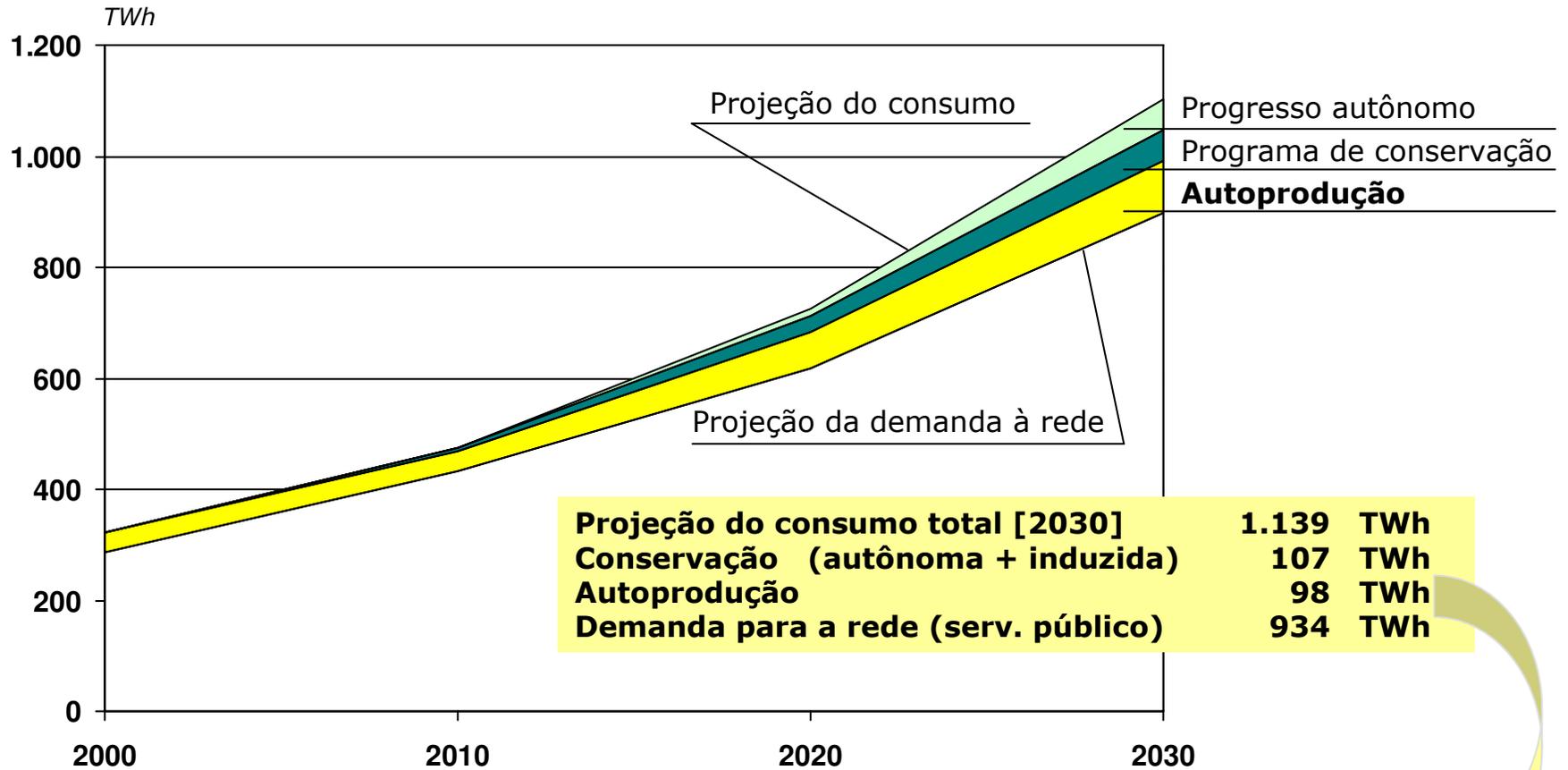
#### Autoprodução

#### Centrais de produção para a rede

- Hidrelétricas (inclusive PCH)
- Termelétricas a combustíveis fósseis
  - Gás natural
  - Carvão nacional (Sul)
  - Carvão importado
- Usinas nucleares
- Termelétricas com fontes renováveis
  - Biomassa cana (cogeração)
  - Outras biomassas (resíduos agrícolas, industriais e urbanos)
- Centrais eólicas



## Eletricidade: conservação e autoprodução



<b>Projeção do consumo total [2030]</b>	<b>1.139 TWh</b>
<b>Conservação (autônoma + induzida)</b>	<b>107 TWh</b>
<b>Autoprodução</b>	<b>98 TWh</b>
<b>Demanda para a rede (serv. público)</b>	<b>934 TWh</b>

Em 2030, a autoprodução corresponderá a mais de 10% da demanda atendida pelas centrais elétricas de serviço público (rede)

## Oferta: Eletricidade

### Critérios para aproveitamento do potencial hidrelétrico

Classe	Descrição	Data mais cedo	Potência GW	%
0	Potencial já aproveitado *	-	68,6	26,3
1	Aproveitamentos considerados no Plano Decenal	2005	30,4	11,6
2	Aproveitamentos em bacias consideradas prioritárias, sem interferência com TI ou UC <sup>1</sup>	2015	19,8	7,6
3	Aproveitamentos em bacias não prioritárias ou próximos a TI ou UC	2020	23,5	9,0
4	Aproveitamentos com grande economicidade mas com interferência em TI ou UC <sup>2</sup>	2025	18,0	6,9
5	Aproveitamentos com grande complexidade ambiental ou baixo nível de investigação	2030	73,7	28,3
<b>SUB TOTAL</b>			<b>234,0</b>	<b>89,7</b>
Potencial de PCH			17,5	6,7
Unidades exclusivamente de ponta			9,5	3,6
<b>TOTAL</b>			<b>261,0</b>	<b>100,0</b>

TI: Terras indígenas; UC: Unidades de Conservação **Fonte: EPE**

1/ Para as bacias prioritárias em que os estudos de inventário ainda não foram atualizados, considerou-se as seguintes frações do potencial estimado como sem interferências com TI ou UC: bacia do Aripuanã, 70% (em razão da existência de TI em 25% da bacia); bacia do Sucunduri, 85% (devido à existência de UC de uso sustentável na porção mais alta da bacia).

