



Ministério de Minas e Energia
Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético

Planejamento da Expansão do Setor Energético e Aproveitamento do Potencial Hidráulico do Paraná

Francisco Romário Wojcicki

Secretário Adjunto

Curitiba - PR, 12 de julho de 2007

ORGANIZAÇÃO INSTITUCIONAL

ORGANIZAÇÃO INSTITUCIONAL DO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO

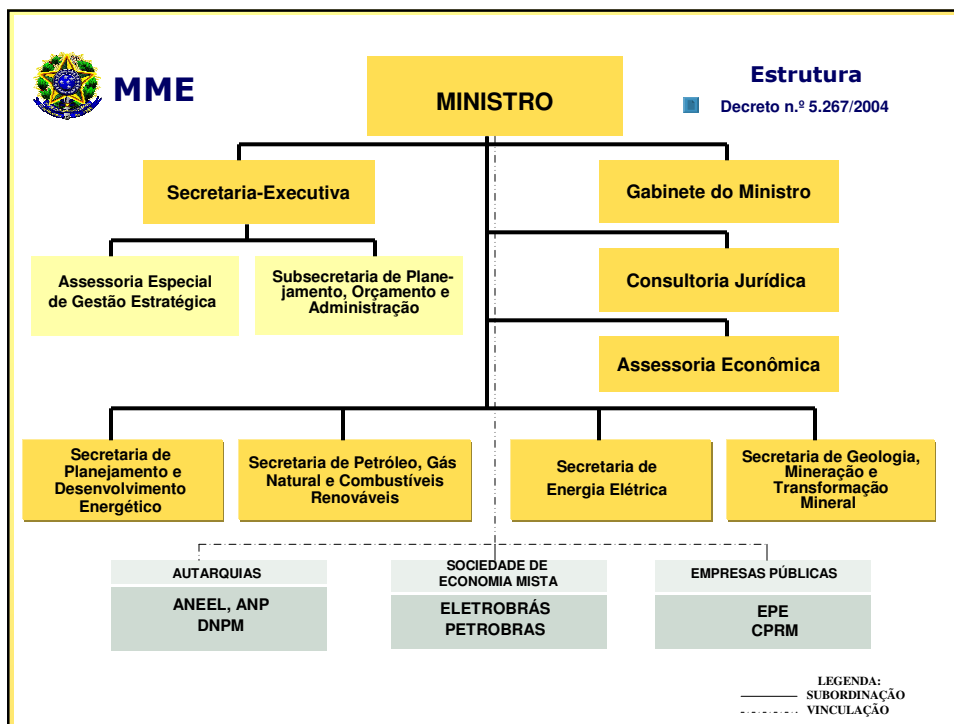


3/52

ORGANIZAÇÃO INSTITUCIONAL DO SETOR ELÉTRICO

- **Conselho Nacional de Política Energética (CNPE)**
 - conselho de alto nível para fixar diretrizes da política energética
- **Ministério de Minas e Energia (MME)**
 - responsável pela política de energia e planejamento
- **Empresa de Pesquisa Energética (EPE)**
 - responsável pelos estudos de planejamento
- **Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL)**
 - responsável pela regulação, fiscalização e mediação
- **Operador Nacional do Sistema (ONS)**
 - responsável pela operação do SIN
- **Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE)**
 - responsável pelo gerenciamento dos contratos e pela contabilização e liquidação de curto prazo

4/52



MODELO DO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO

FUNDAMENTOS

- ❖ Marco regulatório estável
- ❖ Segurança no abastecimento
- ❖ Modicidade tarifária
- ❖ Planejamento
- ❖ Respeito aos contratos

7/52

ARCABOUÇO REGULATÓRIO DO MODELO INSTITUCIONAL DO SETOR ELÉTRICO

- **Leis:**
 - 10.847 – 15/mar/2004 – autoriza criação da Empresa de Pesquisa Energética
 - 10.848 – 15/mar/2004 – dispõe sobre a comercialização de energia elétrica
- **Decretos:**
 - 5.081 – Operação do sistema (ONS) – 14 de maio de 2004
 - 5.163 – Comercialização e outorgas (ACR e ACL) – 30 de julho de 2004
 - 5.175 – Monitoramento (CMSE) – 9 de agosto de 2004
 - 5.177 – Operação do mercado (CCEE) – 12 de agosto de 2004
 - 5.184 – Estudos (EPE) – 16 de agosto de 2004
- **Resoluções da Aneel**
- **Convenção de Comercialização**
- **Regras e procedimentos de comercialização**

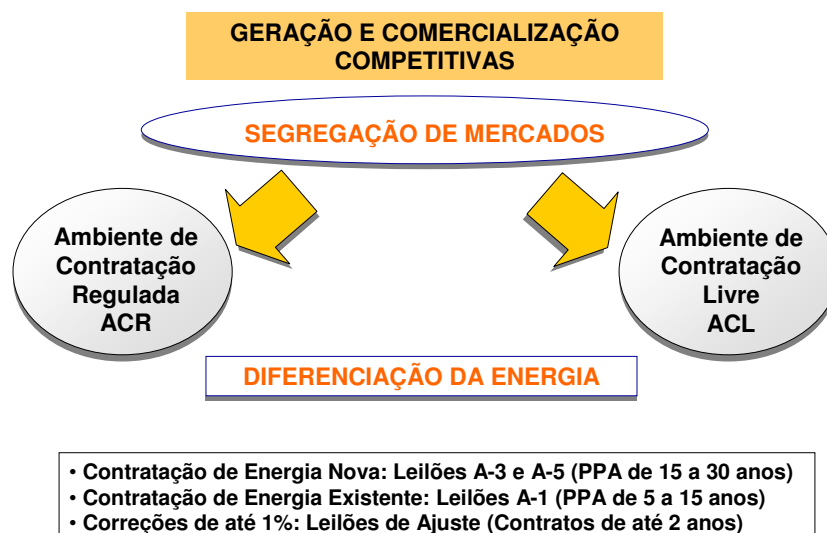
8/52

MODICIDADE TARIFÁRIA E SEGURANÇA NO ABASTECIMENTO

- Todos os agentes de distribuição e consumidores livres devem contratar 100% de sua carga.
- Cada contrato de venda de energia deve ter um lastro físico de geração.
- Empreendimentos térmicos somente serão autorizados quando comprovada a disponibilidade de combustíveis necessários à sua operação, podendo usar combustíveis substitutos.
- O principal instrumento é o LEILÃO, para contratação de energia pelas distribuidoras e para a expansão da Rede Básica do Sistema Interligado Nacional – SIN, com o critério de menor tarifa e garantindo a expansão.

