

VII Conferência Anual da RELOP

**A Regulação dos Sectores de Energia em
Tempos de Mudança de Paradigma**

Os Desafios da CPLP

Hotel Pestana Tropicó

Cidade da Praia - Cabo Verde

04 e 05 de Setembro de 2014

3º Painel – PETROLEO E GÁS NATURAL

5º Tema - Desafios para o uso competitivo e racional do gás natural em países emergentes da CPLP – Discussão a partir das experiências brasileiras

Edmilson Moutinho dos Santos
Professor Associado

Instituto de Energia e Ambiente - IEE USP
(011) 3091-2641 - edsantos@iee.usp.br

SUMÁRIO DA APRESENTAÇÃO

- **Evolução do uso final de gás natural no Brasil**
- **Temática: GN x ELETRICIDADE**
 - **Papel dominante da eletricidade**
 - **Eficiência e confiabilidade**
- **Discussões sobre matriz de geração elétrica**
- **Impactos sobre a logística do GN**

Evolução do Uso Final de GN no Brasil

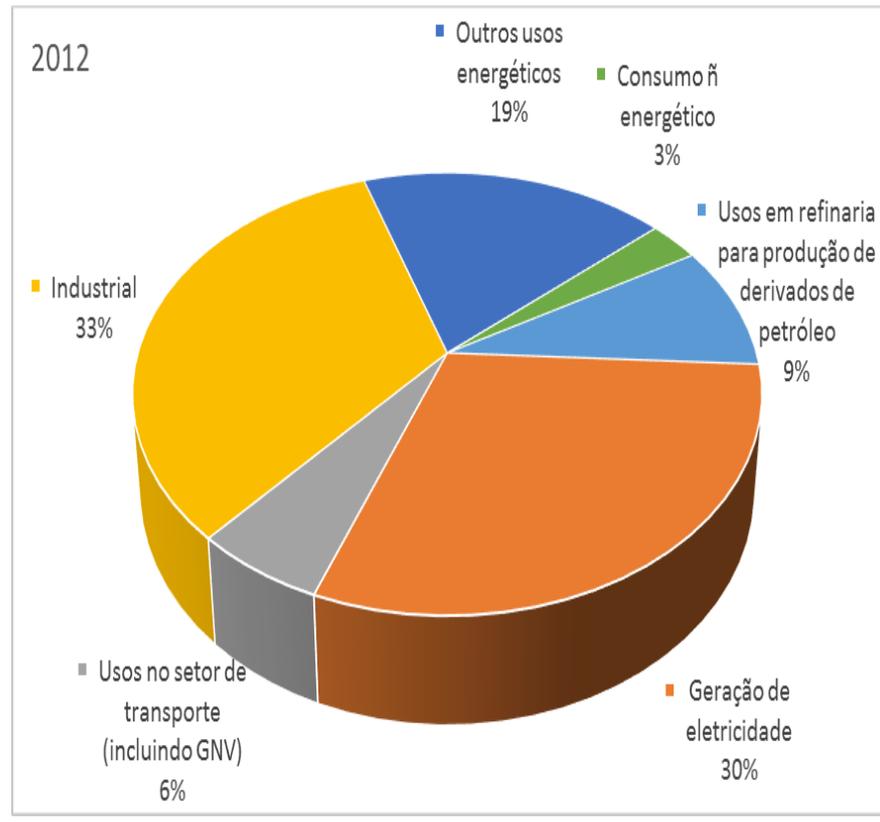
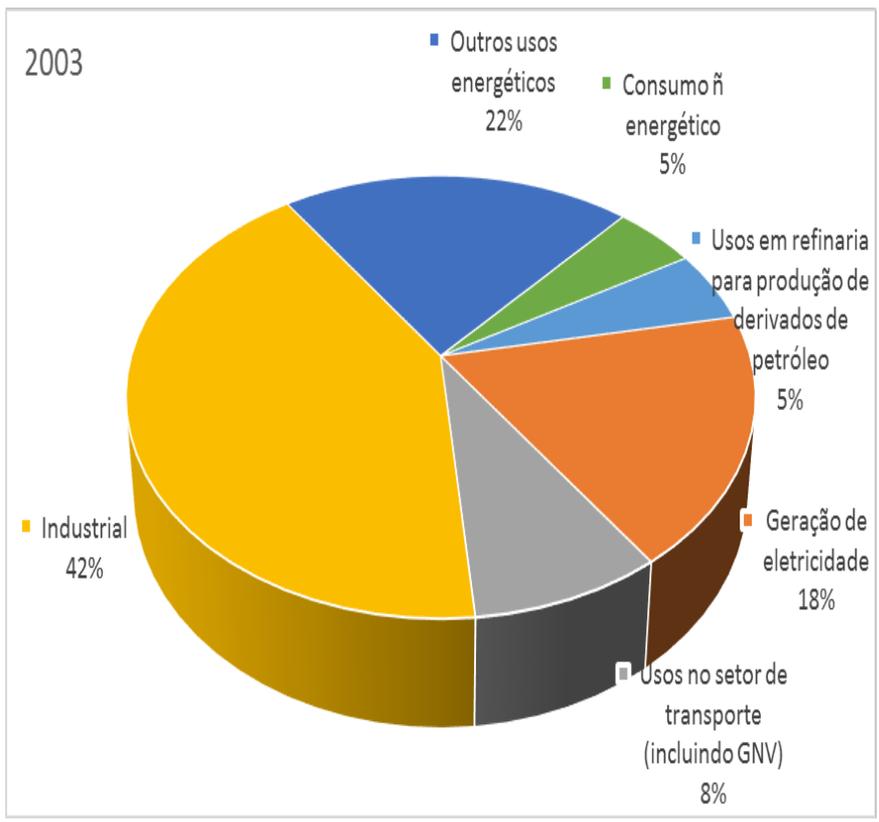
QUADRO DO USO DO GN NO BRASIL

Balanço Gasífero Brasileiro - 2003 a 2012 (em Milhão de m³/ano) (Fonte: BEN 2013)

	2003	2008	2009	2012	Tcma 2003 - 2012	Tcma 2003 - 2008	Tcma 2009 - 2012	Var% 2008/09
Produção doméstica	15.792	21.593	21.137	25.762	5,6%	6,5%	6,8%	-2,1%
Importação	5.055	11.348	8.366	13.184	11,2%	17,6%	16,4%	-26,3%
Variações de estoque, perdas e ajustes	-4.906	-6.042	-7.923	-5.335	0,9%	4,3%	-12,4%	31,1%
Consumo total	15.941	26.898	21.580	33.611	8,6%	11,0%	15,9%	-19,8%
Usos em refinaria para produção de derivados de petróleo	848	1.856	1.674	3.082	15,4%	17,0%	22,6%	-9,8%
Geração de eletricidade	2.905	6.427	2.908	10.070	14,8%	17,2%	51,3%	-54,8%
Usos no setor de transporte (incluindo GNV)	1.328	2.453	2.106	1.942	4,3%	13,1%	-2,7%	-14,1%
Industrial	6.658	9.605	8.243	11.192	5,9%	7,6%	10,7%	-14,2%
Outros usos energéticos	3.411	5.750	5.834	6.304	7,1%	11,0%	2,6%	1,5%
Consumo ã energético	791	807	815	1.021	2,9%	0,4%	7,8%	1,0%

QUADRO DO USO DO GN NO BRASIL

Entre 2003 e 2012, o Brasil registrou uma alteração espetacular em seu perfil de consumo de gás natural:

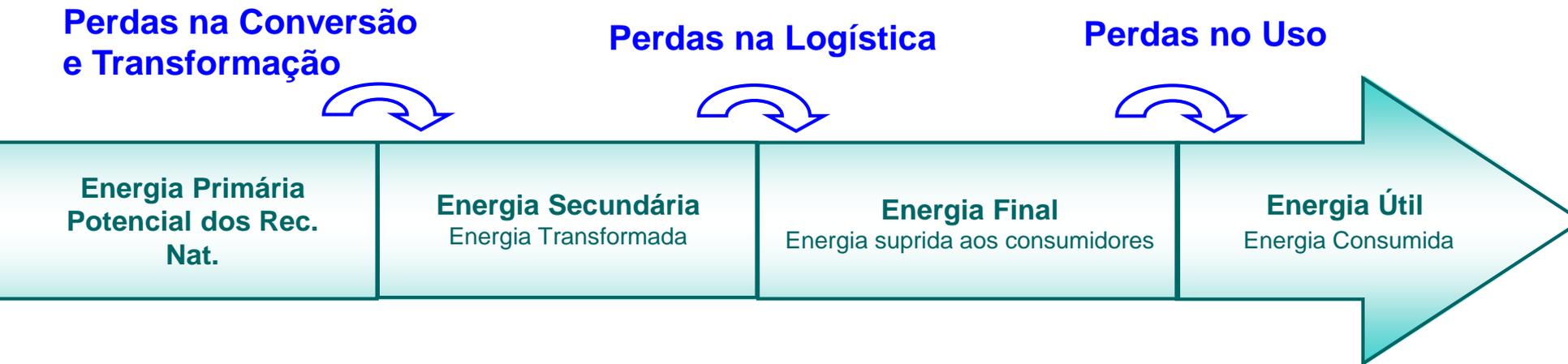


QUADRO DO USO DO GN NO BRASIL

- **Entre 2003 e 2012, a participação do gás natural no consumo total de energia do país pouco evoluiu, passando de 6% a 7,2%.**
- **O mercado embrionário de gás natural retomou crescimento pujante após a crise de 2008 e 2009.**
- **Destaque na geração de eletricidade.**
- **Coloca-se a temática: GN x ELETROTERMIA.**

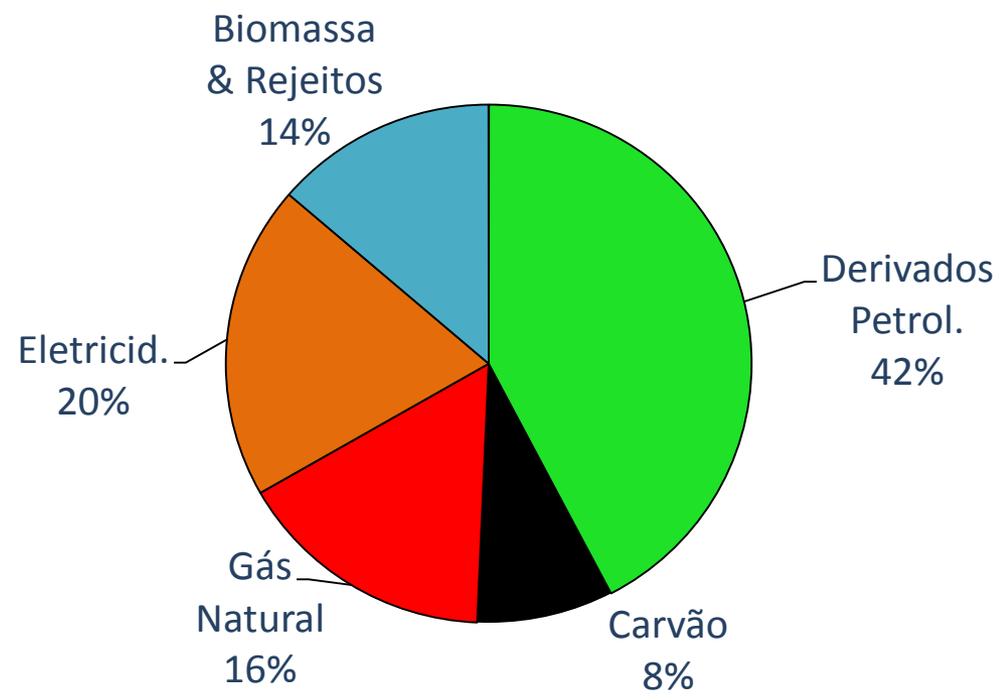
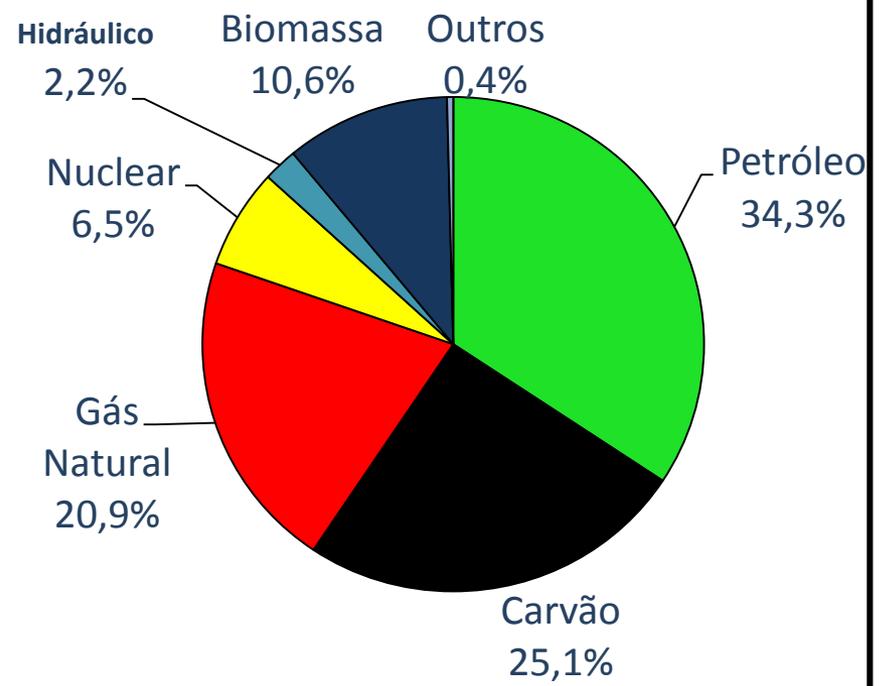
Temática: GN x ELETRICIDADE