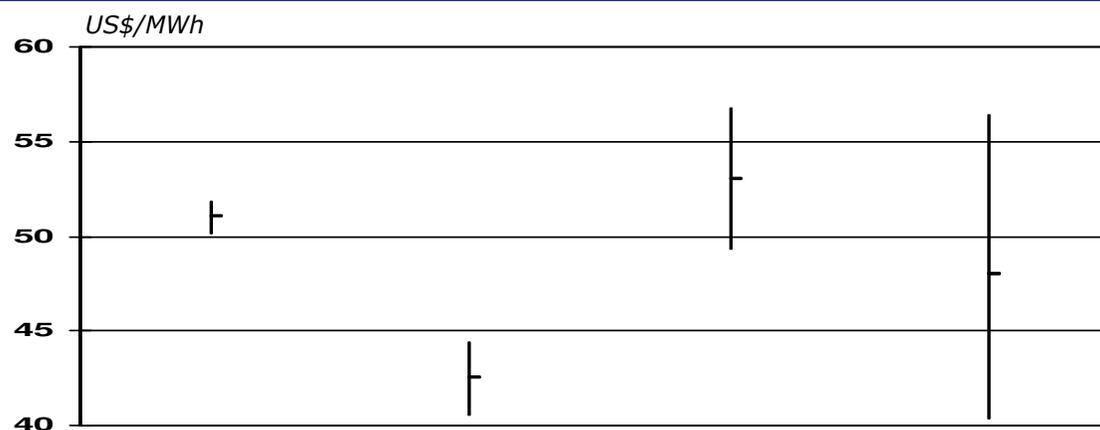
2/ Esta classificação admite que os condicionantes atuais possam ser equacionados visando à viabilização do aproveitamento do potencial.

\*BIG (ANEEL) - 2005 ref. Plano Decenal 2006-2015

## Eletricidade: premissas para expansão da oferta na rede

Geração Termelétrica Custos		Carvão Mineral			
		Nuclear	Nacional	Importado	Gás Natural
Custo de investimento, s/jdc	US\$/kW	2.200	1.600	1.600	750
Custo do combustível	US\$/MWh	8,0	16,4 <i>(16,4 US\$/t)</i>	28,8 <i>(64 US\$/t)</i>	40,3 <i>(6,5 US\$/MBtu)</i>
Custo da geração	US\$/MWh				
<b>Médio</b>		<b>50,1</b>	<b>40,5</b>	<b>49,3</b>	<b>40,4</b>
<b>Crítico</b>		<b>51,8</b>	<b>44,4</b>	<b>56,8</b>	<b>56,4</b>

Observações  
 Taxa de desconto: 8% ao ano  
 Custo na barra da usina  
 Não considera financiamento  
 Não considera impostos



Fonte: EPE



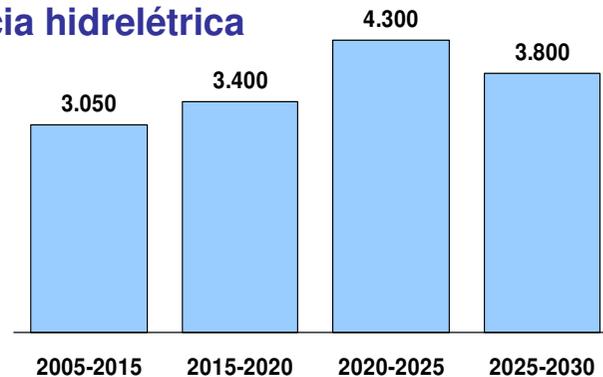
## Eletricidade: expansão da geração hidrelétrica

	2005*	2015*	2020	2025	2030
Capacidade instalada, GW	68,6	99,0	116,1	137,4	156,3
Acréscimo no período, GW		30,4	17,1	21,3	18,9
<b>Acréscimo médio anual, MW</b>		<b>3.050</b>	<b>3.400</b>	<b>4.300</b>	<b>3.800</b>

\* Plano Decenal 2006-2015

**Acréscimo no período 2005-2030: 87.700 MW  
(3.500 MW/ano)**

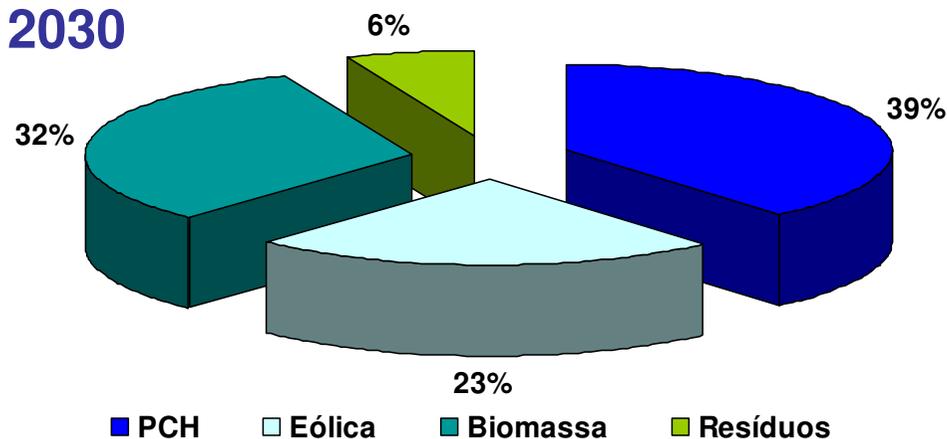
Acréscimo médio anual da potência hidrelétrica