9/52

MODELO INSTITUCIONAL DO SETOR ELÉTRICO GERAÇÃO



10/52

MODELO INSTITUCIONAL DO SETOR ELÉTRICO TRANSMISSÃO

TRANSMISSÃO
MONOPÓLIO NATURAL

Leilão pela menor
Receita Anual Permitida
RAP

• Contratação de Linhas de Transmissão: PPA de 30 anos

11/52

PLANEJAMENTO ENERGÉTICO

PLANEJAMENTO ENERGÉTICO NACIONAL

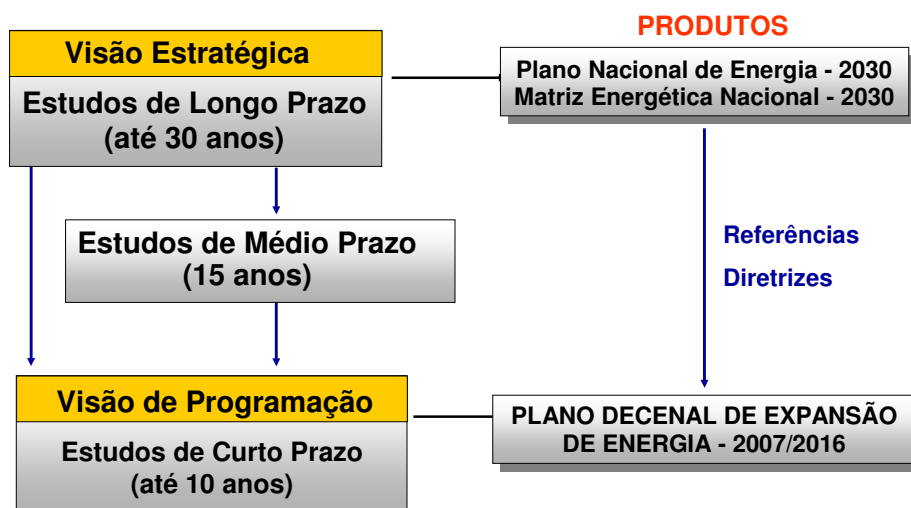
Princípios basilares em aplicação pelo MME:

Definir uma visão de longo prazo → até 30 anos

Buscar uma visão energética global e integrada

13/52

PLANEJAMENTO ENERGÉTICO NACIONAL



14/52

EXPANSÃO DO SISTEMA ELÉTRICO

Princípios Norteadores

- Desenvolvimento sustentável;
- Expansão ao menor custo para a sociedade;
- Integração nacional dos sistemas elétricos;
- Fortalecimento do sistema de transmissão;
- Priorização do aproveitamento do potencial hidrelétrico;
- Aproveitamento do gás natural para geração de energia;
- Diversificação da Matriz: uso de energias alternativas;
- Expansão do atendimento / Universalização do acesso.



Fonte: MME 2006
15/52

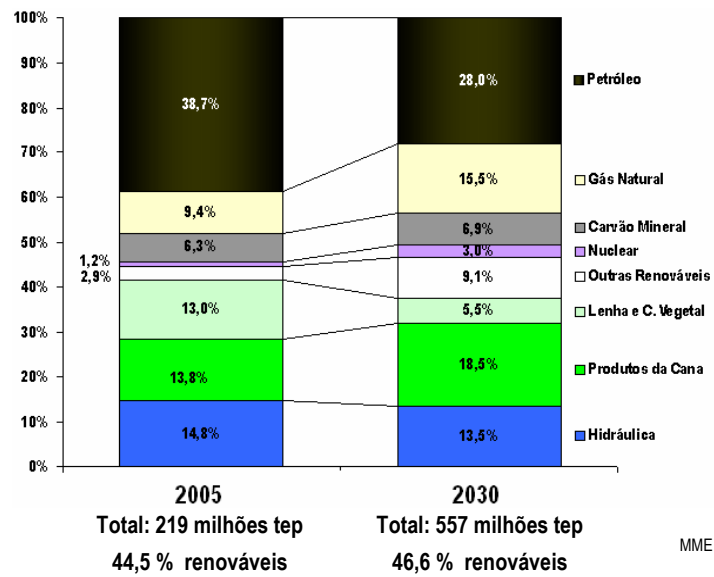
PLANEJAMENTO ENERGÉTICO - PRODUTOS

- ❖ **Matriz Energética Nacional (MEN) – 2030**
- ❖ **Plano Nacional de Energia (PNE) – 2030**
- ❖ **Plano Decenal de Energia Elétrica (PDEE) – 2006/2015**
- ❖ **Plano Decenal de Energia (PDE) – 2007/2016**
- ❖ **Balanço Energético Nacional (BEN) – Anual**