Da Energia Primária à Energia Útil

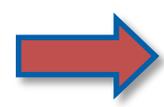


Da Energia Primária à Energia Útil

2012



12,3 Gtoe primário

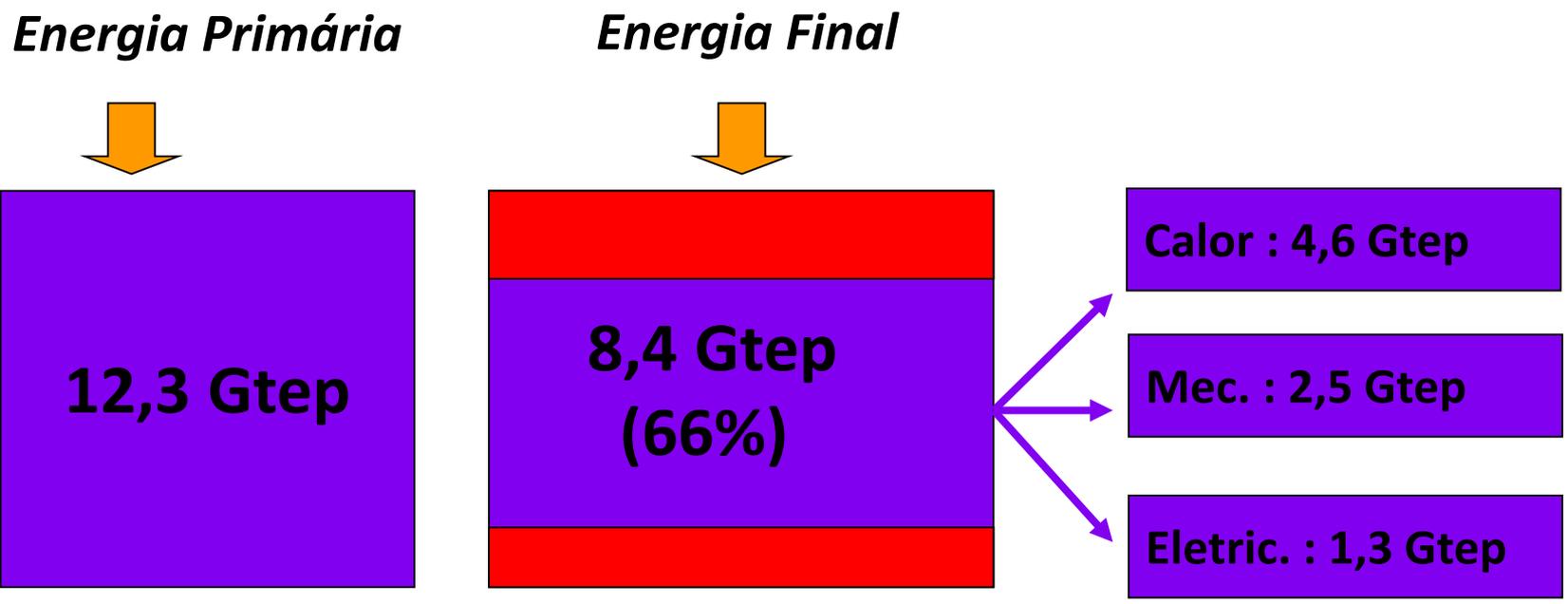


8,4 Gtep final

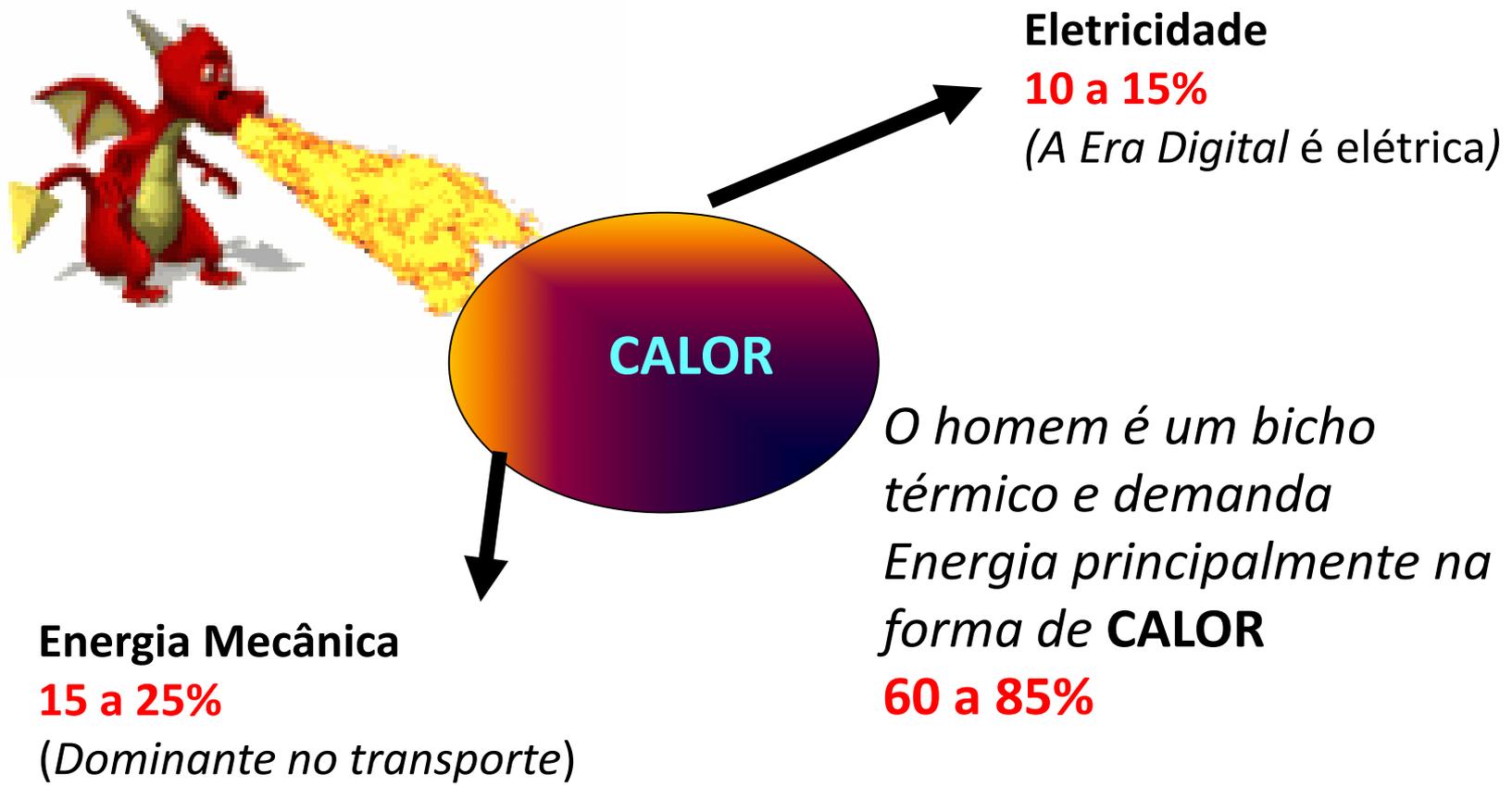
Da Energia Primária à Energia Útil

Explorando os Usos Finais de Energia pelo Homem

A LÓGICA TÉRMICA DA ENERGIA:



Da Energia Primária à Energia Útil



Da Energia Primária à Energia Útil

O EXCESSIVO FOCO ELÉTRICO:

No Brasil e no mundo, os esforços em relação à energia talvez estejam exageradamente focados na eletricidade:

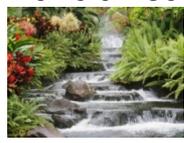
Biomassa



Comb. Fós.