## Eletricidade: expansão da geração de fontes alternativas



Composição do parque de fontes renováveis  
2030



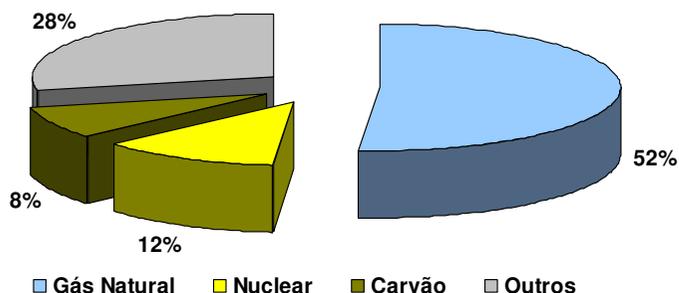
Unidade: MW

	2005	2015	2020	2025	2030	Acréscimo 2005-2030
Capacidade instalada	1.415	5.533	8.783	13.983	20.883	<b>19.468</b>
<i>PCH</i>	1.330	2.330	3.330	5.330	8.330	7.000
<i>Centrais eólicas</i>	29	1.382	2.282	3.482	4.682	4.653
<i>Centrais biomassa</i>	56	1.821	2.971	4.521	6.571	6.515
<i>Centrais resíduos</i>	0	0	200	650	1.300	1.300
Acréscimo no período		4.118	3.250	5.200	6.900	
<b>Acréscimo médio anual</b>		<b>410</b>	<b>650</b>	<b>1.040</b>	<b>1.380</b>	<b>780</b>

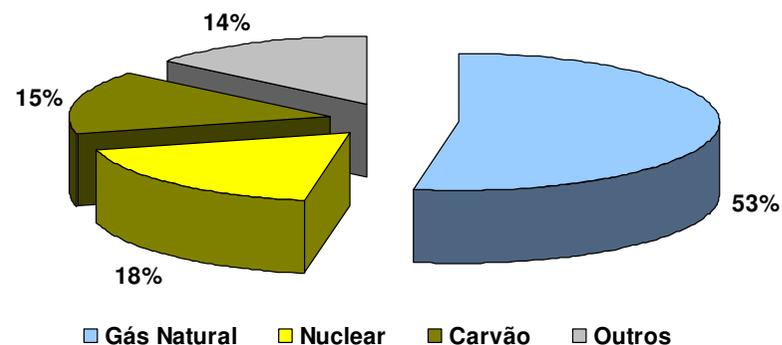


## Eletricidade: expansão da geração termelétrica

Composição do parque termelétrico 2005



Composição do parque termelétrico 2030



Unidade: MW

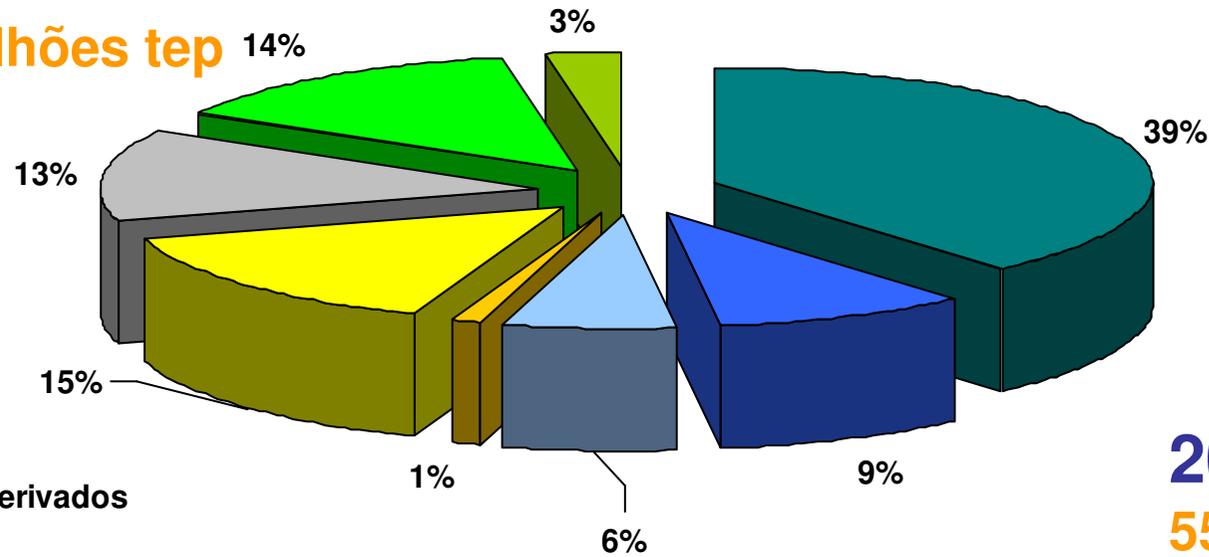
	2005	2015	2020	2025	2030	Acréscimo 2005-2030
Capacidade instalada	16.900	24.300	26.800	30.300	39.800	<b>22.900</b>
<i>Gás Natural</i>	<i>8.700</i>	<i>13.000</i>	<i>14.000</i>	<i>15.500</i>	<i>21.000</i>	<i>12.300</i>
<i>Centrais Nucleares</i>	<i>2.000</i>	<i>3.300</i>	<i>4.300</i>	<i>5.300</i>	<i>7.300</i>	<i>5.300</i>
<i>Centrais a carvão</i>	<i>1.400</i>	<i>2.500</i>	<i>3.000</i>	<i>4.000</i>	<i>6.000</i>	<i>4.600</i>
<i>Outras centrais térmicas</i>	<i>4.800</i>	<i>5.500</i>	<i>5.500</i>	<i>5.500</i>	<i>5.500</i>	<i>700</i>
Acréscimo no período		7.400	2.500	3.500	9.500	
<b>Acréscimo médio anual, MW</b>		<b>740</b>	<b>500</b>	<b>700</b>	<b>1.900</b>	<b>920</b>