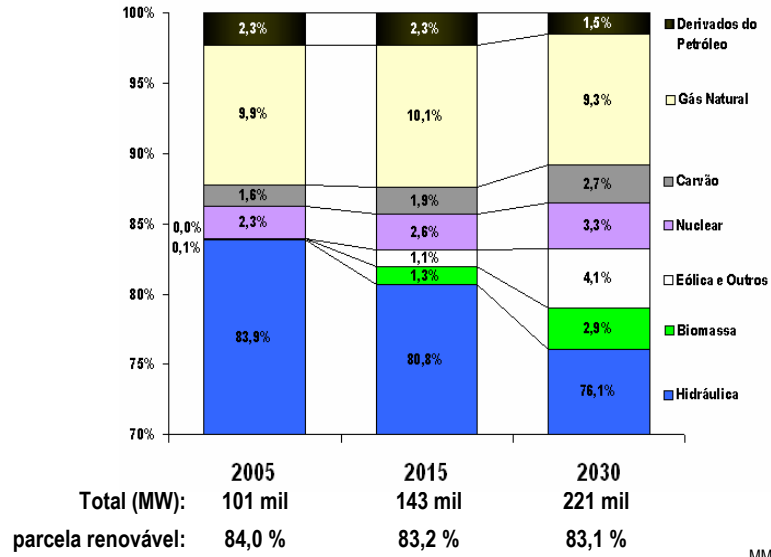
Fonte: MME 2006
16/52

MATRIZ ENERGÉTICA

MATRIZ DE OFERTA DE ENERGIA

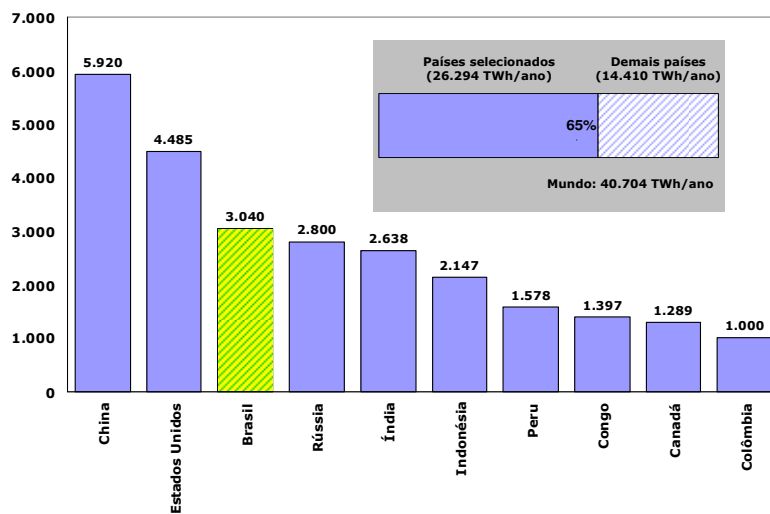


MATRIZ ELÉTRICA



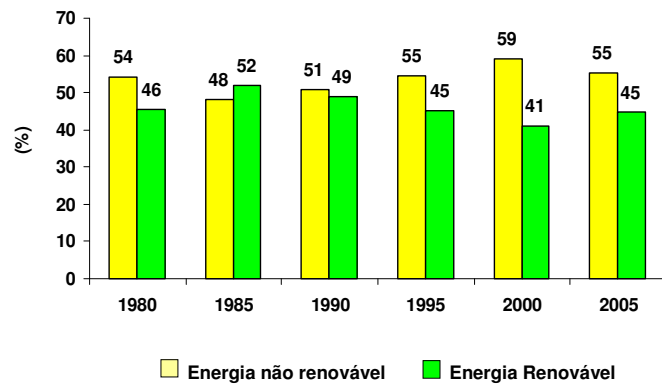
MME 2007 19/52

RECURSOS HIDRELÉTRICOS NO MUNDO (TWh/ano)



Fonte: MME 2006
20/52

MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA - EVOLUÇÃO



Fonte: MME 2006

21/52

EQUIVALÊNCIAS ENERGÉTICAS CONSOLIDADO FINAL - EM MILHÕES DE BEP

Potencial Hidráulico



100 anos: 76.948

Urânio



Reserva estimada total:
55.633

Petróleo



Reservas totais:
16.453

Gás Natural



Reservas totais:
3.249

Carvão Mineral



Reservas totais:
63.560

Eólica



Potencial estimado
143 GW FC=0,25,
100anos 19.102

Biomassa



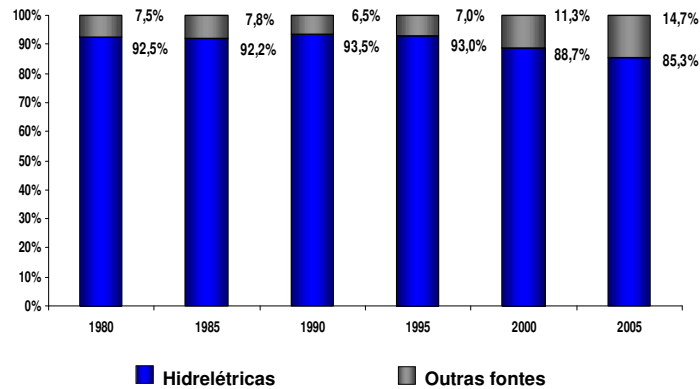
100 anos: 122.040

**Total
356.985
milhões bep**

Fonte: MME / BEN, 2007

22/52

HIDRELÉTRICA NA MATRIZ EVOLUÇÃO DA PARTICIPAÇÃO NA GERAÇÃO

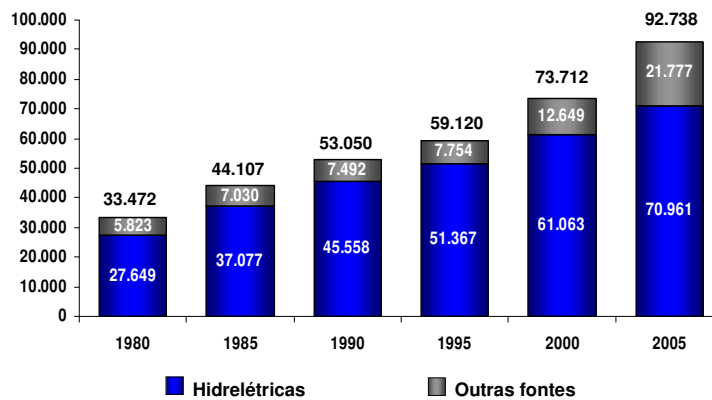


Ano	1980	1985	1990	1995	2000	2005
Geração (GWh)	139.595	195.605	249.371	310.953	393.261	441.635
Acréscimo Anual (%)	6,98%	4,98%	4,51%	4,81%	2,35%	