Hidráulica



Solar



Eólica



Nuclear

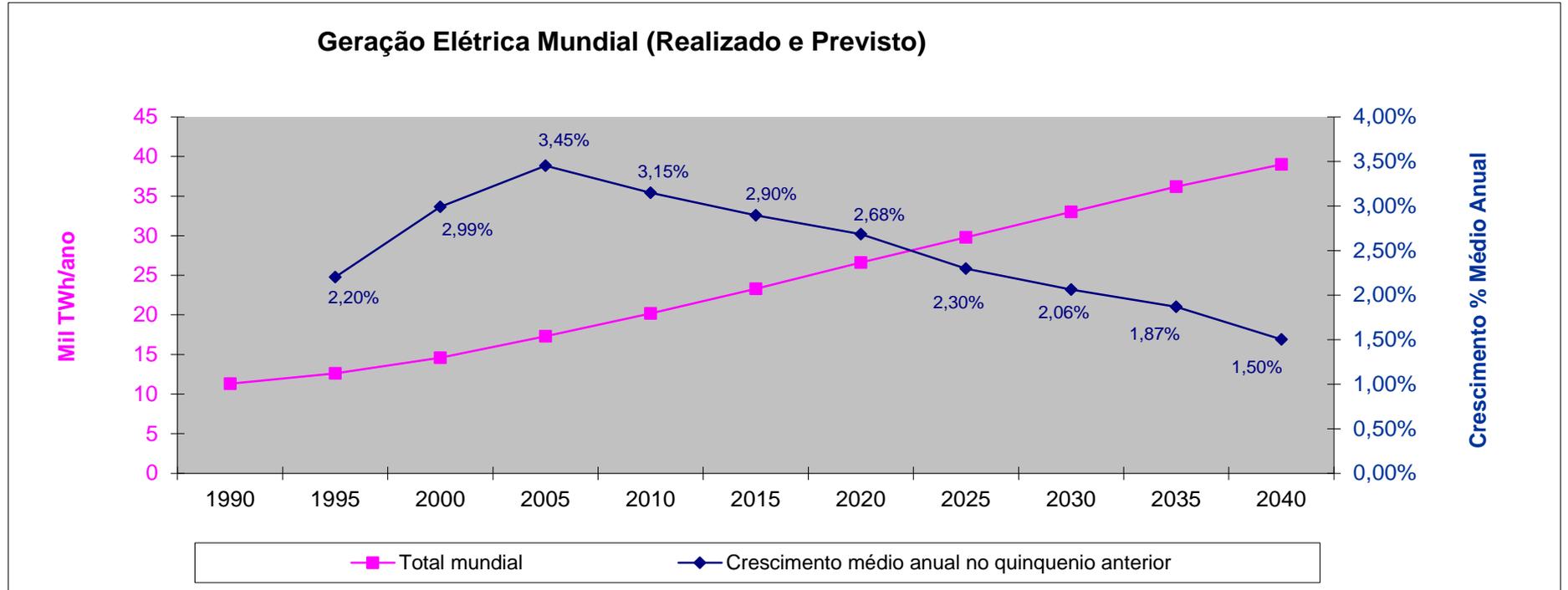


Temática: GN x ELETRICIDADE

Papel dominante da eletricidade

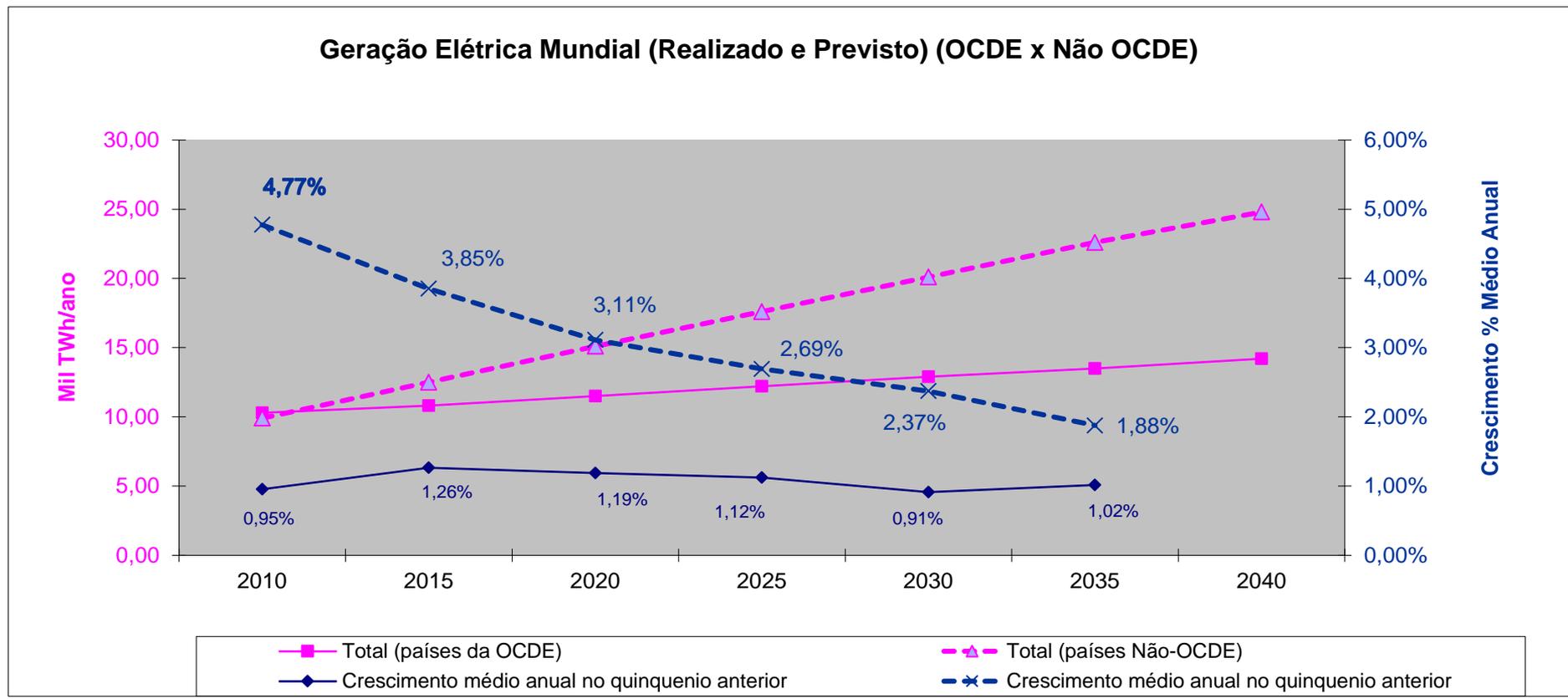
PAPEL DOMINANTE DA ELETRICIDADE

- De acordo com dados e previsões do *Energy Information Administration* do Departamento de Energia do governo dos EUA, a geração elétrica produzida pelo mundo em cada ano continuará a crescer a uma taxa média anual de 2,22%, passando de 20,2 a 39,0 mil TWh entre 2010 e 2040.
- Contudo, ao longo de quinquênios, a taxa média anual terá atingido seu pico entre 2000 e 2005 (3,45% aa), devendo reduzir-se a 1,5% ao ano entre 2035 e 2040.



PAPEL DOMINANTE DA ELETRICIDADE

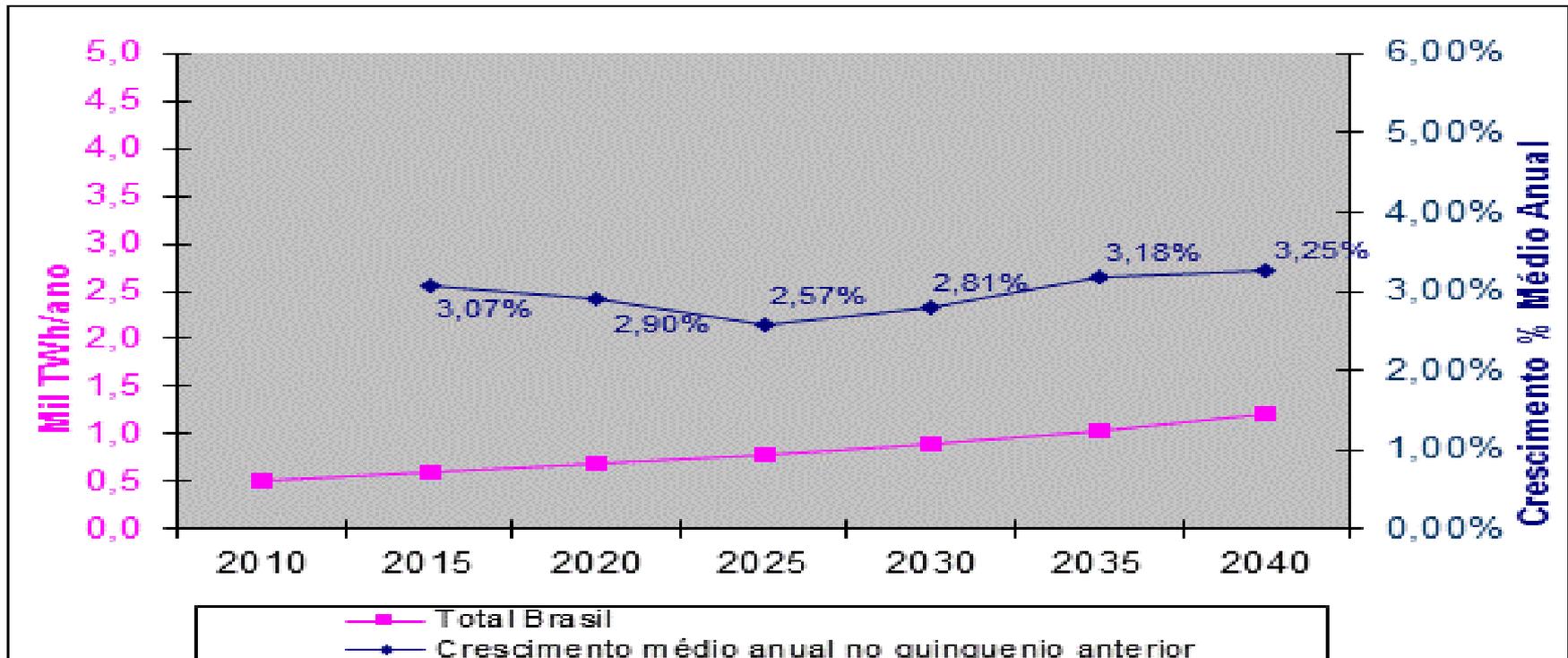
- A geração em países Não-OCDE já superou aquela dos países OCDE.
- As taxas de crescimento médio anual em países Não-OCDE serão bem superiores, mas igualmente decrescentes no longo prazo.



PAPEL DOMINANTE DA ELETRICIDADE

- A geração em países Não-OCDE já superou aquela dos países OCDE.
- As taxas de crescimento médio anual em países Não-OCDE serão bem superiores, mas igualmente decrescentes no longo prazo.

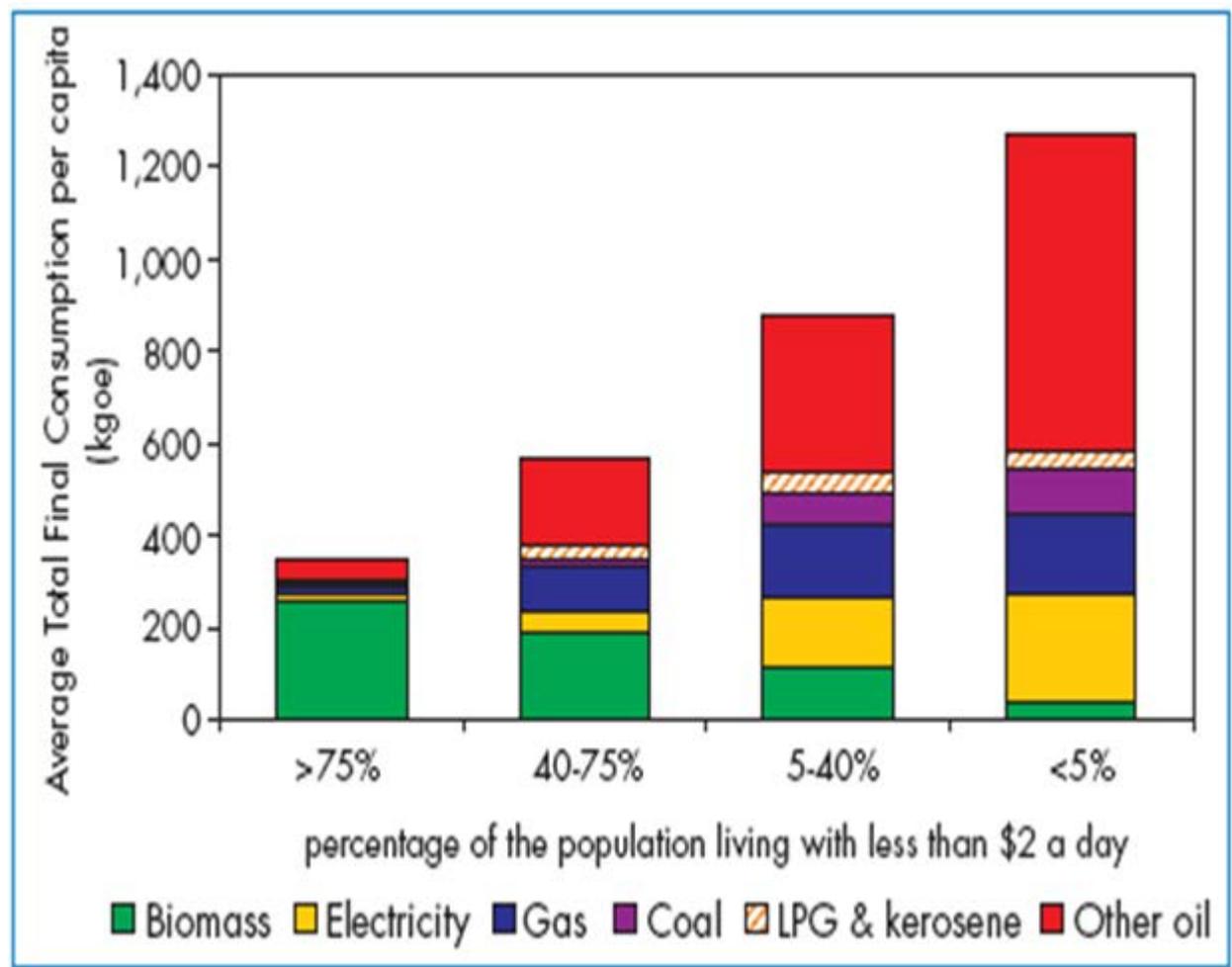
Geração elétrica Brasil (Realizado e Previsto)