## Evolução da Matriz Energética Brasileira

### 2005

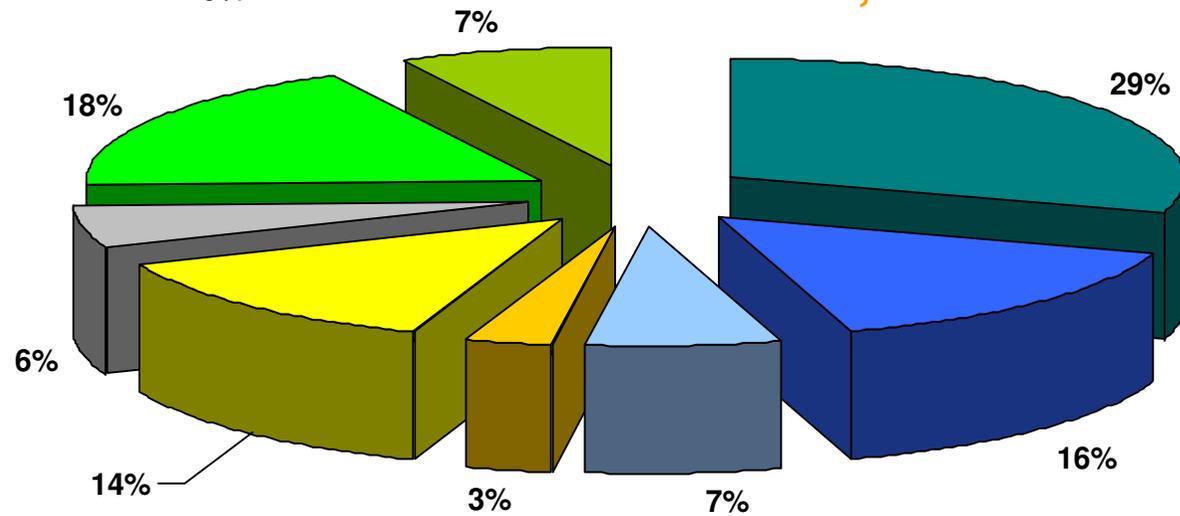
218,7 milhões tep



- Petróleo e derivados
- Gás natural
- Carvão mineral e derivados
- Urânio (U3O8) e derivados
- Hidráulica e eletricidade
- Lenha e carvão vegetal
- Derivados da cana de açúcar
- Outras fontes prim. renováveis