Fonte: MME 2006

23/52

HIDRELÉTRICA NA MATRIZ EVOLUÇÃO DA CAPACIDADE INSTALADA



	1980-1985	1985-1990	1990-1995	1995-2000	2000-2005
Cresc. Anual	5,7%	3,8%	2,2%	4,5%	4,7%

Exclui emergencial, Itaipu Paraguai e Importação

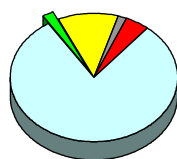
Fonte: MME/EPE/BEN 2005 e MME 2006

24/52

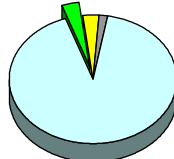
GERAÇÃO DO SISTEMA INTERLIGADO NACIONAL JANEIRO – DEZEMBRO 2006

Tipo de Usina	Capacidade Instalada (Total Brasil: SIN+outros)		Geração Total (SIN)		Geração Térmica
	(MW)	(%)	(MWmed)	(%)	(%)
Hidráulica	73.558	79,8	43.635,3	91,9	--
Nuclear	2.007	2,2	1.571,7	3,3	41,1
Gás	10.758	11,7	1.476,1	3,1	38,6
Carvão	1.423	1,5	762,5	1,6	19,9
Óleo	4.460	4,8	12,9	0,0	0,3
Totais	92.206	100,0	47.458,5	100,0	100,0

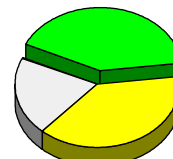
Capacidade Instalada



Geração Total



Geração Térmica



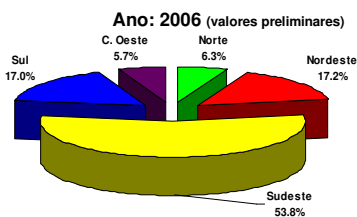
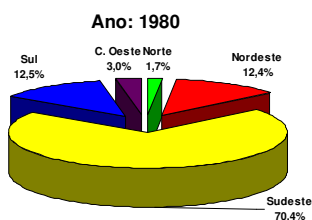
■ Hidráulica
 ■ Nuclear
 ■ Gás
 ■ Carvão
 ■ Óleo

Fonte: ONS/ANEEL

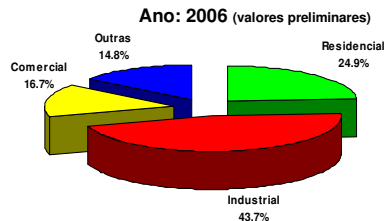
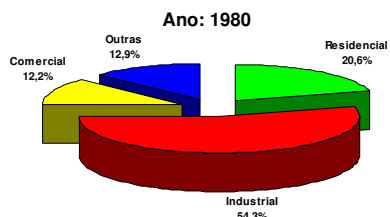
25/52

MERCADO DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL

Estrutura de participação no mercado por região (%)



Estrutura de participação no mercado por setor (%)



Total 1980: 15.100 MWmédios

Fonte: MME/EPE 2006

Total 2006: 48.982 MWmédios

26/52

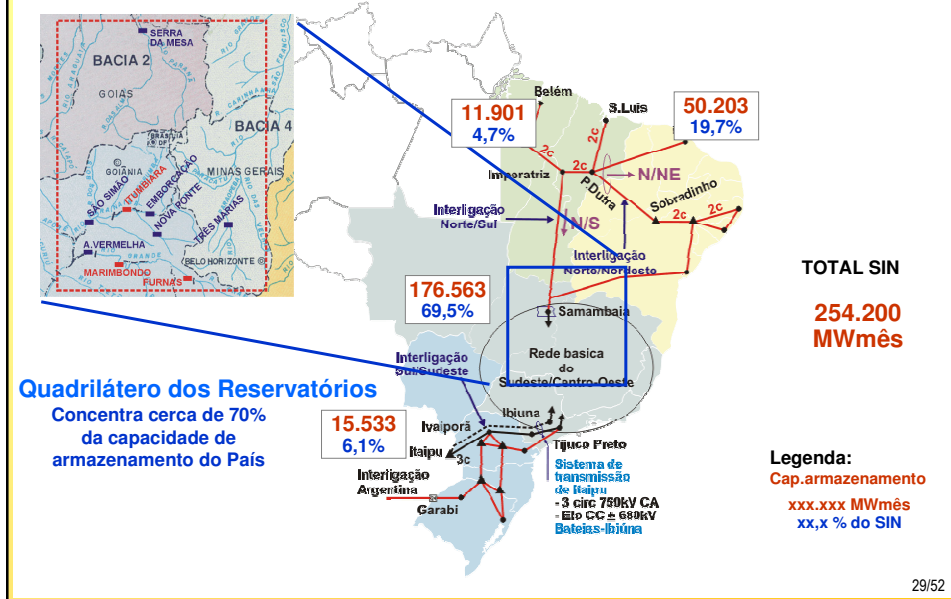
CONFIGURAÇÃO DO SISTEMA ELÉTRICO BRASILEIRO