Fonte: EIA, 2013

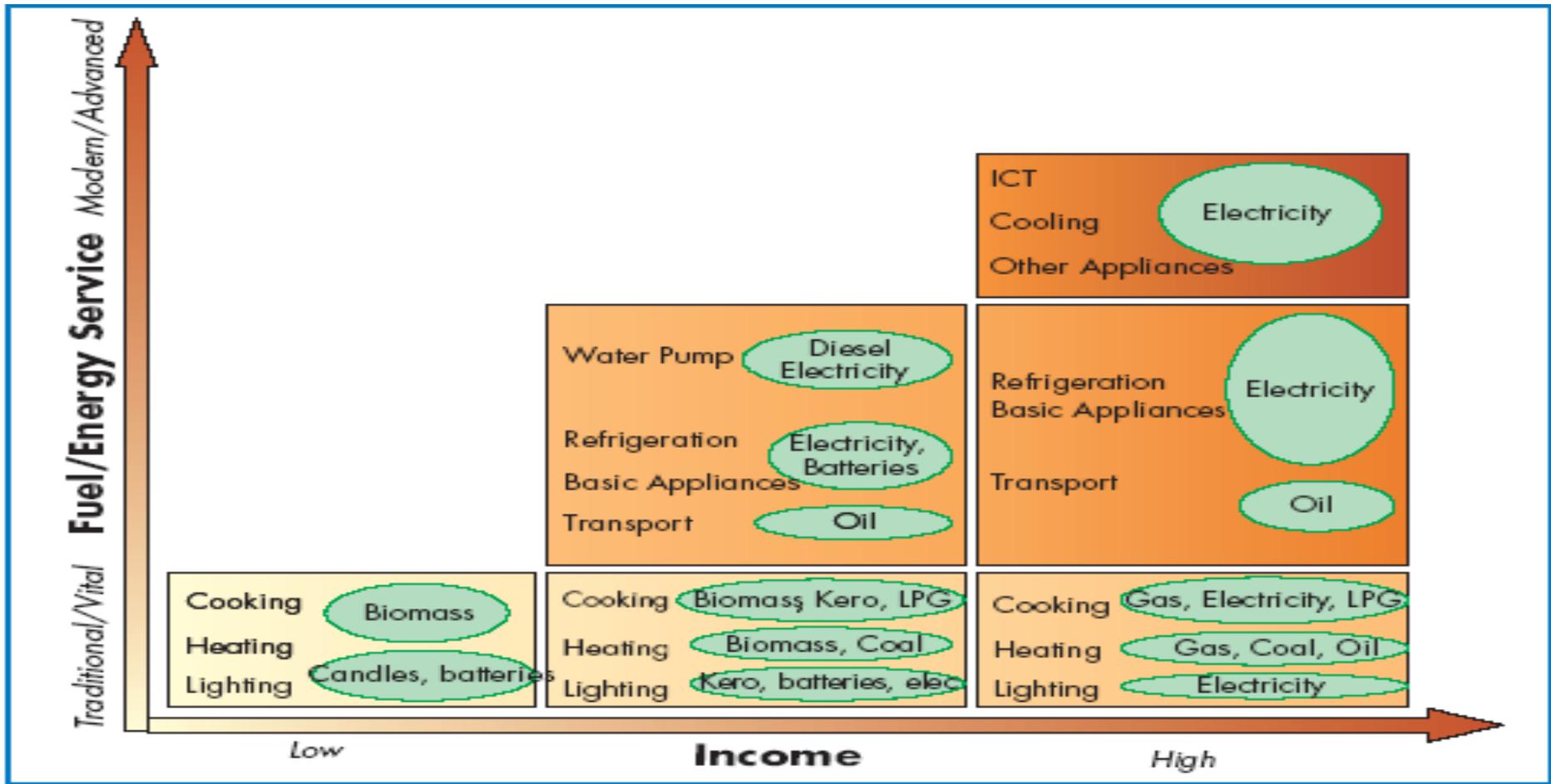
PAPEL DOMINANTE DA ELETRICIDADE

Consumo final per capita de energia (média) e % de pessoas abaixo da linha de pobreza (2000)



Source: IEA analysis.

PAPEL DOMINANTE DA ELETRICIDADE



Note: ICT is information and communication technology.
Source: IEA analysis.

Temática: GN x ELETRICIDADE

Eficiência e confiabilidade

Exemplo das Edificações no Brasil

Grandes Números - Consumo da Eletricidade

No Brasil:

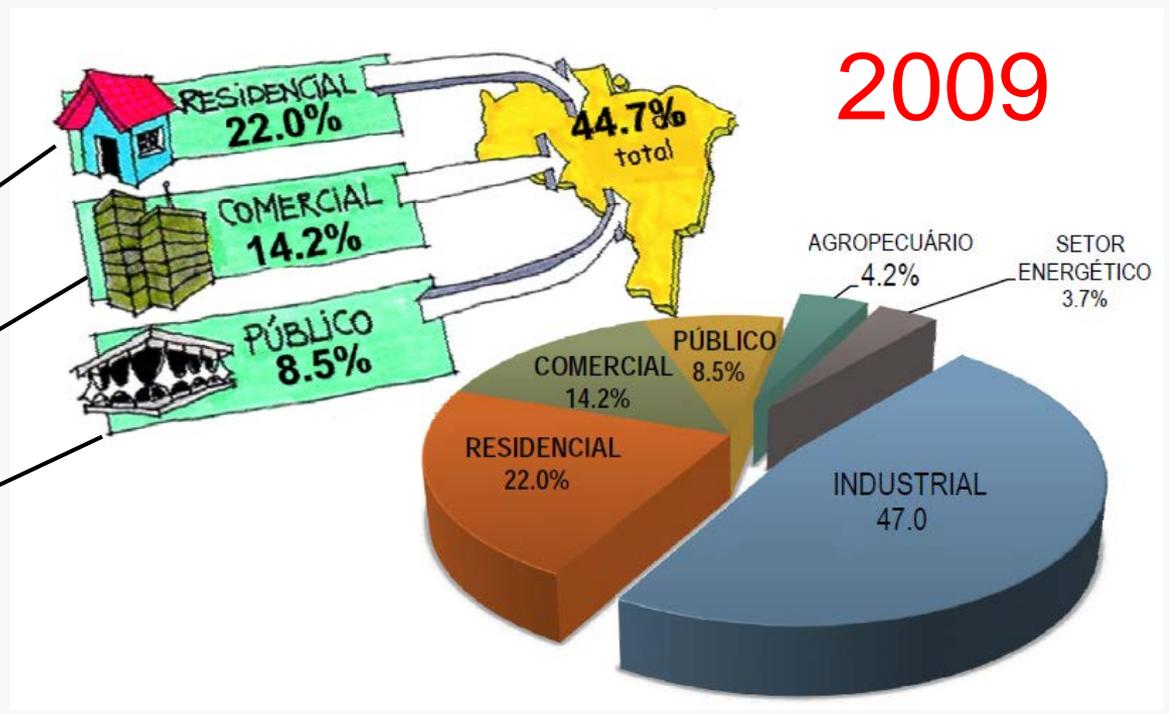
2030

47,6%

23,6%

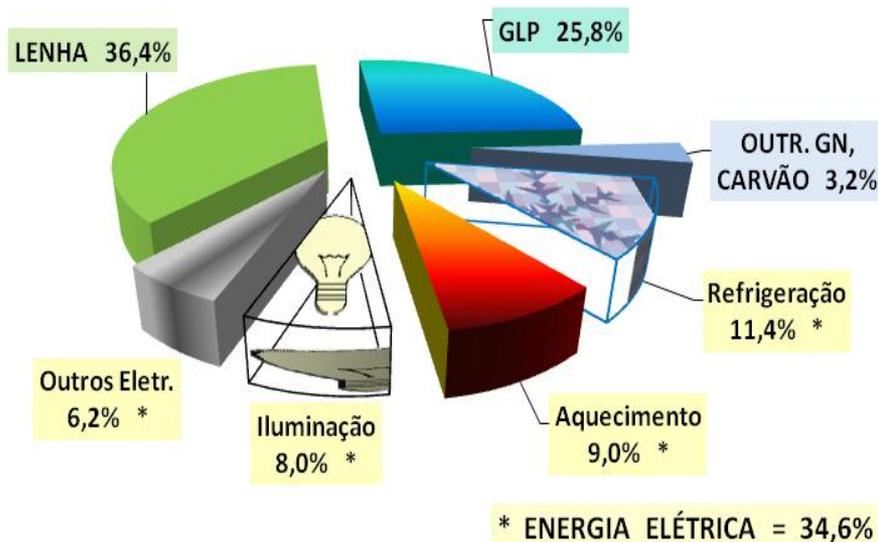
16,0%

8,0%



Eficiência Energética = Uso Racional da Eletricidade

SETOR RESIDENCIAL - CONSUMO FINAL POR USOS ELÉTRICOS 2007

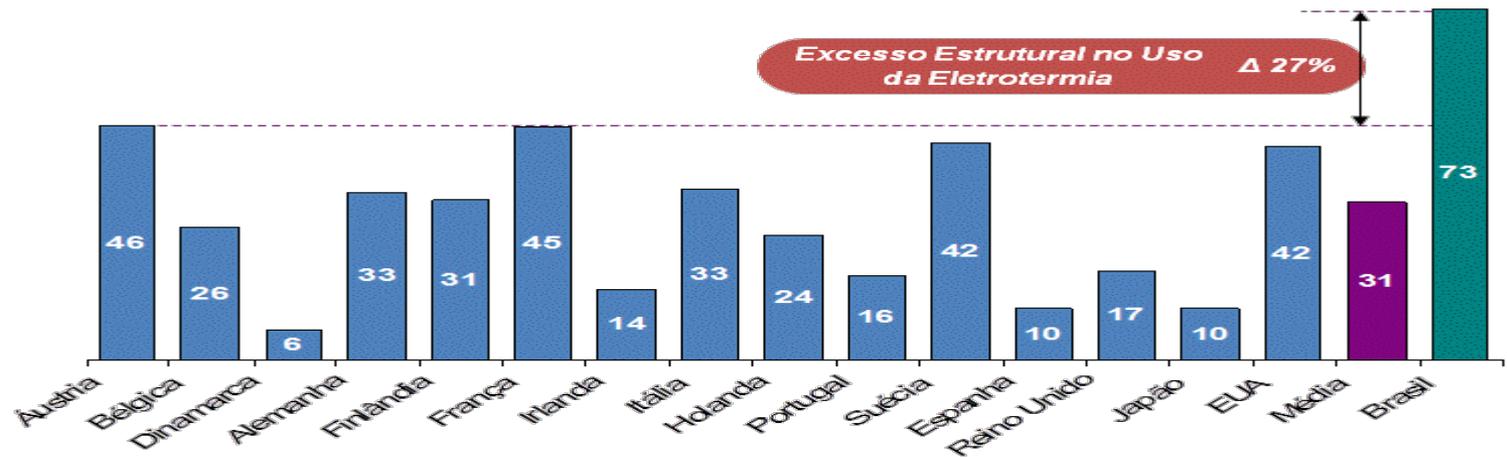


- As Edificações Residenciais e Comerciais brasileiras revelam uma forte adoção da eletrotermia;
- Mais da metade da eletricidade consumida é transformada em processos eletrotérmicos;
- Uso tremendamente irracional da eletricidade.

