GESEL
Grupo de Estudos do Setor Elétrico
UFRJ

Mudança de Paradigma do Sistema Elétrico Brasileiro e Papel das Energias Complementares

Thereza Aquino

Nivalde de Castro

Professores da UFRJ

13 de março 2017

Hipóteses Centrais

1. O Brasil é um dos poucos países do mundo que tem "**segurança energética**" (auto suficiência em recursos energéticos) que permite integração energética via *soft power*.

2. O Brasil tem no setor elétrico um vetor de desenvolvimento sustentável, renovável e competitivo internacionalmente: **matriz hidroelétrica.**

3. O Brasil estruturou um modelo para o SE que permite **equilíbrio dinâmico entre oferta e demanda** graças ao planejamento (EPE) e financiamento (BNDES) estatal

Segurança Energética e Geopolítica

A questão energética é uma importante variável da geopolítica mundial:

i. Países consumidores: EUA, China, Europa...
ii. Países produtores: Oriente Médio, Venezuela,...

Brasil tem disponível em seu território continental potencial de recursos energético – renováveis e não renováveis, para as próximas décadas

Potencial Elétrico

- Apenas 34% do potencial hidroelétrico de **136 GW** foi explorado. **70% está na Amazônia**
- Energia eólica: **101 GW** a 7 m/s (CRESESB-CEPEL)
- Bioeletricidade sucroenergética: **15 GW**
- Energia solar: **28,5 GW** (EPE)
- Reservas provadas de gás: **822.157** milhões de m3 (EPE)

Integração Energética Internacional

Cases de sucesso:

1. Usina Hidroelétrica Binacional - ITAIPU: 14GW
2. Gasoduto Brasil – Bolívia: 34 milhões m3/dia

Assimetria econômica favorece Integração com países vizinhos:

1. UHE Binacional Guajará Mirim com Bolívia
2. UHE Binacionais com Argentina (2 UHE)
3. UHE Arco Norte (fronteira com as Guianas)

Falta política e determinação estratégica

EVOLUÇÃO DO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO (1)

Modelo Antigo (até 1995)	Modelo de Livre Mercado (1995 a 2003)	Novo Modelo (2004)
Financiamento através de recursos públicos	Financiamento através de recursos públicos e privados	Financiamento através de recursos públicos e privados
Empresas verticalizadas	Empresas divididas por atividade: geração, transmissão, distribuição e comercialização	Empresas divididas por atividade: geração, transmissão, distribuição, comercialização, importação e exportação
Empresas predominantemente Estatais	Abertura e ênfase na privatização das Empresas	Convivência entre Empresas Estatais e Privadas
Monopólios - Competição inexistente	Competição na geração e comercialização	Competição na geração e comercialização
Consumidores Cativos	Consumidores Livres e Cativos	Consumidores Livres e Cativos
Tarifas reguladas em todos os segmentos	Preços livremente negociados na geração e comercialização	No ambiente livre: Preços livremente negociados na geração e comercialização. No ambiente regulado: leilão e licitação pela menor tarifa

Fonte: CCEE

EVOLUÇÃO DO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO (2)

Modelo Antigo (até 1995)	Modelo de Livre Mercado (1995 a 2003)	Novo Modelo (2004)
Mercado Regulado	Mercado Livre	Convivência entre Mercados Livre e Regulado
Planejamento Determinativo - Grupo Coordenador do Planejamento dos Sistemas Elétricos (GCPS)	Planejamento Indicativo pelo Conselho Nacional de Política Energética (CNPE)	Planejamento pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE)
Contratação: 100% do Mercado	Contratação: 85% do mercado (até agosto/2003) e 95% mercado (até dez. /2004)	Contratação: 100% do mercado + reserva
Sobras/déficits do balanço energético rateados entre compradores	Sobras/déficits do balanço energético liquidados no MAE	Sobras/déficits do balanço energético liquidados na CCEE. Mecanismo de Compensação de Sobras e Déficits (MCSD) para as Distribuidoras.