### 2030

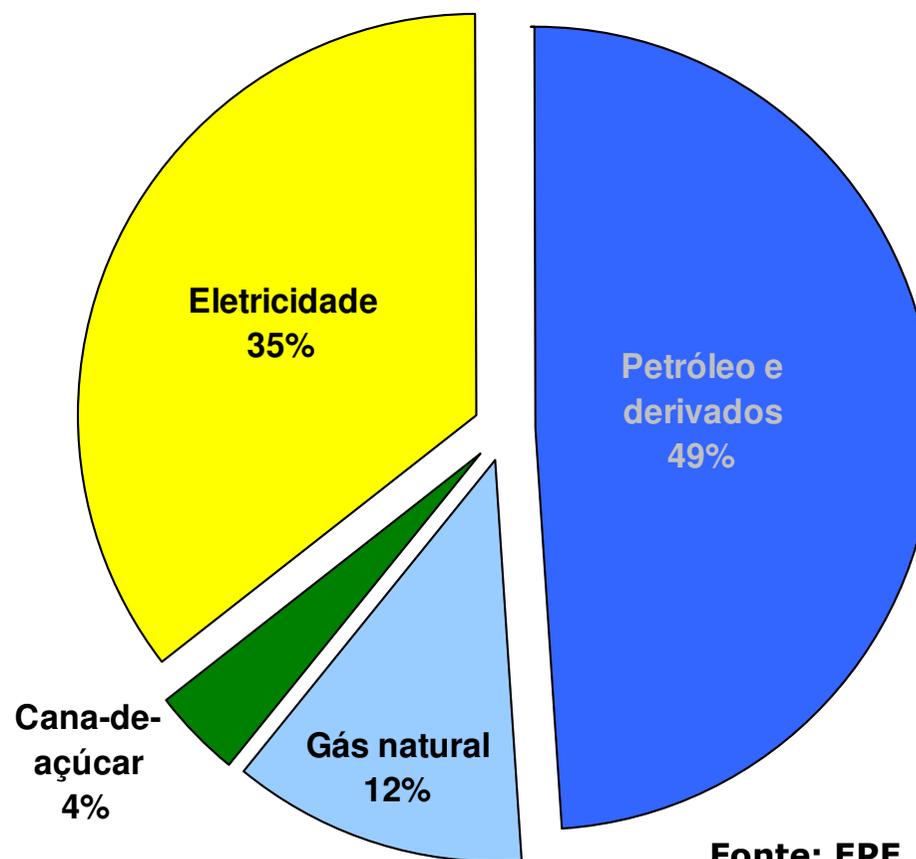
555,8 milhões tep



## Evolução da Matriz Energética Brasileira

### Investimentos no Setor Energético

2005-2030: US\$ 804 bilhões

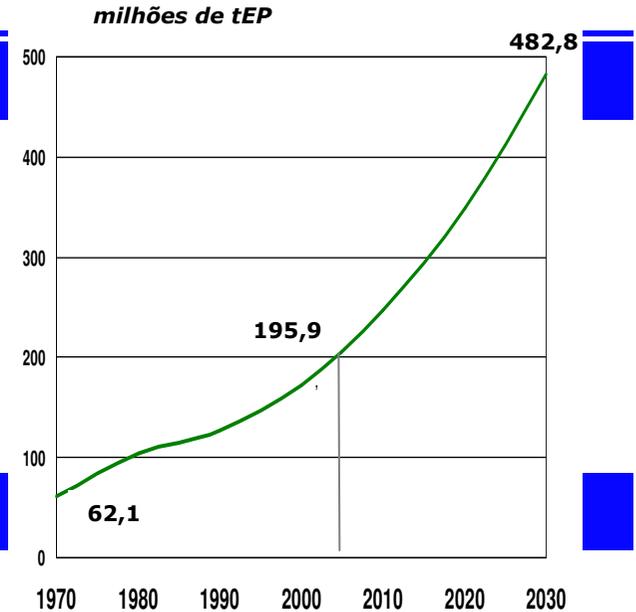


# Conclusões

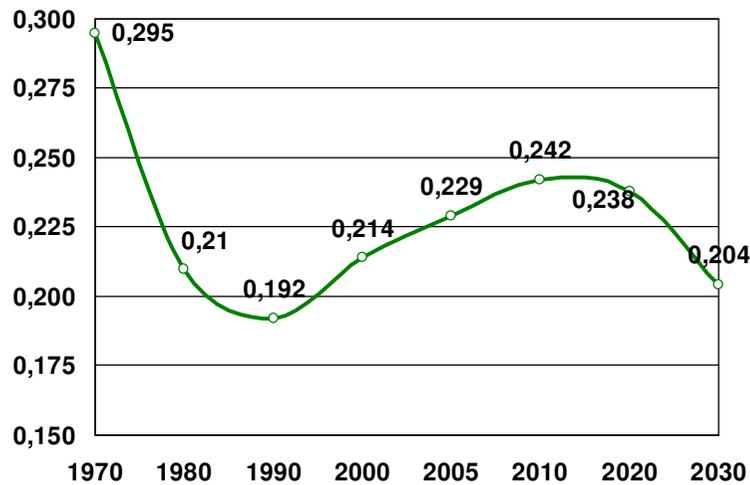
## Tendências

### ▪ Crescimento significativo do consumo de energia

CRESCIMENTO DO CONSUMO	
1970-2005	3,3% ao ano
2005-2030	3,7% ao ano



### ▪ Aumento da eficiência global no uso da energia

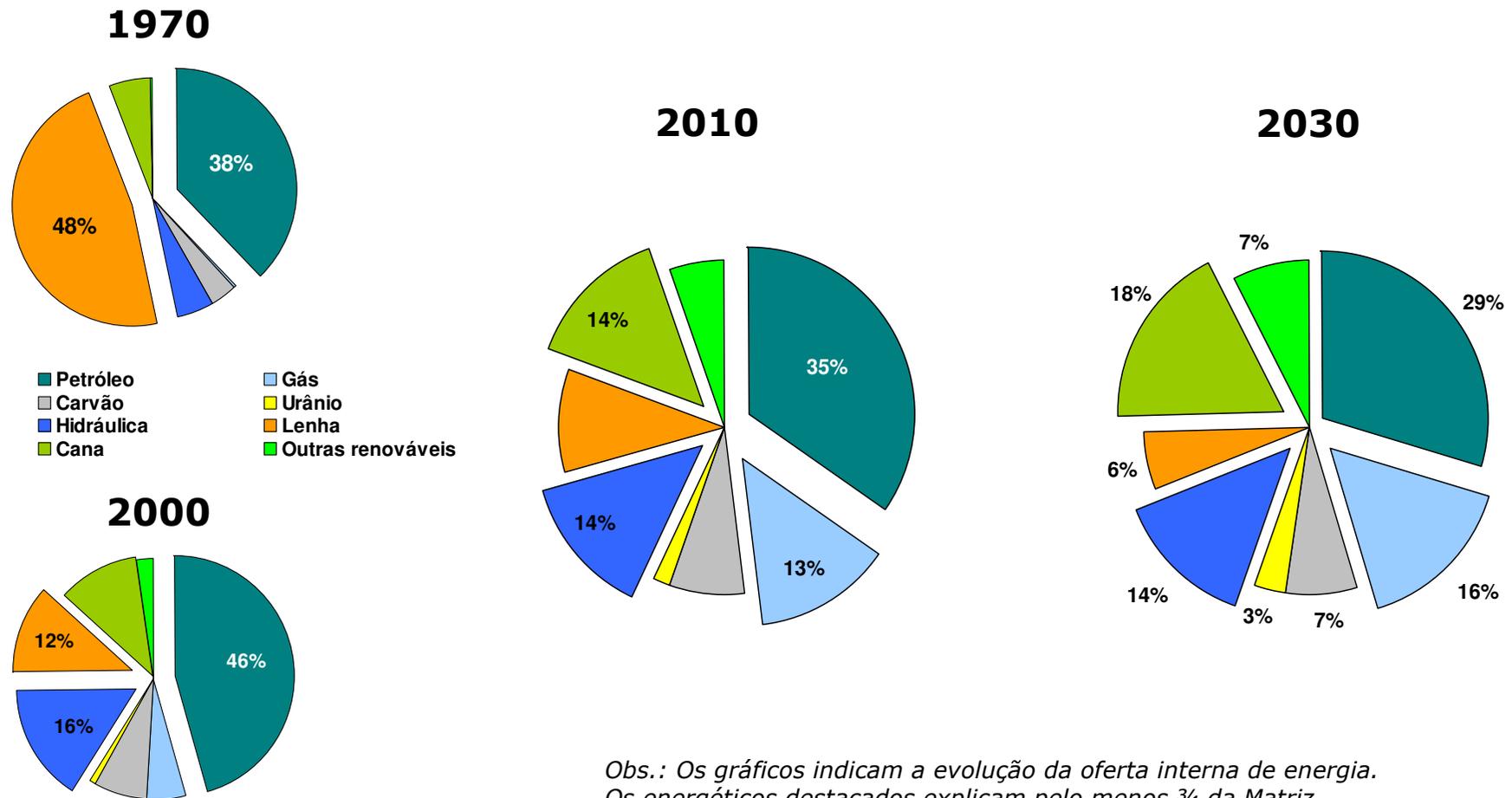


### Intensidade energética do PIB

tep/US\$ 1000 [2005]