Eficiência Energética = Uso Racional da Eletricidade

Eletrotermia no mundo

Presença de Aquecimento de Água via Eletricidade nos Domicílios
(% dos domicílios)

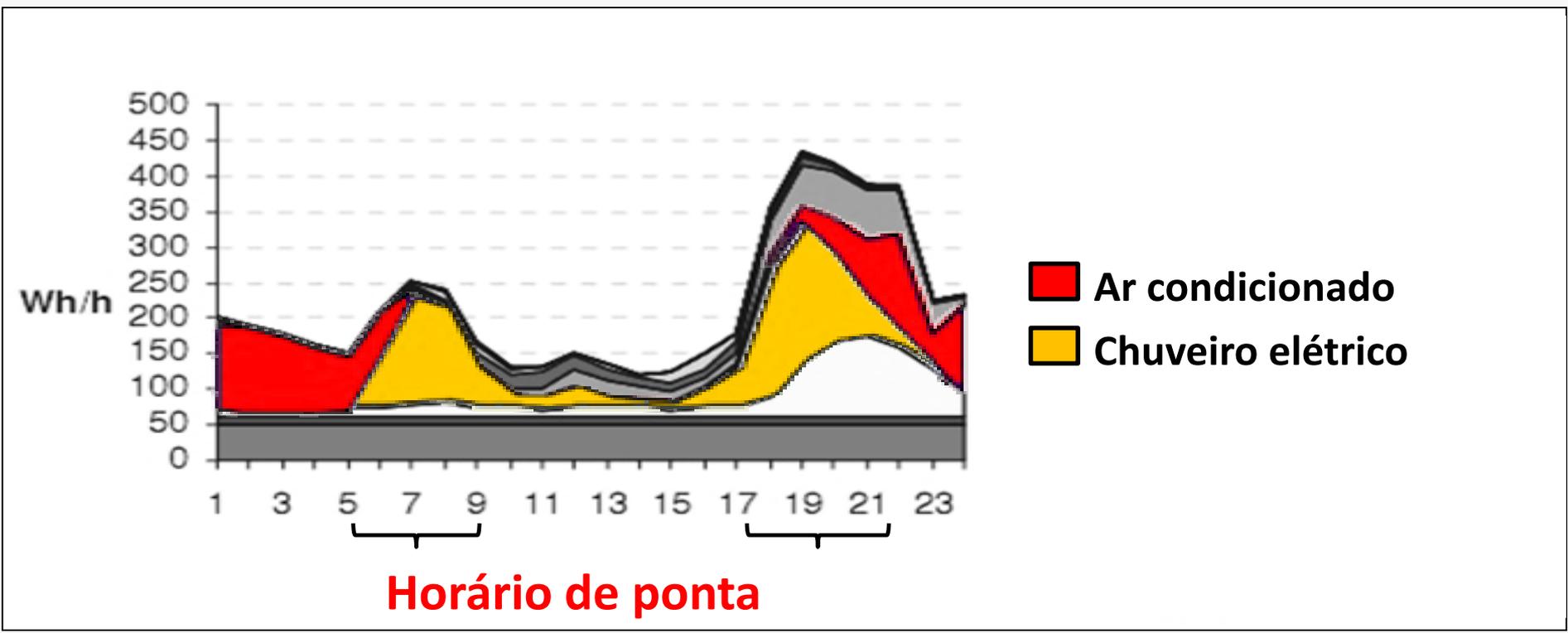


- ▶ O Brasil, conforme Pesquisa de Posse de Equipamentos e Hábitos de Usos – Ano Base 2005 (PROCEL/Eletróbrás), possui 73% de aquecimento da água com eletricidade nos domicílios
- ▶ Em países desenvolvidos com forte cultura de eletrotermia, este uso não ultrapassa 46% de penetração nas residências

Fonte: ECI, Eurostat, Euromonitor, Programa SAVE, IEEJ, PROCEL/Eletróbrás, Análise Booz Allen

Eficiência Energética = Uso Racional da Eletricidade

Curva de carga média diária do uso de eletricidade no Brasil



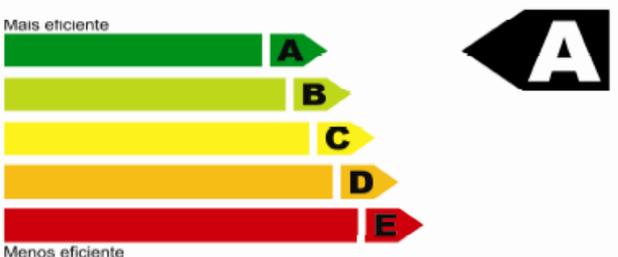
Eficiência Energética = Uso Racional da Eletricidade

Procel Edifica

Eficiência Energética Projeto do Edifício

Projeto do Edifício: XXXXXXXX xxxxxxxxxxxxxxxx
 Endereço: XXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXX
 Cidade/UF: XXXXX/XX
 Data: XX/XX/XXXX
 Método: XXXXXX

Bonificações: x,xx
Pontuação: x,xx
 Aquecimento de Água: X Pré-requisito



Mais eficiente **A**
B
C
D
E
 Menos eficiente

Sistemas Individuais

Envoltória	Iluminação	Condicionamento do ar
Zona Bioclimática: xx Áut: xxx,xx m²	Ambiente: xxxxxxxxxxxxxxxx Área Iluminada: xxx,xx m²	Tipo: xxxxxxxxxxxxxxxx AC: xxx, xx m² ANC: xxx, xx m² EqNumV: xxx,x
Mais eficiente A B C D E Menos eficiente	Mais eficiente A B C D E Menos eficiente	Mais eficiente A B C D E Menos eficiente

PROCEL PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA
 Portarias INMETRO: XXX e XXX de (mês e ano)




Serviço Público Federal
MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR
 INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL-INMETRO

Portaria n.º 449 , de 25 de novembro de 2010

ANEXO DA PORTARIA INMETRO Nº 449/2010



REGULAMENTO TÉCNICO DA QUALIDADE PARA O NÍVEL DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS

Eficiência Energética = Uso Racional da Eletricidade

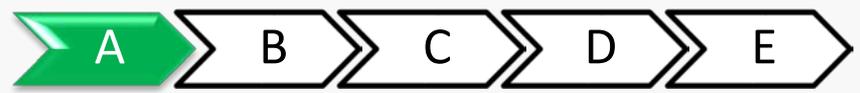
Procel Edifica

Aquecimento elétrico



–Aquecedores elétricos de passagem,
chuveiros elétricos e torneiras elétricas

- » D, para aparelhos com potência $P \leq 4.600 \text{ W}$;
- » E, para aparelhos com potência $P > 4.600 \text{ W}$.