SISTEMA ELÉTRICO BRASILEIRO



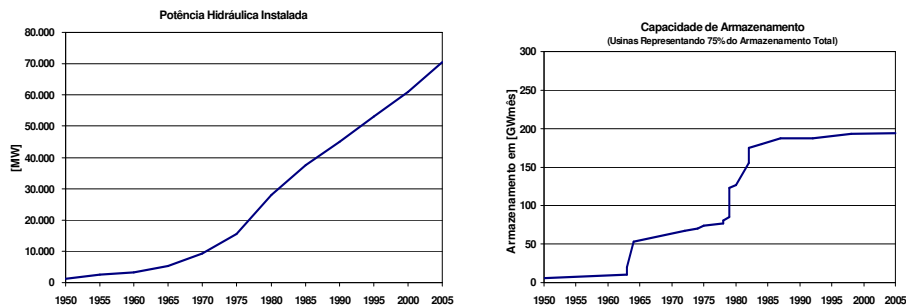
28/52

SISTEMA ELÉTRICO BRASILEIRO Capacidade de armazenamento



EVOLUÇÃO DA HIDROELETRICIDADE NO BRASIL

Crescimento da potência hídrica instalada



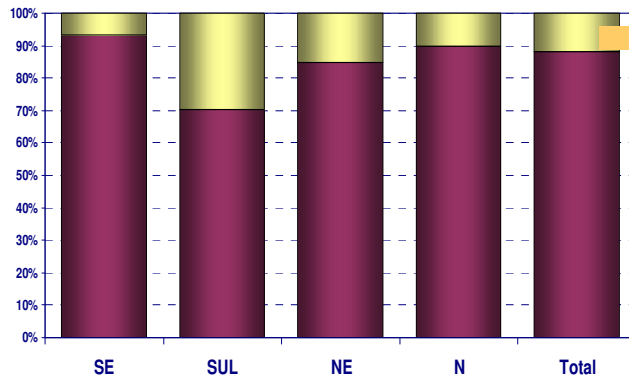
Sem crescimento proporcional à capacidade de armazenamento, indicando a necessidade de expansão por fonte térmica gerando na base.

Fonte: ONS, ANEEL

30/52

INTEGRAÇÃO ELÉTRICA - BRASIL

Transmissão - Benefícios das interligações



Contribuição das Interligações (2006)

≈ 11,9% ≈ 6.894 MW médios

Fonte: Estudo realizado pela SPE/MME em abril de 2006.

31/52

MERCADO BRASILEIRO DE ENERGIA ELÉTRICA (projeção)

A análise de projeção de mercado é baseado em cenários macroeconômicos. Para o Plano Decenal da Expansão 2007-2016 foram simuladas duas trajetórias:

Taxas médias de crescimento do PIB (% a.a.)
Brasil

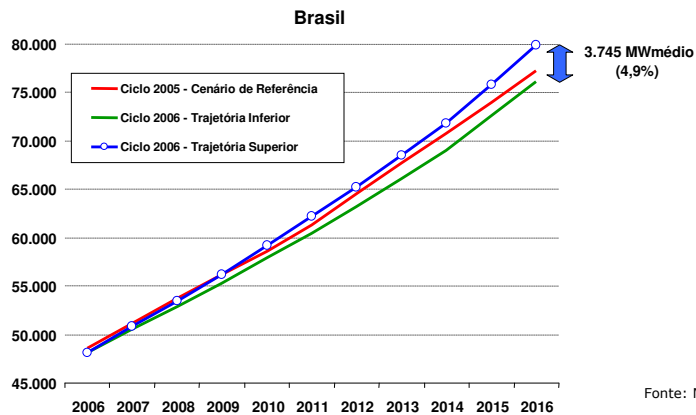
Trajectoria	2006 – 2011	2011 – 2016	2006 – 2016
Superior	4,8%	5,0%	4,9%
Inferior	4,0%	4,5%	4,2%

Fonte: MME/EPE 2006

32/52

MERCADO BRASILEIRO DE ENERGIA ELÉTRICA (projeção)

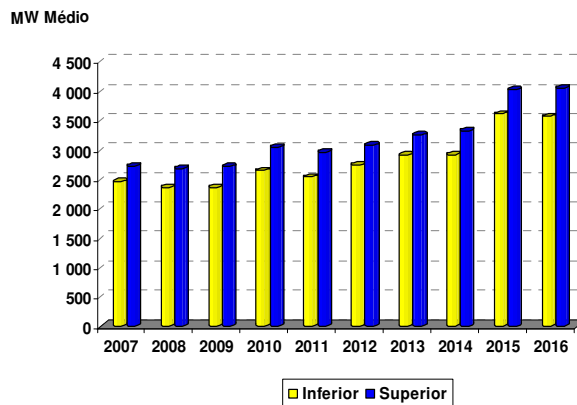
Sistema interligado Nacional: Projeção da Carga de Energia (MW médio)
Comparação dos Ciclos 2005 e 2006



33/52

MERCADO BRASILEIRO DE ENERGIA ELÉTRICA (projeção)

Projeção de Acréscimos Anuais da Carga de Energia (MWmédio) para as
Trajetórias Inferior e Superior
SISTEMA INTERLIGADO NACIONAL ⁽¹⁾



(1) SUBSISTEMA NORTE - Não inclui a interligação dos atuais sistemas isolados de Manaus e Amapá e margem esquerda do Amazonas.
SUBSISTEMA SUDESTE/CENTRO-OESTE - Não inclui a interligação dos atuais sistemas isolados do Acre e Rondônia.