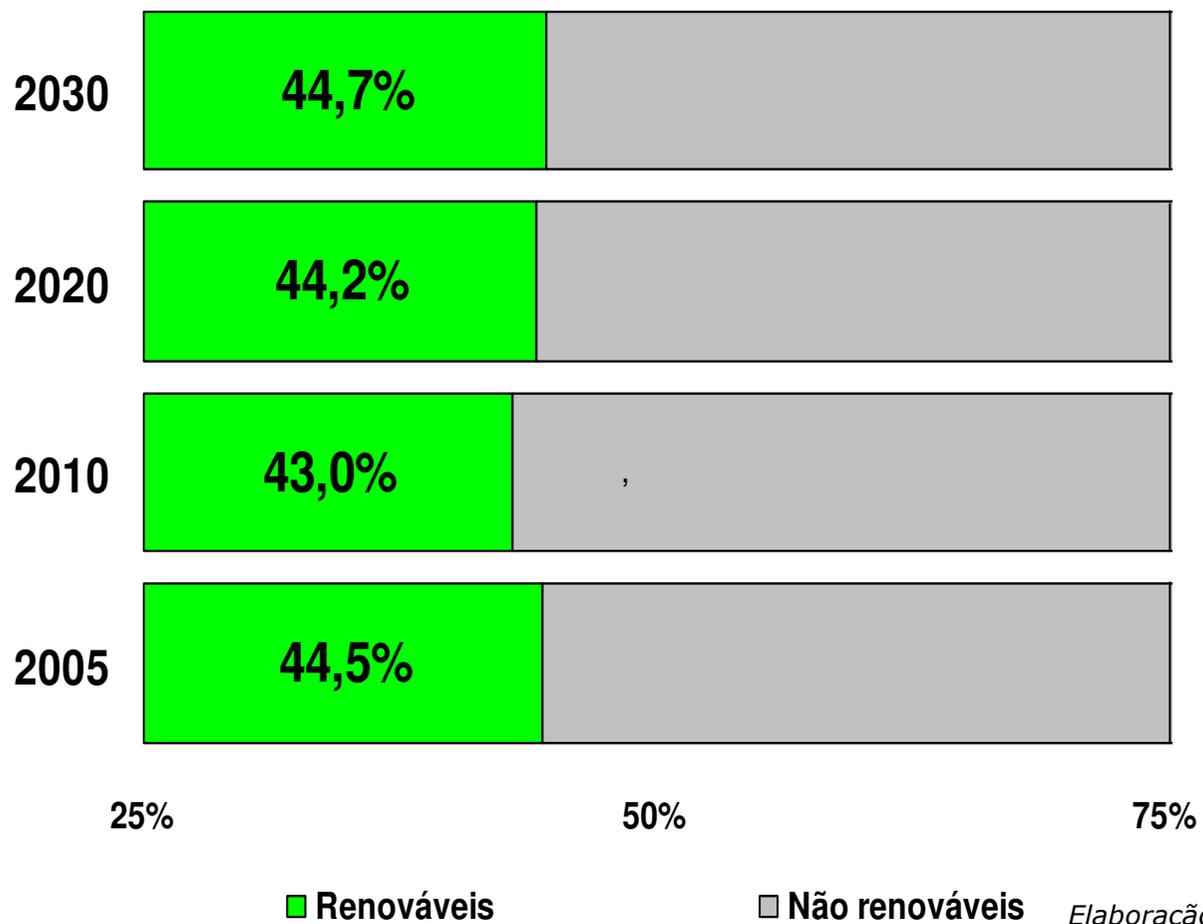
## Tendências

### ▪ Maior diversificação da Matriz: aumento da participação da cana e do gás

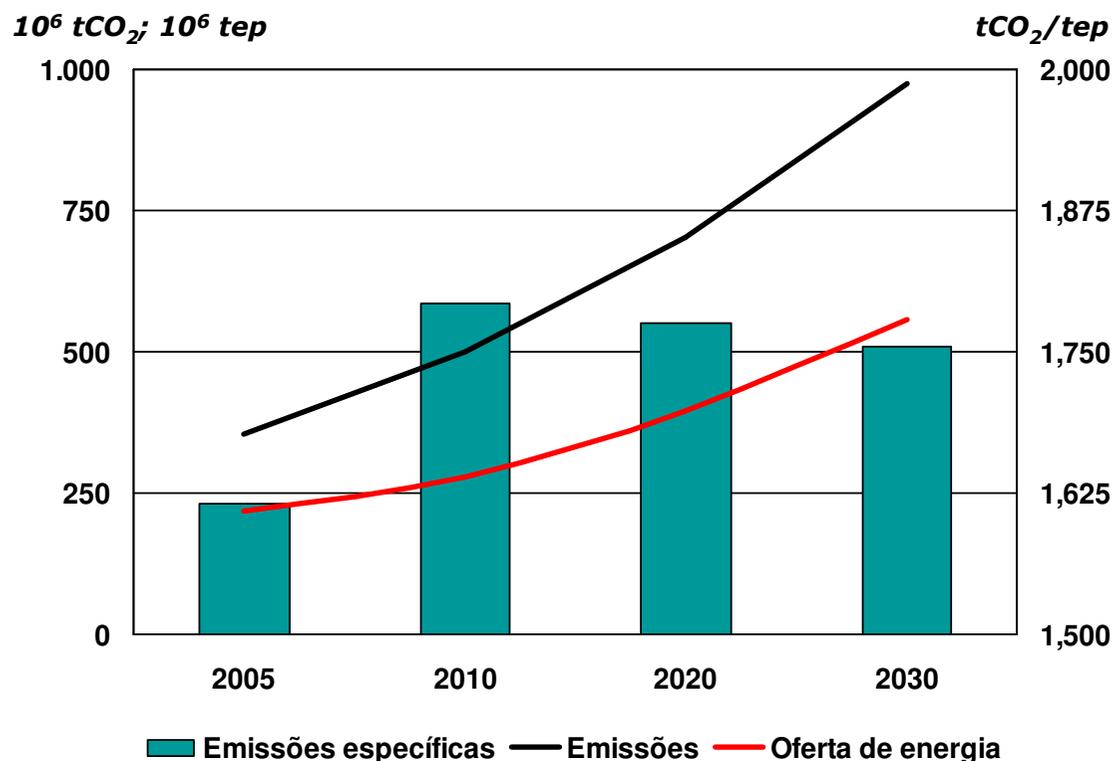


Obs.: Os gráficos indicam a evolução da oferta interna de energia. Os energéticos destacados explicam pelo menos  $\frac{3}{4}$  da Matriz.  
Fontes: Balanço Energético Nacional e estudos da EPE  
Elaboração: EPE

## Manutenção da elevada participação de energias renováveis



## Reversão na evolução das emissões específicas de gases



Fontes mais emissoras				
		2005	2010	2030
Óleo diesel	↓	31,5%	28,6%	28,0%
Carvão mineral(*)	↑	12,9%	15,1%	15,2%
Gasolina	↓	12,1%	9,8%	10,5%
Gás natural	↑	11,4%	15,7%	17,3%

(\*) inclui coque de carvão mineral

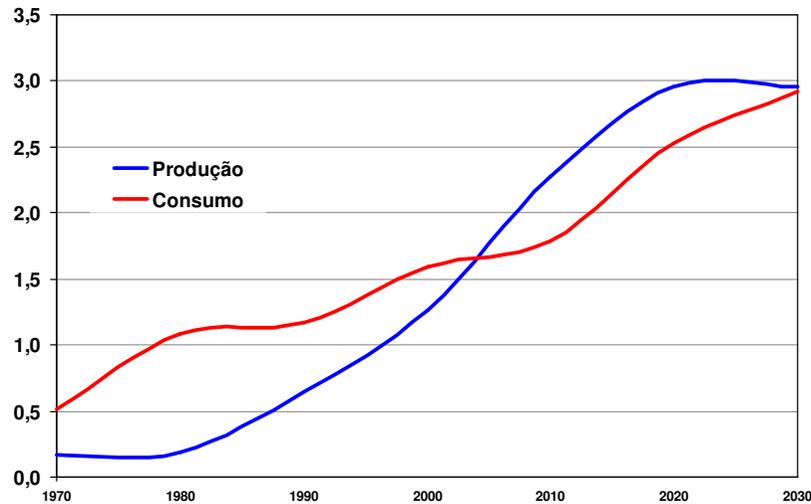
  

Setores mais emissores				
		2005	2010	2030
Transporte	↓	41,9%	36,8%	37,0%
Indústria		35,1%	35,1%	35,2%
Energia elétrica	↑	5,8%	10,3%	10,5%
Setor energético		6,7%	8,2%	7,4%