Sistema de aquecimento solar e gás

Eficiência Energética = Uso Racional da Eletricidade



40%

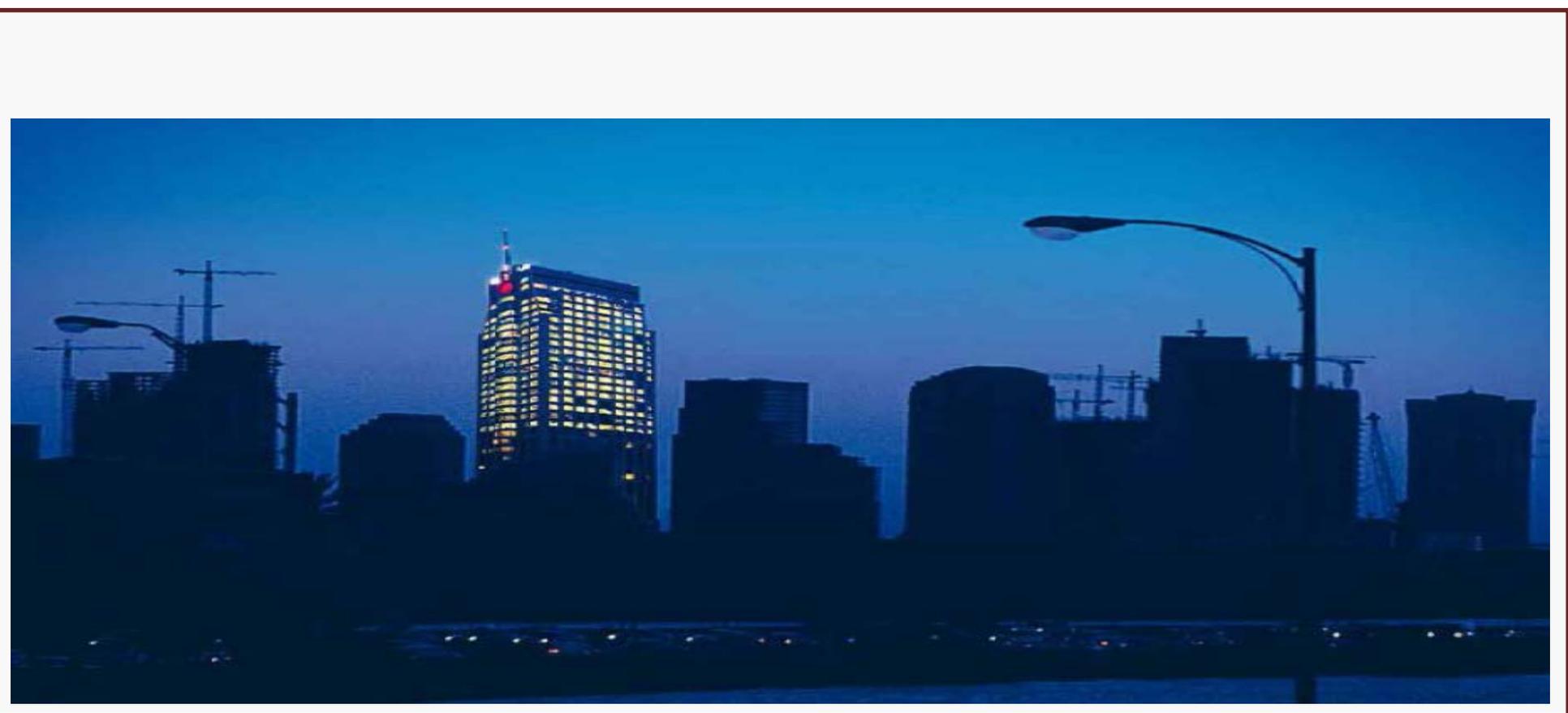


35%



85%

Uso Racional da Eletricidade – Segurança de Suprimento

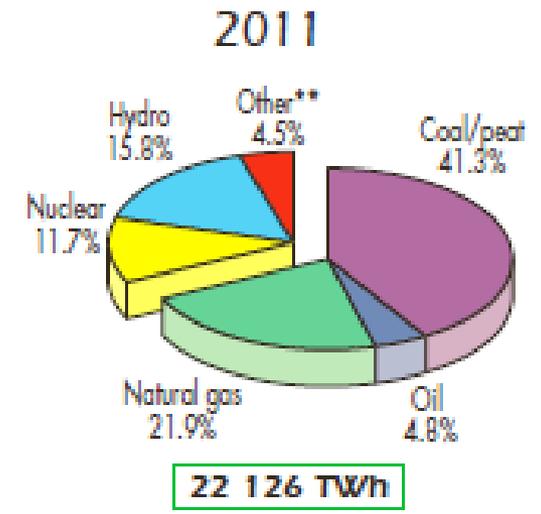
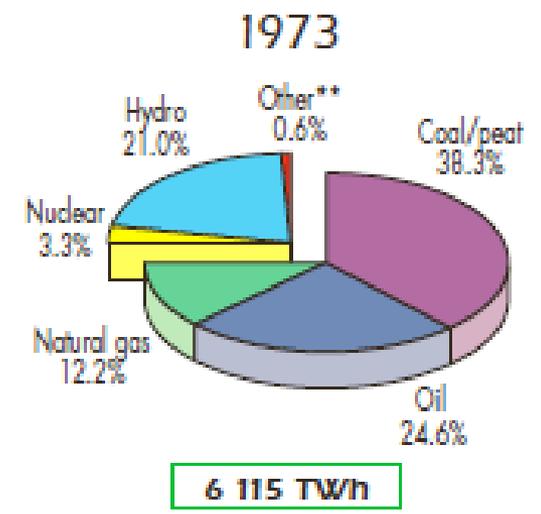
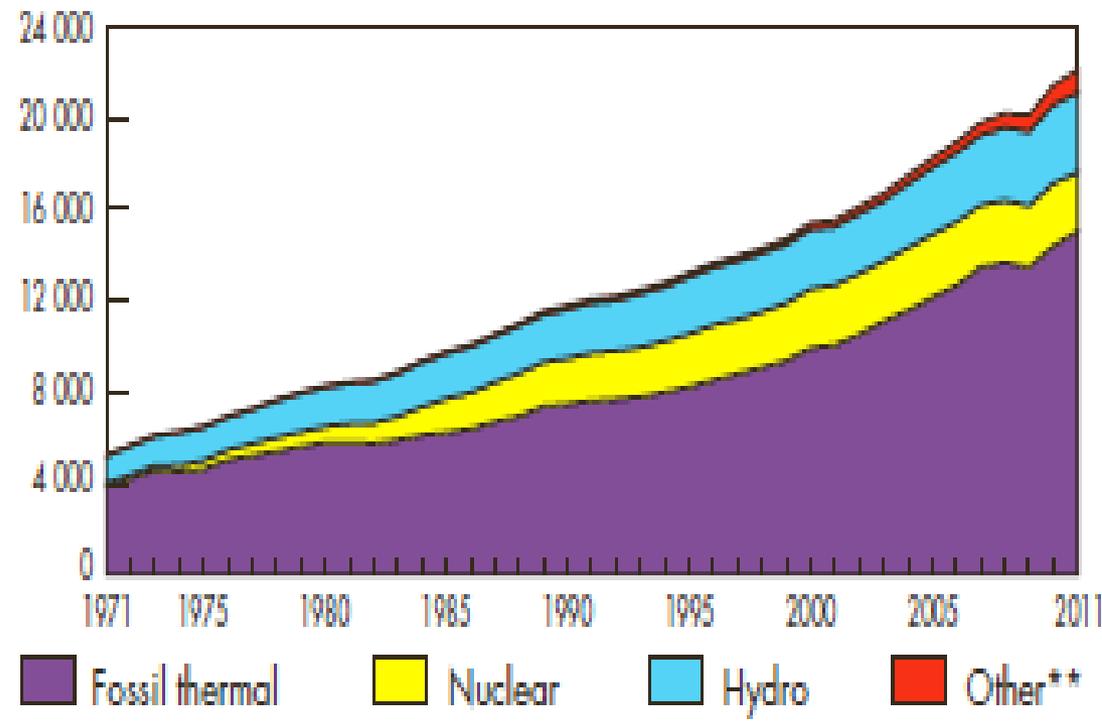


Discussões sobre matriz de geração elétrica

Evolução da Matriz Elétrica Global

Geração de eletricidade mundial por fonte

World electricity generation* from 1971 to 2011
by fuel (TWh)

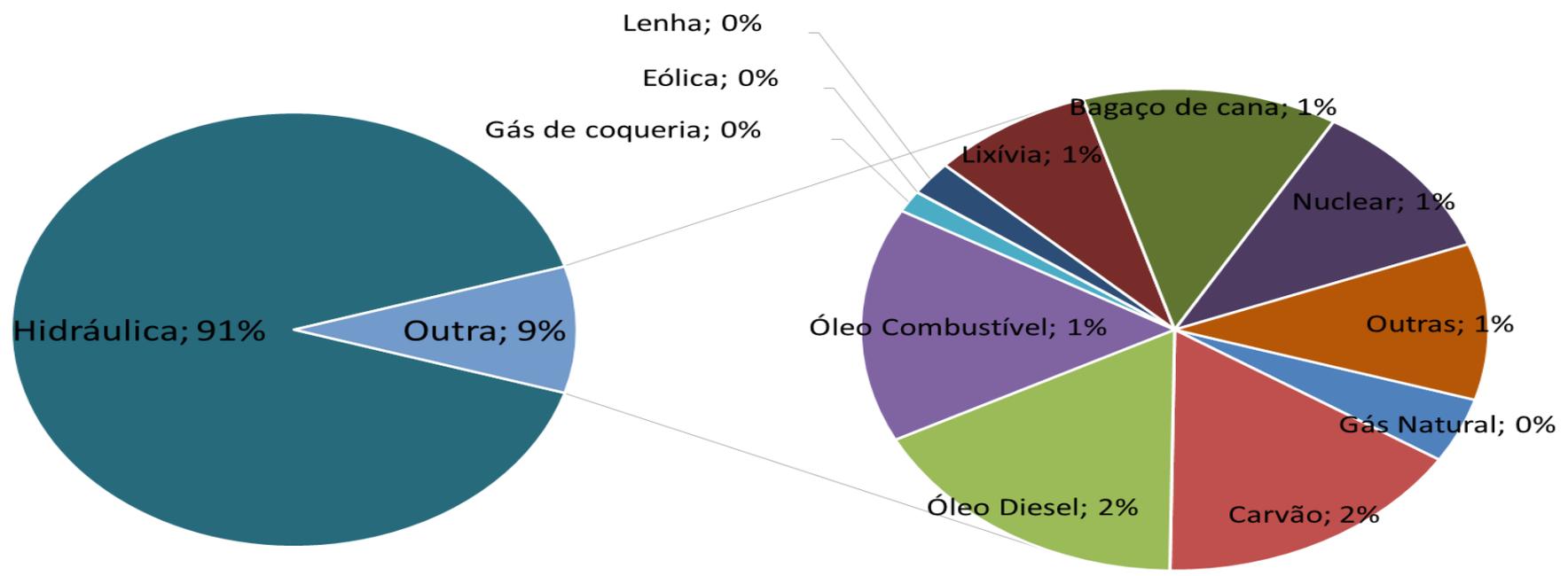


Outras = Geotérmica, Solar, Eólica etc

Evolução da Matriz Elétrica Brasileira

Geração de eletricidade brasileira por fonte

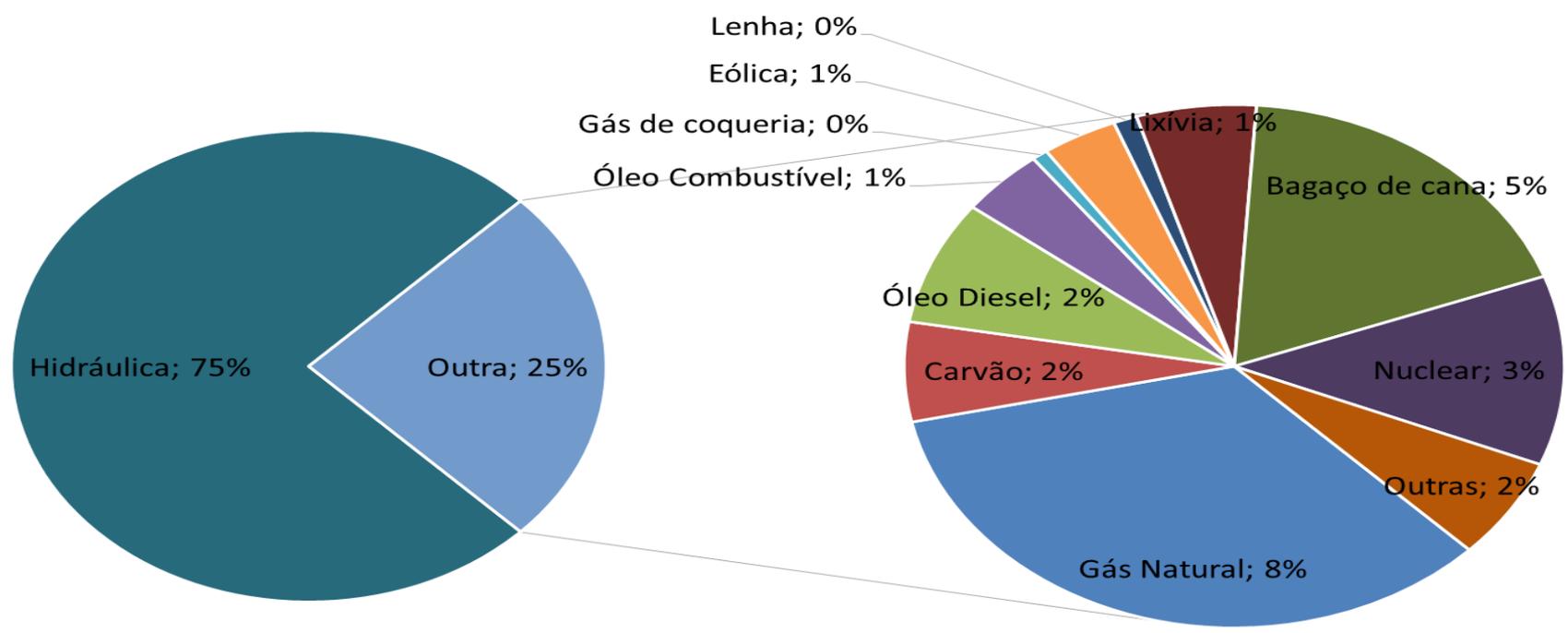
Geração de Eletricidade no Brasil - Participação % por Fonte 1998



Evolução da Matriz Elétrica Brasileira

Geração de eletricidade brasileira por fonte

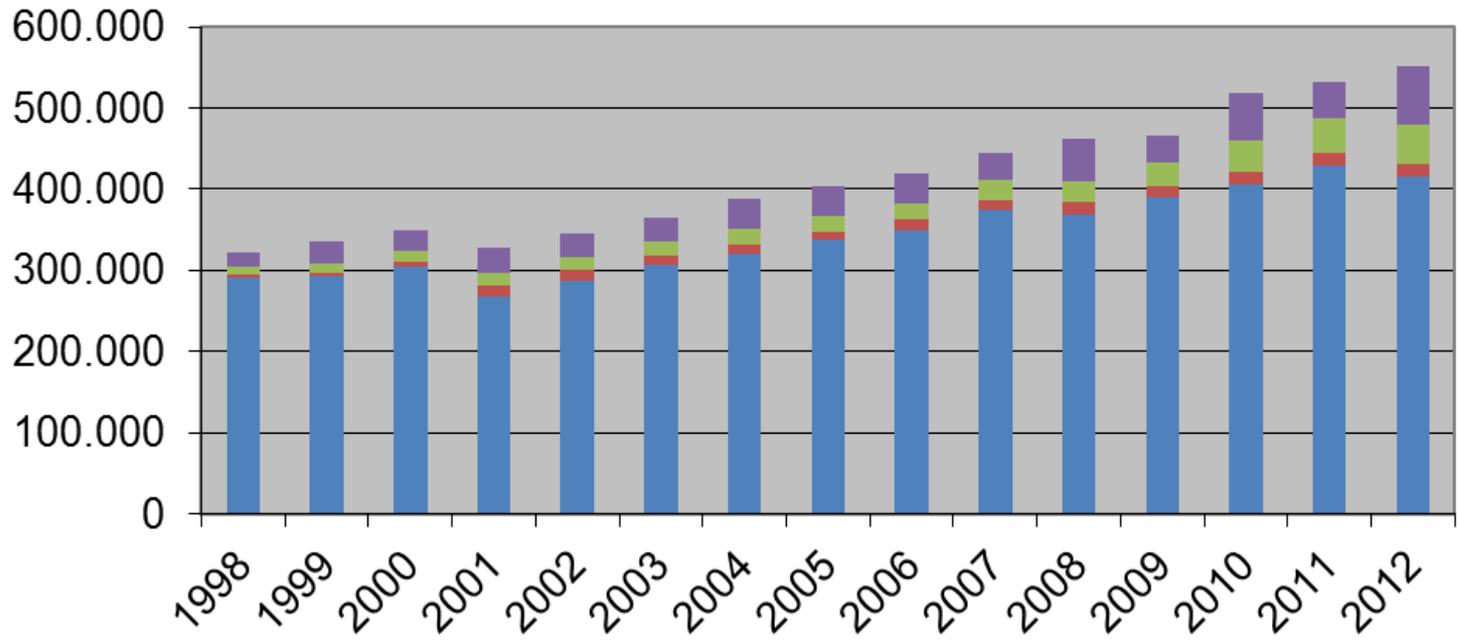
Geração de Eletricidade no Brasil - Participação % por Fonte
2012