Fonte: CCEE

Vetor de Desenvolvimento Competitivo

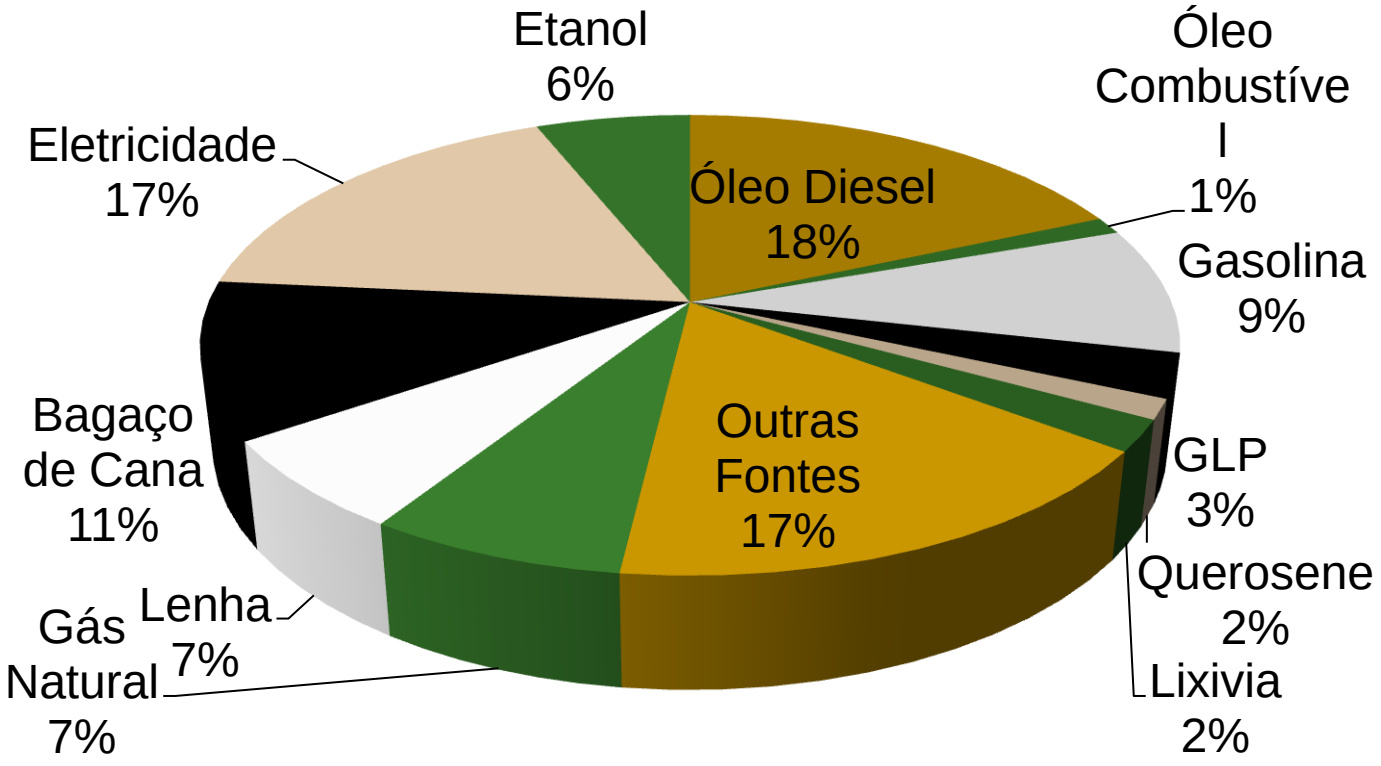
Brasil tem a mais sustentável e renovável matriz elétrica do Mundo:

1. Vantagem econômica: custo baixo

2. Vantagem ambiental: menor poluição – economia verde

3. Criou competência e estruturou complexo produtivo (equipamentos para hidrelétricas, eólicas, térmicas e linhas de transmissão)

MATRIZ DE CONSUMO ENERGÉTICO BRASILEIRA - 2015

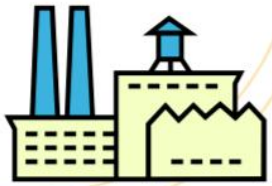


Fontes: EPE – Balanço Energético Nacional 2016 (BASE 2015)