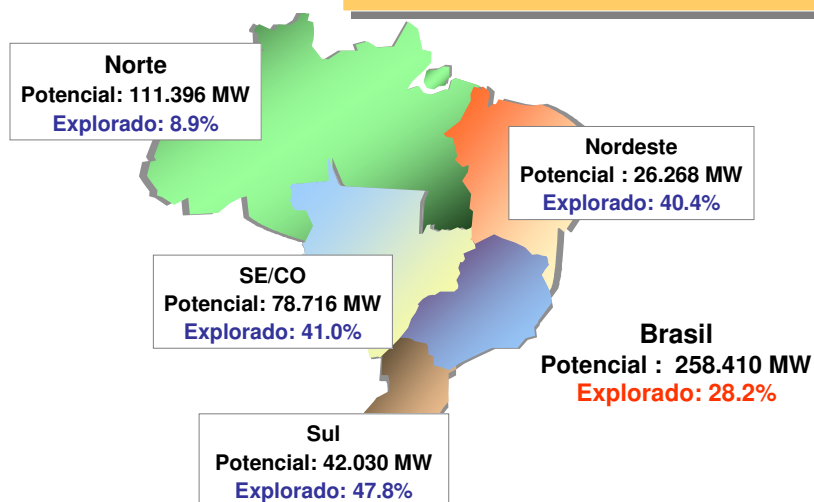
Fonte: MME/EPE 2006

34/52

EXPANSÃO DO SETOR ELÉTRICO

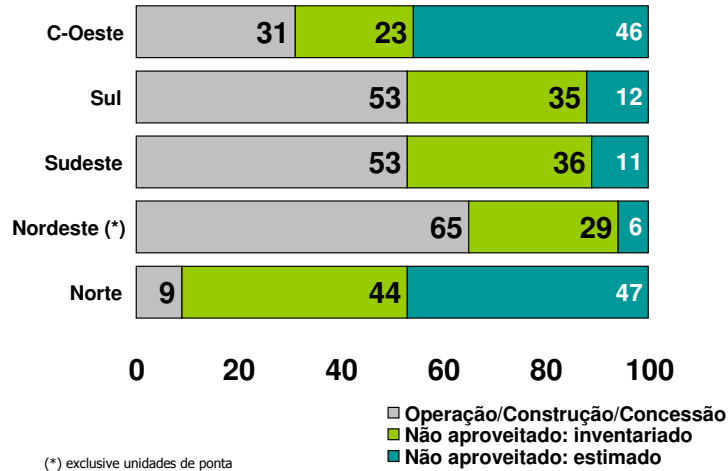
ALTERNATIVAS PARA EXPANSÃO

POTENCIAL HIDRELÉTRICO



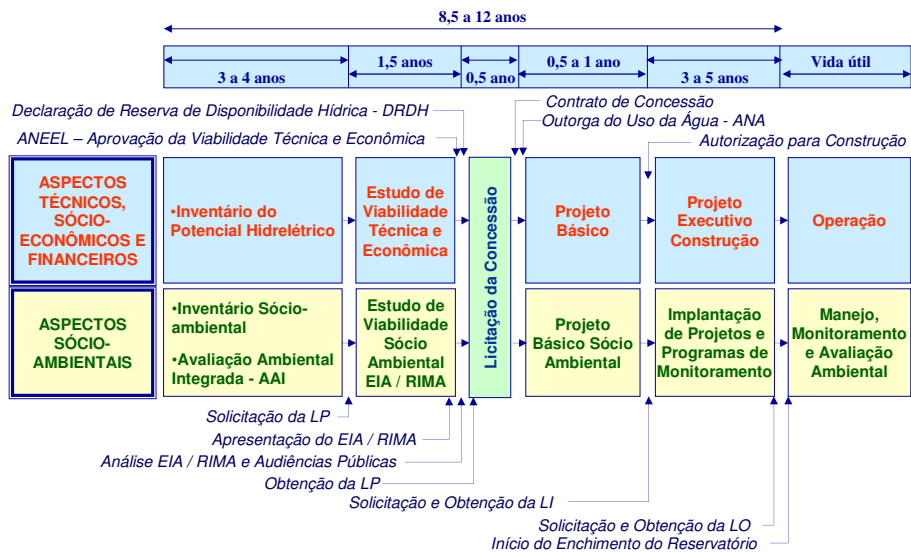
36/52

CONHECIMENTO REGIONAL DO POTENCIAL HIDRELÉTRICO NO BRASIL (%)



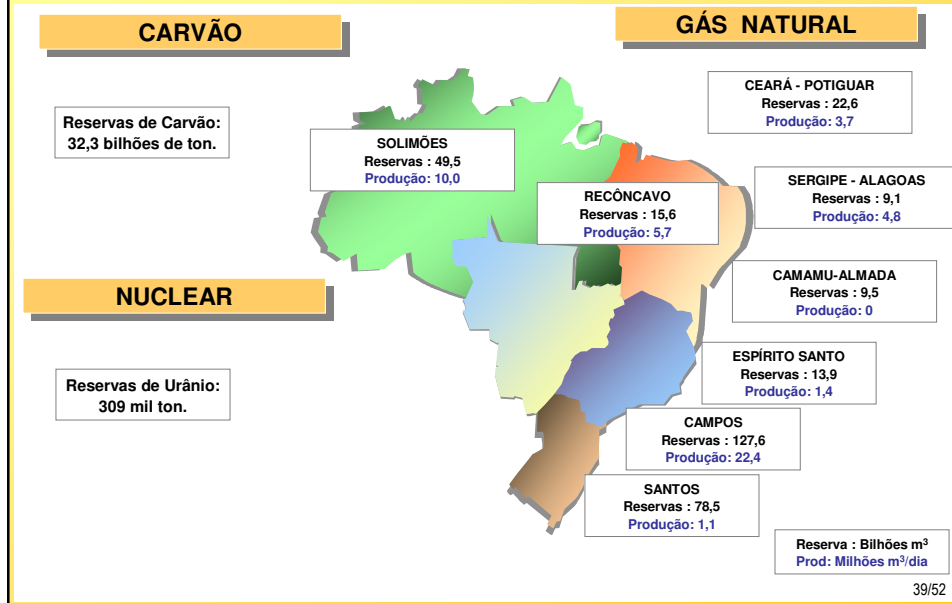
37/52

CICLO DE PLANEJAMENTO E IMPLANTAÇÃO DE USINAS HIDRELÉTRICAS



38/52

ALTERNATIVAS PARA EXPANSÃO



ALTERNATIVAS PARA EXPANSÃO

Energias Alternativas Renováveis

EÓLICA

Potencial Indicativo : 143.000 MW
Instalado e Construção : 236 MW

SOLAR

Potencial de Aplicação * : 100 MWp
Instalado PRODEEM : 5,8 MWp
Instalado e Construção Total: 20 MWp
*em projetos de pré-eletrificação

PCH

Potencial Inventariado : 9.794 MW
Instalado e Construção: 2.756 MW

BIOMASSA

Potencial Indicativo Sucro-alcooleiro: 6.300 MW
Demais fontes : em levantamento
Instalado e Construção: 1.300 MW