Evolução da Matriz Elétrica Brasileira

Geração de eletricidade brasileira por fonte

Geração de Eletricidade por Fonte (em GWh)

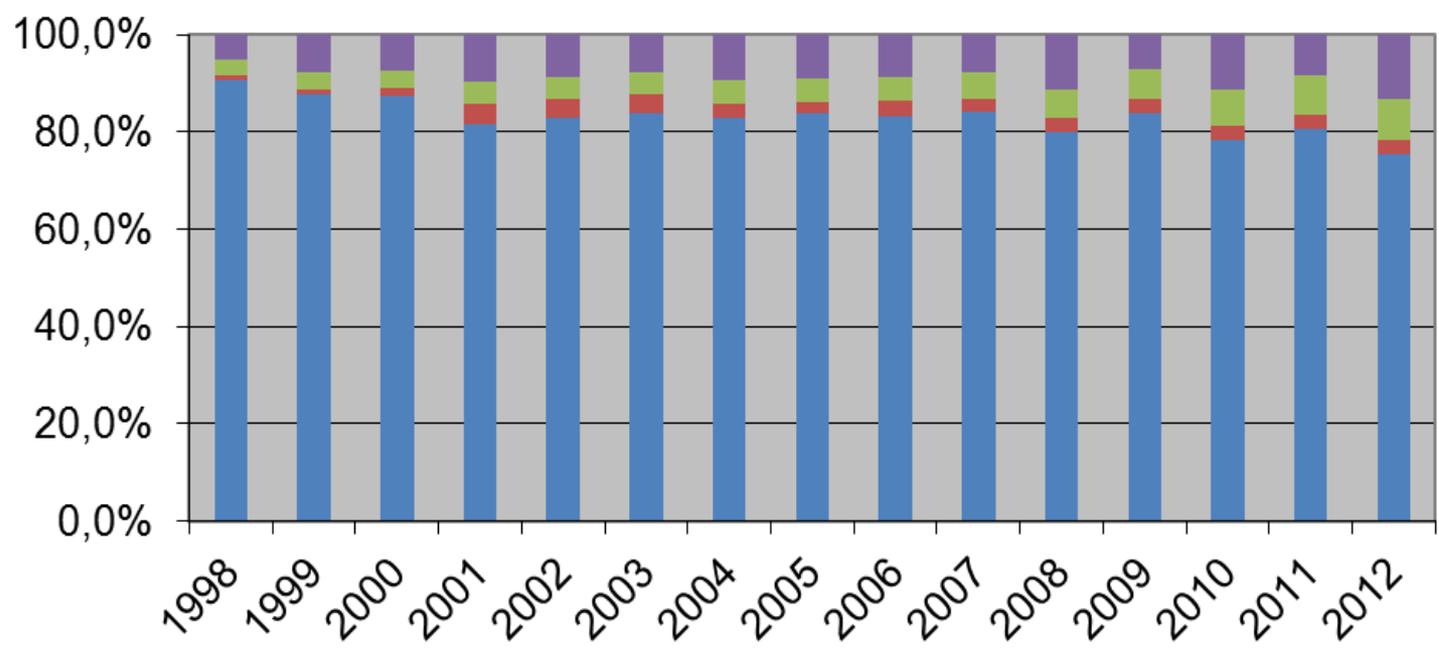


■ Hidráulica ■ Nuclear ■ Fontes renováveis (excl. Hidráulica e Nuclear) ■ Total fontes não renováveis

Evolução da Matriz Elétrica Brasileira

Geração de eletricidade brasileira por fonte

Participação na Geração de Eletricidade por Fonte (%)

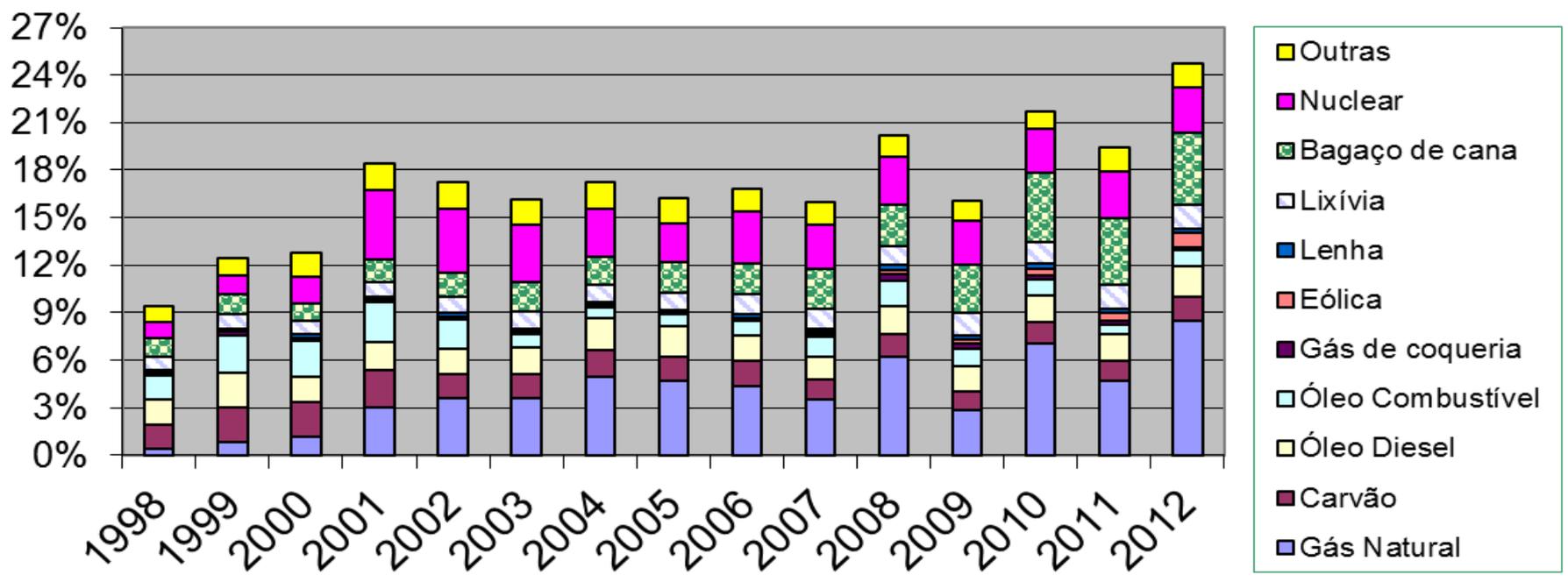


■ Hidráulica ■ Nuclear ■ Fontes renováveis (excl. Hidráulica e Nuclear) ■ Total fontes não renováveis

Evolução da Matriz Elétrica Brasileira

Geração de eletricidade brasileira por fonte

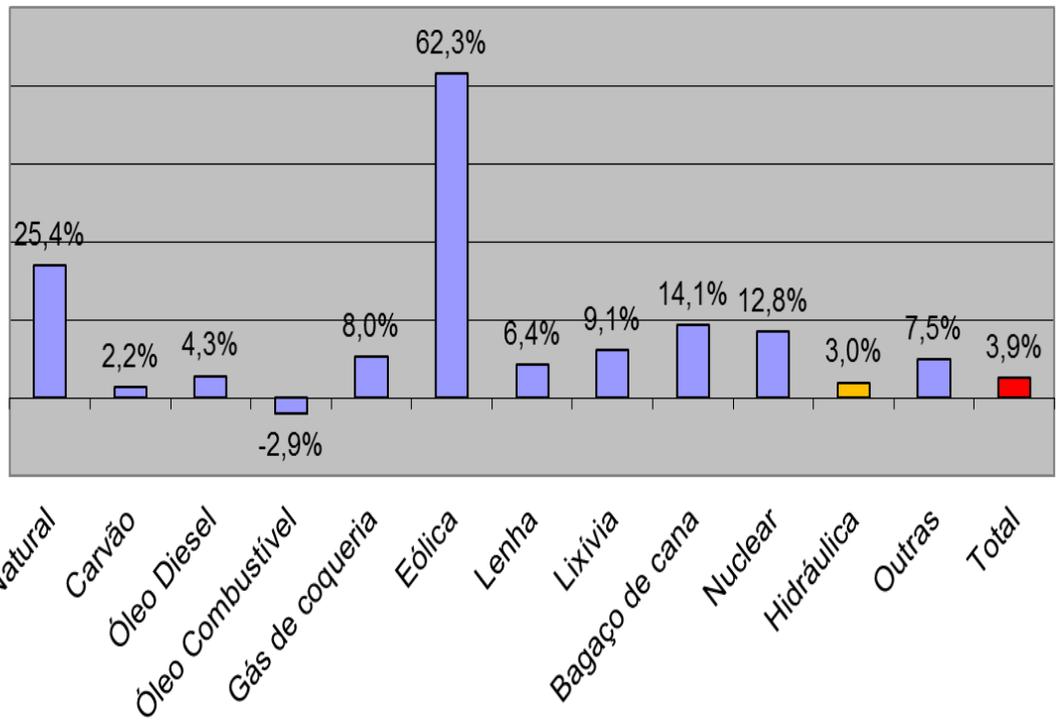
Participação na Geração por Fonte (excluindo hidráulica) (%)



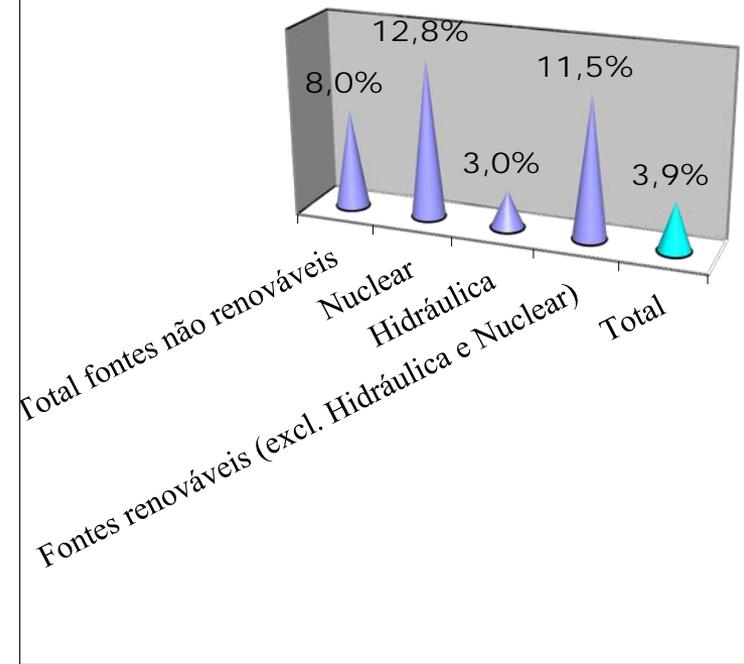
Evolução da Matriz Elétrica Brasileira

Geração de eletricidade brasileira por fonte

Crescimento Porcentual Anual Médio da Geração de Eletricidade por Fonte (1998 - 2012)



Crescimento Porcentual Anual Médio da Geração de Eletricidade por Fonte (1998 - 2012)