(2) Inclui combustíveis renováveis, rejeitos, solar, eólica, geotérmica e outras

USO DE ENERGIA NO BRASIL EM 2015

indústrias
32,5%



transportes
32,2%

residências
9,6%

setor energético
10,7%

2015	260,7 Mtep
2014	265,8 Mtep
	-1,9%

agropecuária
4,4%

serviços
4,8%

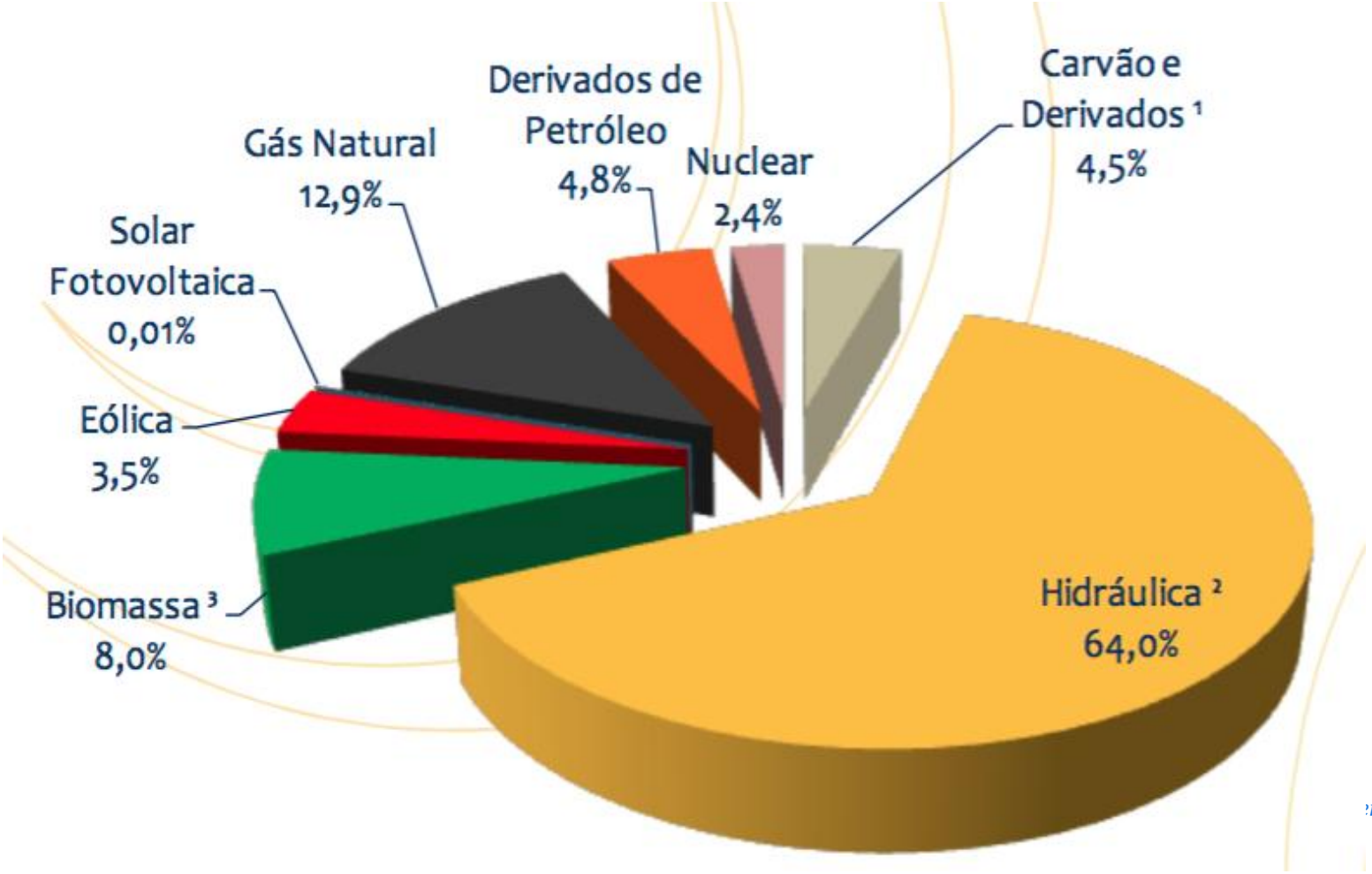
uso não energético
5,8%

Produção industrial, transporte de carga e mobilidade das pessoas respondem por aproximadamente **65%** do consumo de energia do país.