40/52

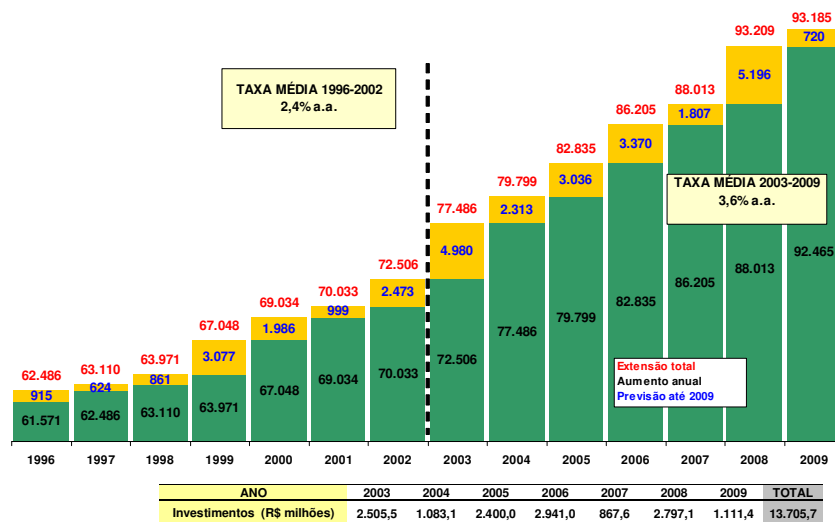
AVALIAÇÃO DA COMPETITIVIDADE ENTRE FONTES

Fator	Unidade	Hídrica	Biomassa	Carvão Nac.	Nuclear	Carvão Import.	Gás Natural	Eólica	Óleo Comb.	Diesel	Solar
Disponibilidade	MW	1.000	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%	15%
TEIF	%	2,0%	12,0%	4,5%	3,0%	4,5%	4,0%	2,5%	3,0%	3,0%	1,0%
IP	%	3,0%	5,0%	9,5%	3,0%	9,5%	2,0%	1,0%	2,0%	2,0%	1,0%
Potência Bruta	MW	1.912,7	2.050,6	1.257,7	1.180,9	1.257,7	1.130,8	3.453,3	1.084,5	1.084,5	6.188,0
Fator Geral	%	52%	49%	80%	85%	80%	88%	29%	92%	92%	16%
Custo Variável Unitário	R\$/MWh	1,5	14,7	37,5	25,2	54,3	108,6	4,5	300,0	500,0	0,1
O&M Fixo	R\$/kW.ano	11,3	46,0	57,8	138,0	57,8	57,5	46,0	28,0	25,0	1.000,0
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	10.000,0
Tarifa de Equilíbrio	R\$/MWh	116,4	121,1	133,3	151,6	152,4	175,0	307,3	382,9	602,2	1.798,4

FC = Fator de capacidade
 TEIF = Taxa equivalente de disponibilidade forçada
 IP = Indisponibilidade programada
 O&M = Operação e manutenção
 Fator Geral = FCmáx * (1-TEIF) * (1-IP)

41/52

EXPANSÃO – TRANSMISSÃO DA REDE BÁSICA (km)

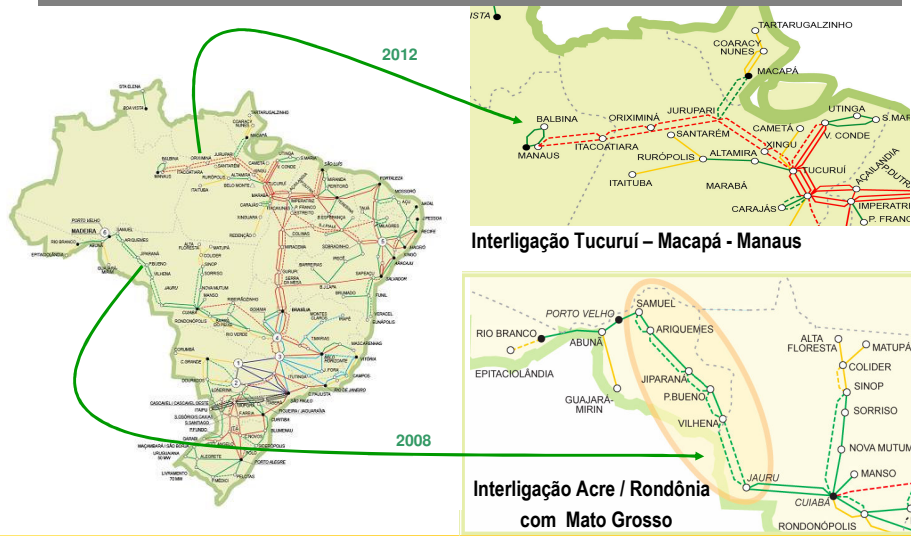


Fonte: ANEEL/ONS – Jul/2007

42/52

EXPANSÃO – TRANSMISSÃO DA REDE BÁSICA (km)

Viabilização das Interligações dos Sistemas Isolados



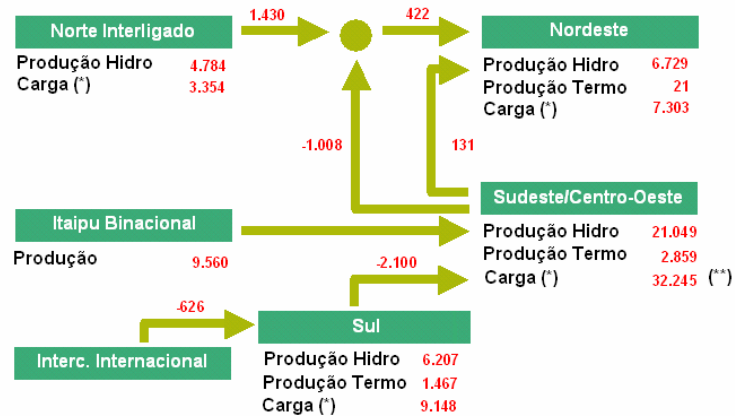
PDEE 2007-2016 TRANSMISSÃO

Sistema em estudo:



INTERCÂMBIO ENTRE AS REGIÕES Produção e Carga [MWmed]

Produção e Carga Regionais e Intercâmbios Verificados - MWmed.