**Emissões..... milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>**  
**Oferta de energia..... milhões de tep**  
**Emissões específicas..... tCO<sub>2</sub>/tep**

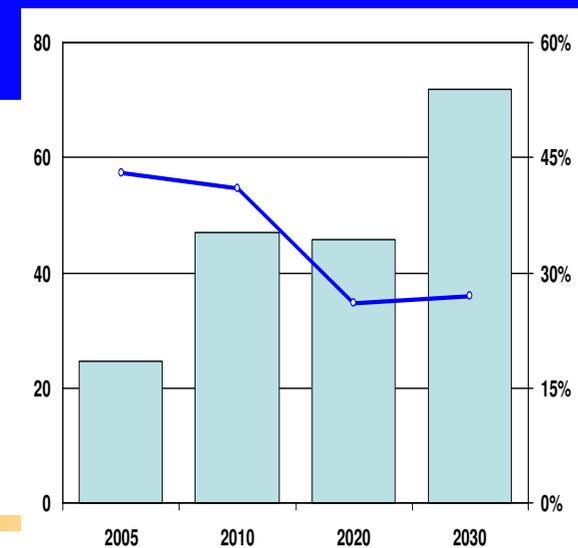
Elaboração: EPE

## Consolidação da auto-suficiência em petróleo



Obs.: valores em milhões de barris por dia

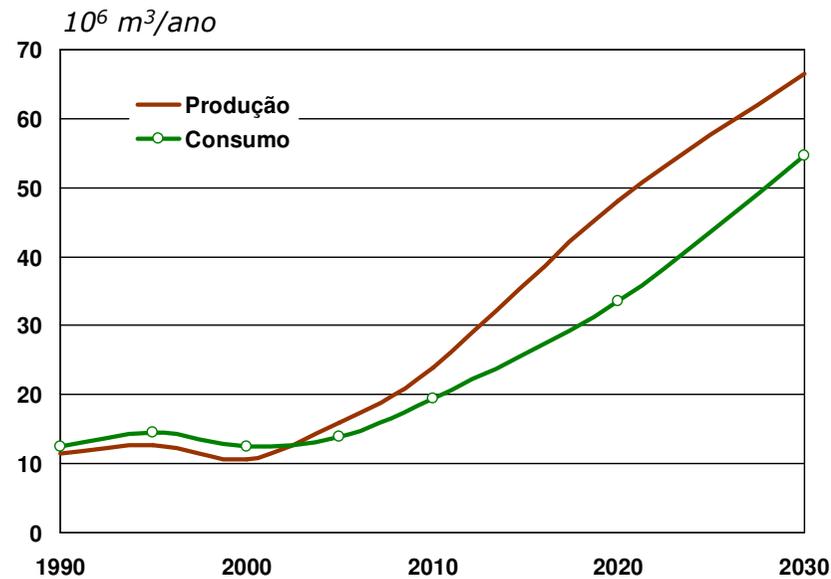
## Crescimento nominal das importações de gás natural



Obs.: valores em milhões de m3 por dia e % do consumo

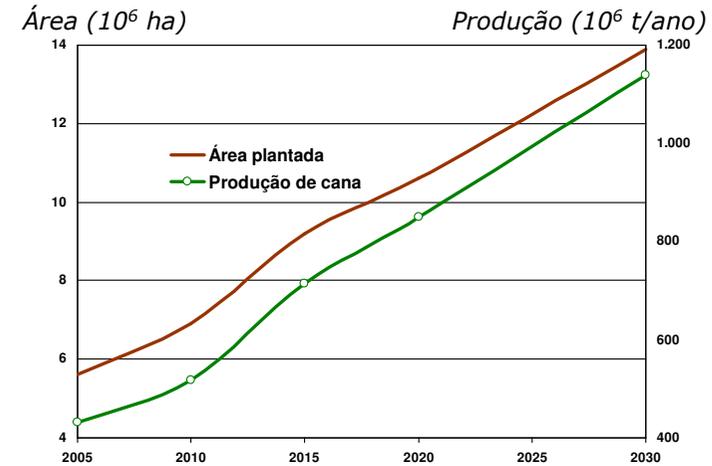
## Expansão do uso da cana-de-açúcar como energético