epe
Empresa de Pesquisa Energética

FONTES DE PRODUÇÃO DE ELETRICIDADE

BRASIL - 2015



itos e lenha

1 Inclui gás de coqueria
2 Inclui importação
3 Inclui lenha, bagaço de cana, lixívia e outras fontes primárias

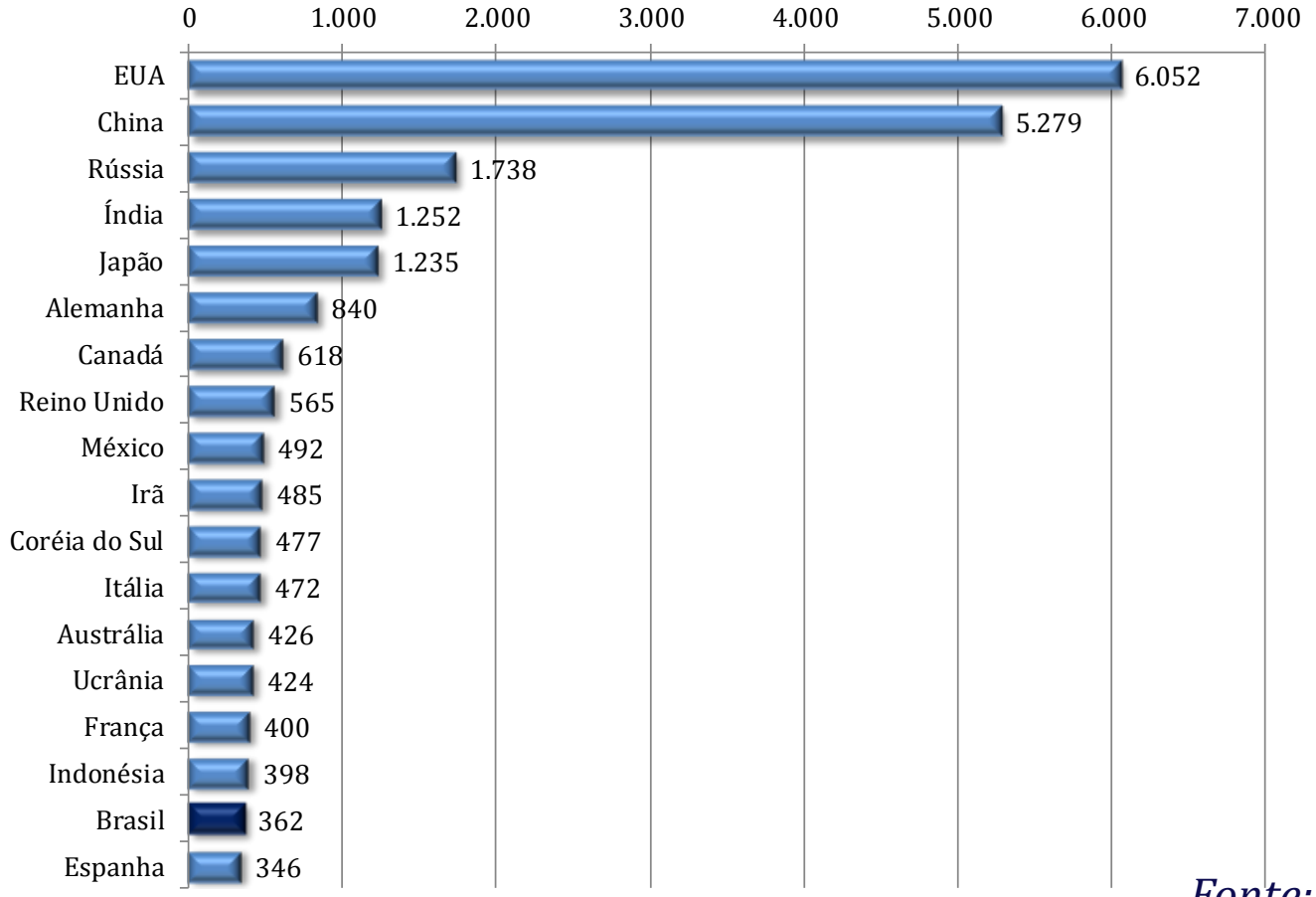
Fonte: EPE [BEN 2016 – Base 2015

GERAÇÃO
CAPACIDADE INSTALADA EM 2015

	USINAS	MW	%
HIDRICA	1.262	98.082	61%
BIOMASSA	534	14.159	9%
EÓLICA	419	10.516	7%
GAS	160	13.009	8%
PETRÓLEO	2.230	10.317	6%
NUCLEAR	2	1.990	1%
CARVÃO	23	3.612	2%
IMPORTAÇÃO		8.170	5%
TOTAL		159.855	100%