(*) Carga = Consumo + Perdas.

(**) Este valor inclui toda a carga da Enersul (513 MW med nesse dia).

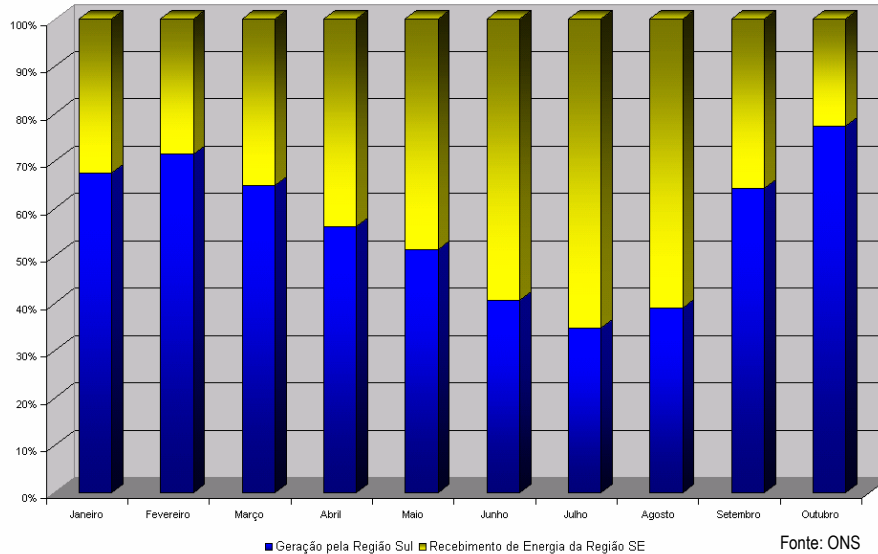
(09 de março de 2006)

Fonte: ONS 2006

45/52

REGIÃO SUL

INTERCÂMBIO DE ENERGIA ELÉTRICA DA REGIÃO SUDESTE PARA REGIÃO SUL EM 2006



47/52

BALANÇO DE CARGA DO ESTADO DO PARANÁ (MWméd) (JUNHO DE 2006)

Carga Própria de Energia			2.684,2	2.838,4
Usinas no Paraná	Proprietário	Energia Assegurada	Geração Verificada	
			jun/06	1/jul
UHE Gov. Ney A. B. Braga	Copel	603	242,80	81,62
UHE Salto Caxias	Copel	605	219,38	394,90
UHE GOV PARIGT SOUZA	Copel	109	127,83	52,21
Pequenas usinas da Copel	Copel	54	45,05	37,25
UHE Gov. B. Munhoz	Copel	576	206,00	42,31
UTE Figueira	Copel	14	9,86	6,46
UHE Salto Osório	Tractebel	522	257,02	356,96
UHE Salto Santiago	Tractebel	723	344,63	450,84
UHE Santa Clara	Elejor - Centrais Elétricas do Rio Jordão	70	1,78	0,00
UHE Fundão	Elejor - Centrais Elétricas do Rio Jordão	26	5,36	0,00
Total de Geração no Paraná		3.302,0	1.459,7	1.422,6
Cota Parte de Itaipu (Copel = 6,507%)**		532,5	533,5	533,8
Recurso Total do Paraná		3.834,5	1.993,2	1.956,3
Balanco			(691,0)	(882,1)
% "Importação" para atender o estado do Paraná			26%	31%

UHE ITAIPU Total disponível para o Brasil Energia Assegurada		
Anual 2006	jun/06	jul/06
8.183	8.199	8.203

Julho/2006	
Intercâmbio SE/CO - Sul	5.308
Carga Sul	8.242

* Tendo em vista que a energia de Itaipu é compartilhada com as demais Distribuidoras, considerou-se para o Paraná somente a cota-parte da Copel.

** Não considerada a importação do Paraguai (Acaray = 45 MWméd).

Fonte: SEE/MME

48/52

PLANO DECENAL DE EXPANSÃO DE ENERGIA 2007-2016 – UHEs NO PARANÁ

Aproveitamento	Rio	Potência	Data	Status
Mauá + PCH	Tibagi	361,0	jan/11	Leilão 2006
Cachoeirinha	Chopim	42,5	jan/12	Com concessão
São João	Chopim	62,5	mar/12	Com concessão
Tijuco Alto	Ribeira de Iguape	128,7	jan/13	Com concessão
Telêmaco Borba	Tibagi	120,0	jan/13	Indicativas
Salto Grande	Chopim	53,3	jan/13	Indicativas
Volta Grande Baixa	Chopim	54,7	jan/14	Indicativas
Baixo Iguazu	Iguazu	350,1	jan/14	Indicativas
Paranhos	Chopim	62,6	jan/16	Indicativas
Jataizinho	Tibagi	155,0	dez/16	Indicativas
Cebolão	Tibagi	155,0	dez/16	Indicativas
TOTAL	-	1.545,4		

49/52

USOS MÚLTIPLOS DOS APROVEITAMENTOS HIDRELÉTRICOS

- **Direito de uso de recursos hídricos:** o uso dos recursos hídricos para geração de energia, assim como para todos os usos da água é outorgado por ato da autoridade competente (Federal ou Estadual);
- **Reservas de água para usos consuntivos:** o planejamento da expansão e o cálculo da energia assegurada considera a retirada de água para usos consuntivos;
- **Vazões de restrição:** o planejamento considera vazões de restrição tanto nos termos mínimos remanescentes, abordando a parte ambiental e de usos múltiplos, como vazões máximas para evitar inundações e níveis d'água para navegação;
- **Compensação Financeira:** valor correspondente à 6% da geração, distribuídos para o Estado (45%), Municípios (45%) e União (10%).

50/52



Ministério de Minas e Energia
Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético

OBRIGADO!

Francisco Romário Wojcicki

Secretário Adjunto

e-mail: francisco.wojcicki@mme.gov.br

Curitiba - PR, 12 de julho de 2007