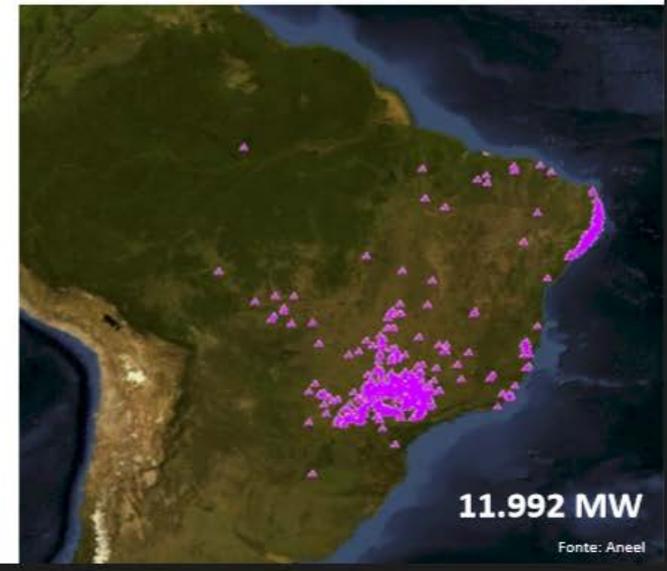
Evolução da Matriz Elétrica Brasileira

Fontes de Complementação Termelétrica

BIOMASSA

- Segurança no Suprimento ●
- Despachabilidade ●
- Flexibilidade Locacional ●
- Baixa emissão de GEEs ●
- Diversidade de fontes: bagaço de cana; madeira; casca de arroz; licor negro e biogás.
- Empreendimentos de pequeno porte, próximos ao centro de consumo. Complementariedade sazonal com outras fontes como hidráulica e eólica.
- Interfere no solo e compete com alimentos
- Potencial: 7.000 MW médios, até 2022 (EPE)
- **Restrições: Falta de capilaridade da rede de transmissão e preço-teto baixo nos leilões de energia**

Termelétricas a biomassa



Evolução da Matriz Elétrica Brasileira

Fontes de Complementação Termelétrica

CARVÃO MINERAL

- Segurança no Suprimento ●
- Despachabilidade ◐
- Flexibilidade Locacional ◐
- Baixa emissão de GEEs ○
- O aumento do despacho termelétrico torna competitivas usinas de custo variável mais baixo como as usinas a carvão. Trata-se de uma fonte segura e com custo baixo.
- Potencial: 25,8 bilhões t de carvão mineral (Produção em 2012: 6,6 milhões t – 6,2 milhões t para energia). As reservas poderiam gerar 17.000 MW (Aneel)
- Restrições: Preço-teto dos leilões, baixa qualidade do carvão nacional e emissão de GEEs

Termelétricas a carvão mineral



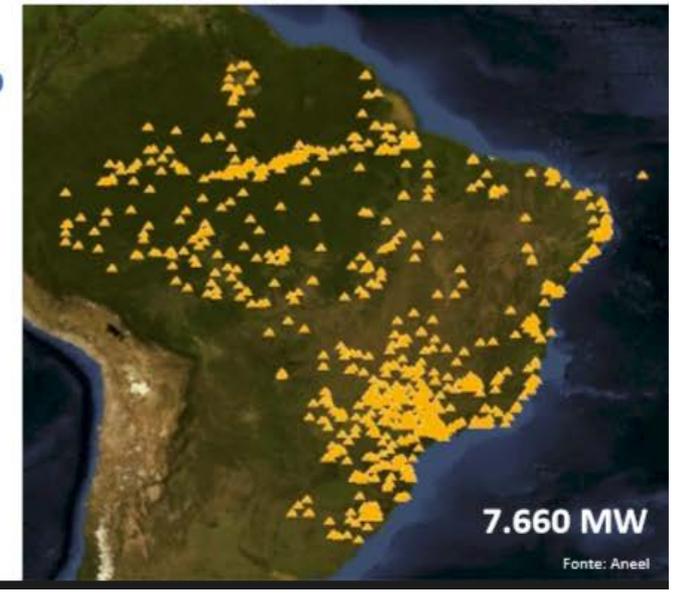
Evolução da Matriz Elétrica Brasileira

Fontes de Complementação Termelétrica

ÓLEO DIESEL E COMBUSTÍVEL

- Segurança no Suprimento ●
- Despachabilidade ●
- Flexibilidade Locacional ●
- Baixa emissão de GEEs ○
- Adequadas ao suprimento de comunidades e de sistemas isolados. É uma termelétrica com baixo custo fixo e elevado custo variável, ideal para funcionar poucas horas no ano ou poucas horas no dia
- Potencial: 2,3 bilhões m³ de petróleo (Produção em 2012: 120,8 milhões m³ – 4,5 milhões m³ para eletricidade)
- Restrições: Preço-teto dos leilões e emissão de GEEs

Termelétricas a óleo diesel e combustível



Evolução da Matriz Elétrica Brasileira

Fontes de Complementação Termelétrica

GÁS NATURAL

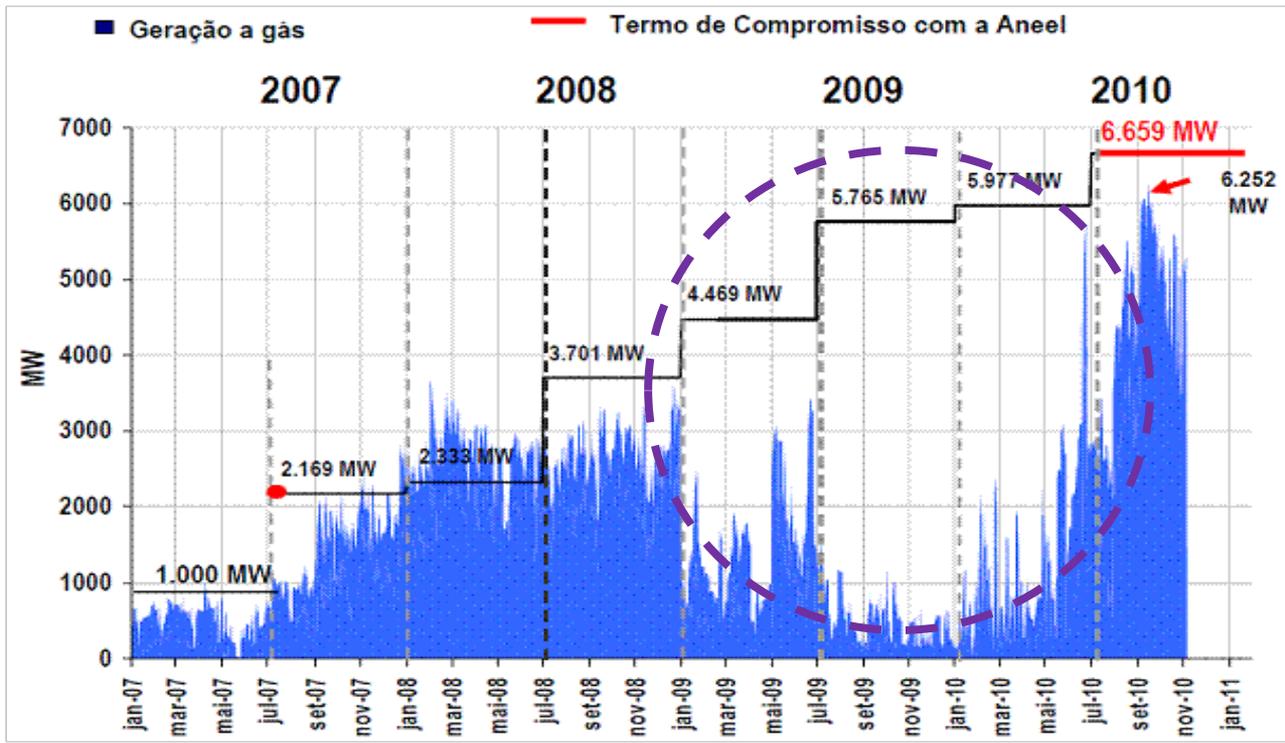
- Segurança no Suprimento ●
- Despachabilidade ●
- Flexibilidade Locacional ◐
- Baixa emissão de GEEs ◐
- O aumento do despacho termelétrico torna competitivas usinas de custo variável mais baixo como as usinas a gás natural. Combustível fóssil com menor emissão de GEEs. É possível instalá-las próximo ao centro de consumo.
- Potencial: 436 bilhões m³ de gás natural (Produção em 2012: 25,8 bilhões m³ – 10 bilhões m³ para energia)
- Restrições: Aumento na produção de gás natural e da infraestrutura (gasodutos) para distribuição.

Termelétricas a gás natural



Evolução da Matriz Elétrica Brasileira

Fontes de Complementação Termelétrica

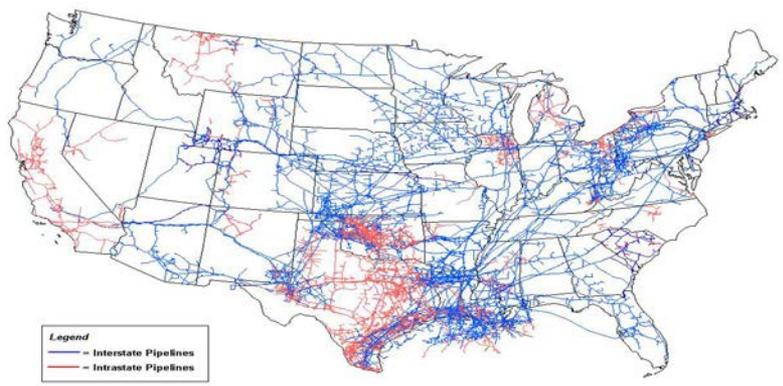


Fonte: PETROBRAS, 2010.

- A geração térmica é complementar à hidrelétrica, tem o despacho sazonal e suprimento garantido.

Impactos sobre a logística do GN

Impactos sobre a Logística do GN



Source: Energy Information Administration, Office of Oil & Gas, Natural Gas Division, Gas Transportation Information System



	 PRODUTORES	 PROCESSAMENTO	 TRANSPORTE	 DISTRIBUIÇÃO	 COMERCIALIZ.
	74*	30 un. 81 MM m ³ /d	9,3 mil km	23 Dist. 20 mil km	-
	+6.300	530 un. 1.200 MMm ³ /d	160 +485 mil km	1.200 Dist. +2 MM km	260 empresas

*Concessionários dos blocos já licitados.

Impactos sobre a Logística do GN

► Flexibilização da Oferta de GN

► GNL:

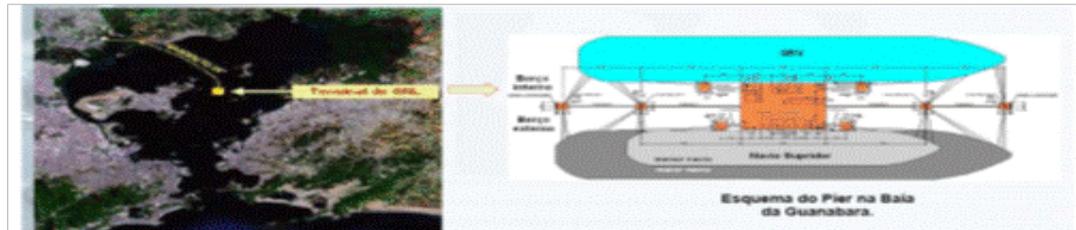
► Terminal de Pecém/CE

- Restrição física de atendimento



► Terminal de Guanabara

- Elevado potencial de demanda – concentração de UTE's



Impactos sobre a logística do GN Alternativa Chinesa

Alternativa Chinesa de Logística do GN

LNG Distribution Chains from inner China to the Coast



HANJUNG CIT

Linde Engineering



No.	Station	Dist. km
1	Linyi	3400
2	Rizhao	3520
3	Lianyungang	3450
4	Qingdao	3600
5	Weihai	3700
6	Jiangyan	4100
7	Qidong	3400
8	Tongxiang	3700
9	Yuyao	3920
10	Beijing	3170
11	Minqing	4050
12	Dehua	4400
13	Changde	3190
14	Changsha	3450
15	Zhuzhou	3520
16	Jiujiang	3250
17	Ji An	3700
18	Nanchang	3400
19	Guangzhou	4040
20	Jiangyang	4350
21	Longchuan	4200
22	Dongguan	4120
23	Urumqi	340
24	Hami	340

Alternativa Chinesa de Logística do GN



30 000 m³ LNG storage tank



Beihai, Xinao Base load LNG Plant, 150 000 Nm³/d ,
 Plant location : Island
 Liquefaction process : Natural gas as refrigerant
 LNG storage tank: 2 x 1500 m³ (Several small pressure tanks inside)

LNG trucks from plant via ship to land
 (photo of first ship transfer)



OBRIGADO

Edmilson Moutinho dos Santos

(55 - 11) 3091-2641

edsantos@iee.usp.br