FONTE: ANEEL

EMISSÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA
EMISSÕES NO SETOR ENERGÉTICO EM 2005 (tCO2-eq)



Fonte: WRI/CAIT

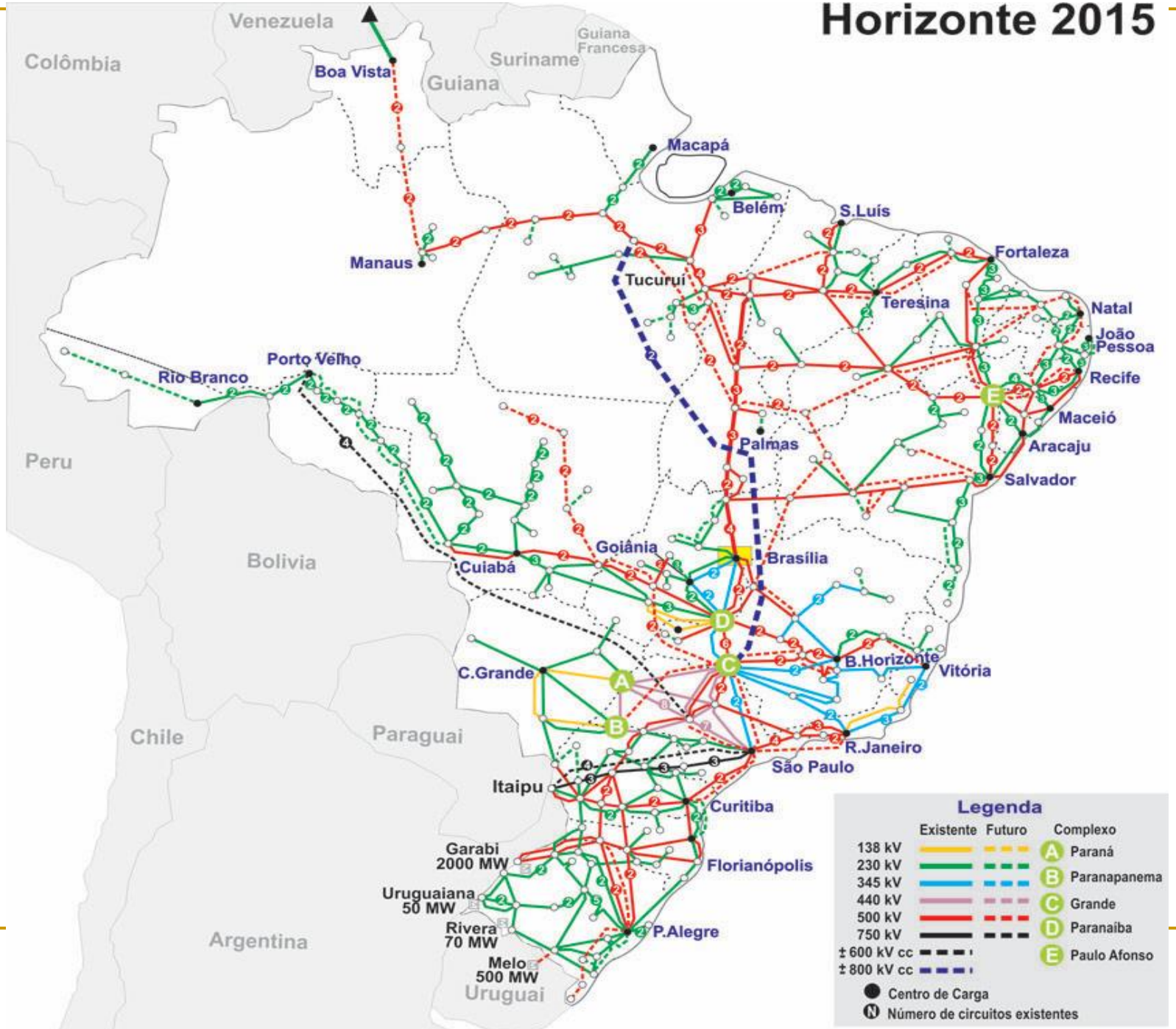
Crise Energética Mundial e o Brasil

Mundo vive uma crise energética mundial crônica e latente:

1. Assimetria geográfica entre Oferta x Demanda de energia
2. Importância crescente da energia no mundo moderno

Brasil é "ponto fora da curva" de Crise Energética mundial

Horizonte 2015



Características da Oferta Hidroelétrica

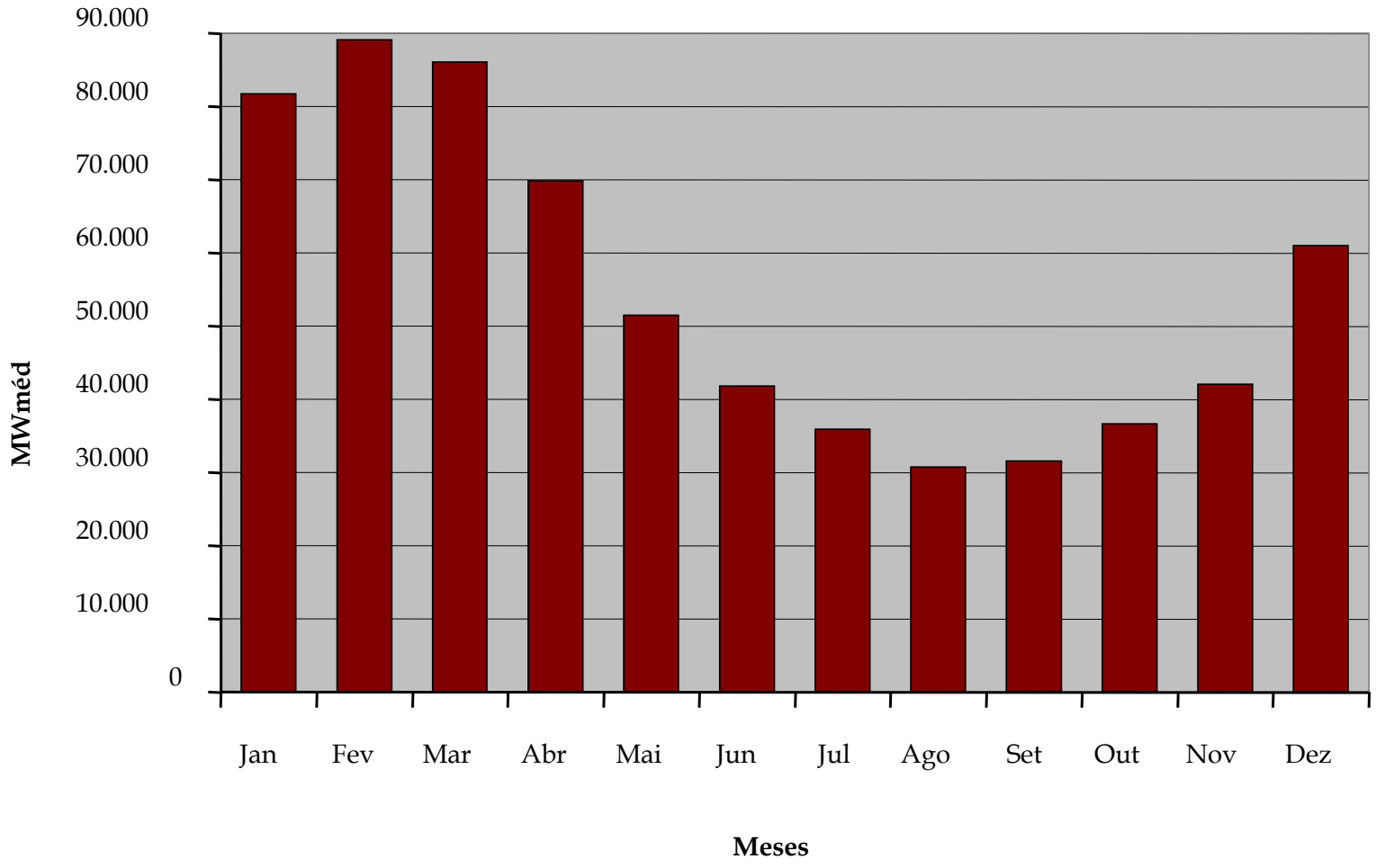
ENA – Energia natural afluente

Volume de água das chuvas é transformado em Mw méd mensal

Série histórica de hidrologia desde 1934 – vazão dos rios ao longo do ano

ENA – Energia natural afluente

Janeiro - Dezembro



Paradoxo Ambiental no SEB

O SEB está sendo obrigado a restringir o aproveitamento do potencial da fonte mais barata, renovável e sustentável:

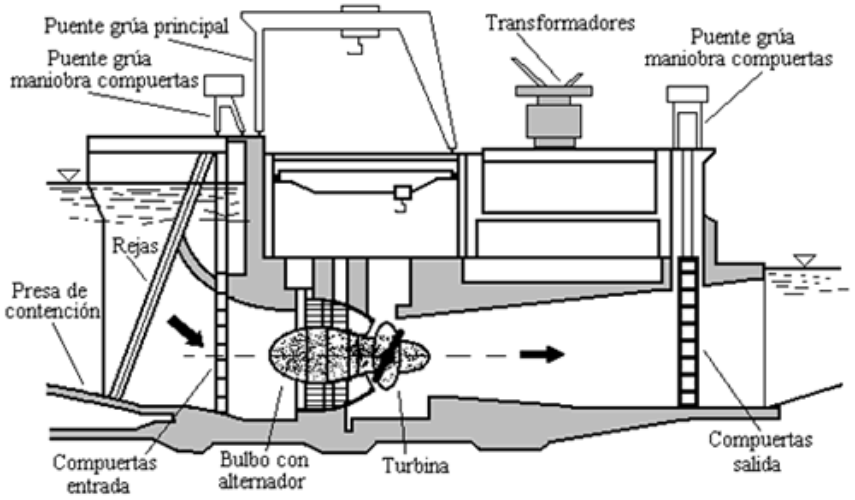
1. **Legislação ambiental** ambígua, indefinida e sem regulamentação de artigos da Constituição de 1988
2. **Ação de ONGs** internacionais sem fundamentação técnica e com posições políticas ambíguas

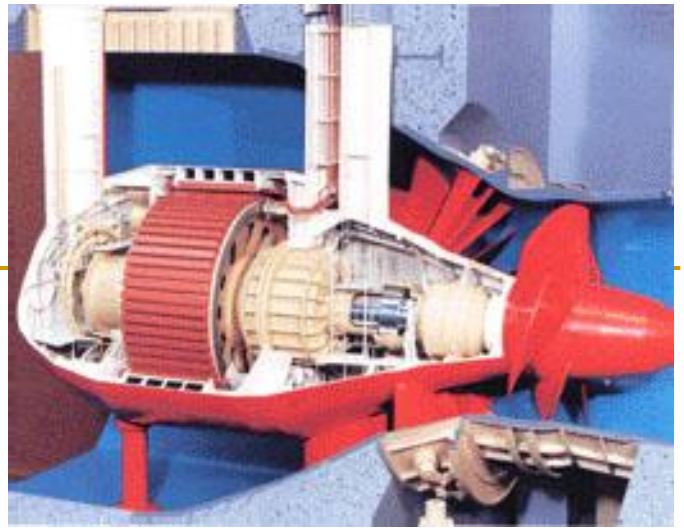
Paradoxo Ambiental no SEB

Os resultados deste paradoxo são:

1. Perda de eficiência do sistema elétrico brasileiro.
2. Perda de competividade em função de custos de expansão e operação mais caros
3. Perda de oportunidades de investimento