### Balanco Produção-Consumo de Etanol

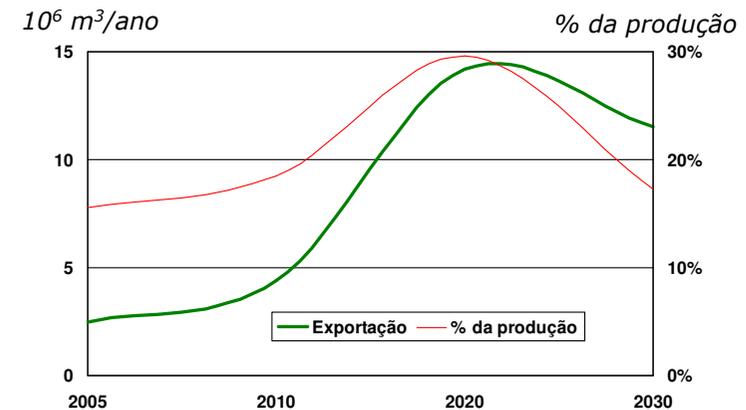


Elaboração: EPE

### Produção Doméstica de Cana

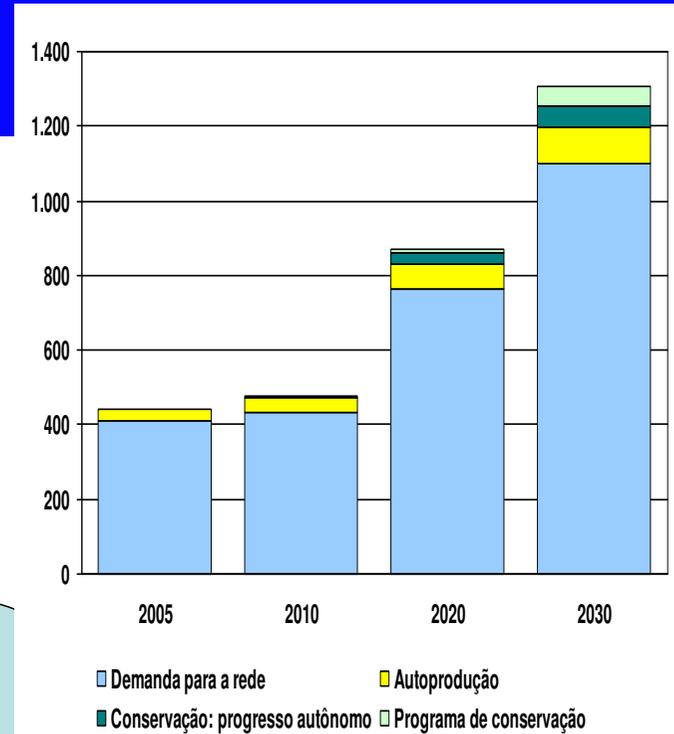


### Exportação de etanol (% da produção)

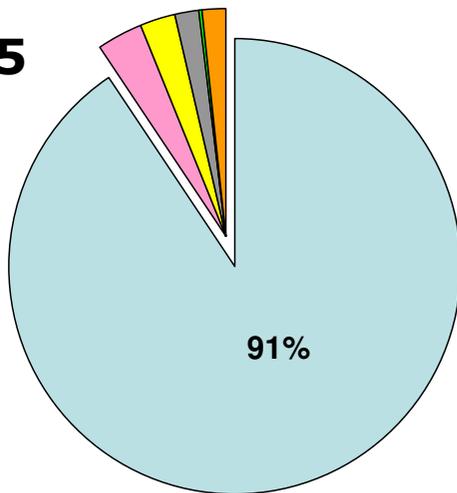


## Tendências

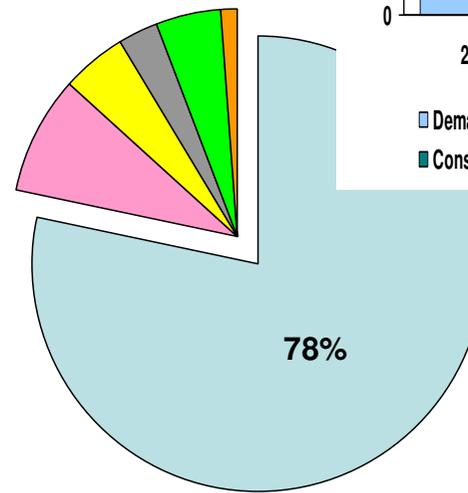
- **Crescimento do consumo de energia elétrica e redução da participação da hidroeletricidade**



2005



2030



Hidráulica (\*)

Gás

Nuclear



Outras renováveis

Outras não-renováveis

(\*) inclui importação

# Muito obrigado!



**EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE**

<http://www.epe.gov.br>

Av. Rio Branco, 1 – 11º andar  
20090-003 Rio de Janeiro RJ  
Tel.: + 55 (21) 3512 - 3100  
Fax: + 55 (21) 3512 - 3199



# Anexos

## PNE 2030: Principais indicadores

	Unidade	2005	2030
PIB	US\$ Bilhões [2005]	796,3	2.133,2
População	Milhões de habitantes	184	239
Renda per capita	US\$ [2005] / hab	4.330	8.925
Reservas de petróleo	Bilhões de barris	11.775	19.450
Produção de petróleo	Mil barris por dia	1.632	2.960
Consumo de petróleo	Mil barris por dia	1.700	2.924
Capacidade nominal de refino	Mil barris por dia	1.916	3.640
Produção total de óleo diesel	Milhões de litros	38.926	107.491
<i>Diesel de petróleo</i>	Milhões de litros	38.926	90.642
<i>H-Bio</i>	Milhões de litros	0	5.104
<i>Biodiesel</i>	Milhões de litros	0	11.745
Consumo de óleo diesel	Milhões de litros	40.421	97.876
Consumo de gasolina	Milhões de litros	17.712	42.190
Reserva de gás natural	Bilhões de m <sup>3</sup>	306	1.654
Produção de gás natural	Milhões de m <sup>3</sup>	17.699	91.870
Consumo de gás natural	Milhões de m <sup>3</sup>	20.978	97.460
Produção de etanol	Milhões de litros	16.040	66.570
Consumo de etanol	Milhões de litros	13.990	54.700

## PNE 2030: Principais indicadores

	Unidade	2005	2030
Produção de eletricidade <sup>1</sup>	TWh	441,9	1.197,6
<i>Geração hidrelétrica (centrais de serviço público)<sup>2</sup></i>	TWh	335,7	817,6
<i>Geração a gás natural</i>	TWh	13,9	92,1
<i>Centrais nucleares</i>	TWh	9,9	51,6
<i>Centrais eólicas</i>	TWh	0,9	10,3
<i>Cogeração biomassa da cana</i>	TWh	0	33,5
Consumo de eletricidade <sup>3</sup>	TWh	375,2	1.032,7 <sup>3</sup>
<i>Consumo residencial</i>	TWh	83,2	283,3
<i>Consumo industrial</i>	TWh	175,4	455,5
Oferta interna de energia	Mil tep	218.663	555.833
<i>Energia renovável</i>	Mil tep	97.314	248.507
<i>Energia não-renovável</i>	Mil tep	121.350	307.326
Demanda de energia per capita	Tep / hab	1,187	2,326
Intensidade energética	Tep/mil US\$ [2005]	0,275	0,261
Consumo de eletricidade per capita residencial	KWh/hab	452	1.188

1/ Inclui importação.

2/ Inclui autoprodução transportada (geração hidrelétrica de autoprodutores despachada centralizadamente).

3/ considera redução de 53,3 TWh como resultado acumulado de programa específico de conservação de energia.