Paradoxo Ambiental:
UHE Fio d´àgua





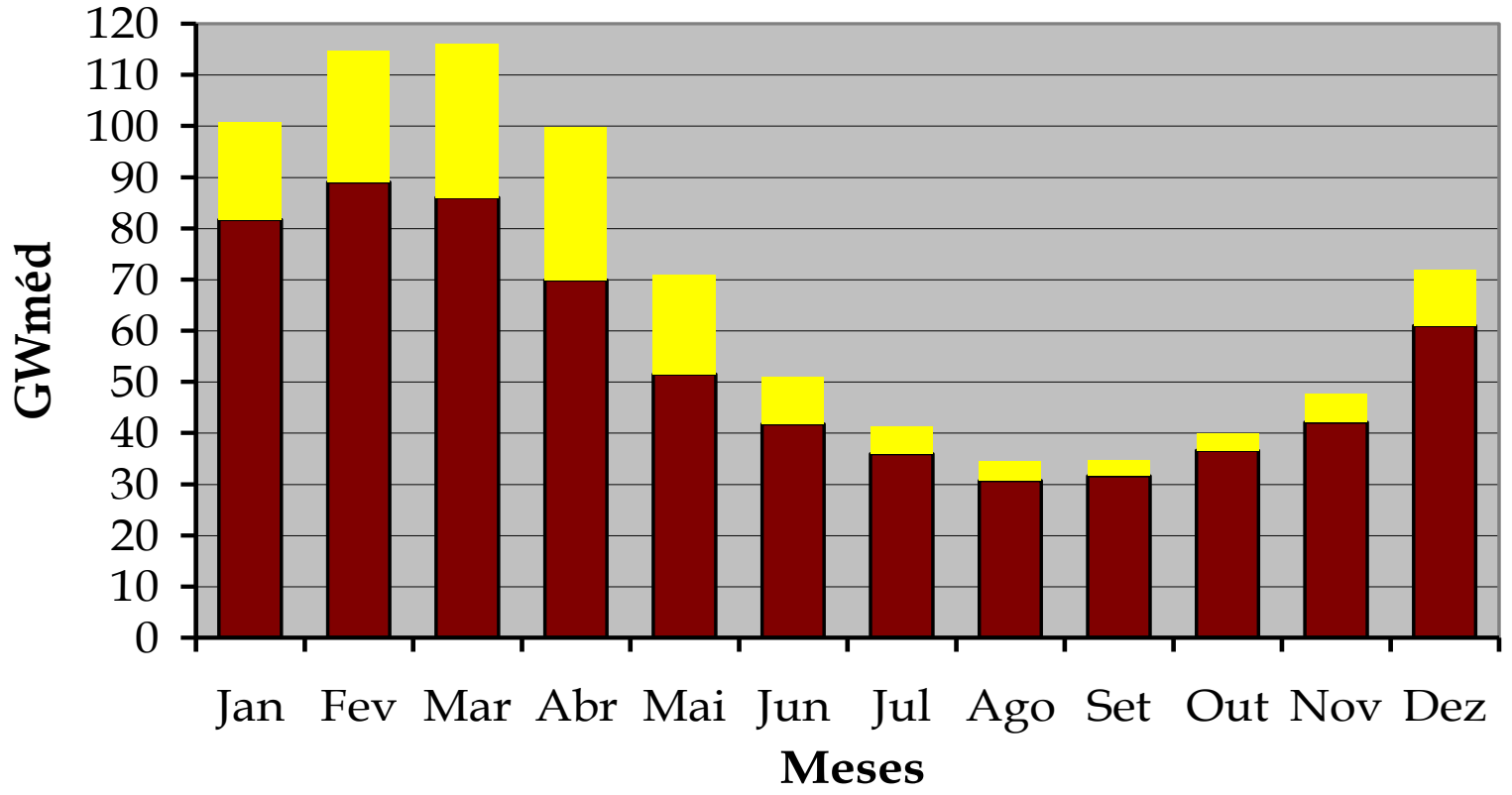
Equilíbrio Dinâmico entre Oferta e Demanda de Energia Elétrica

Construção de UHE do tipo fio de água vai alterar o padrão da ENA – energia natural afluente

Como a construção de UHE com reservatórios não é mais possível, configura-se gradativamente um novo padrão de geração de energia elétrica:

1. Padrão hidroelétrico do Século XX: limpo e barato
2. Padrão renovável + não renovável do Século XXI

Incorporação de novas UHE Fio d água no SEB: + 30 GW méd

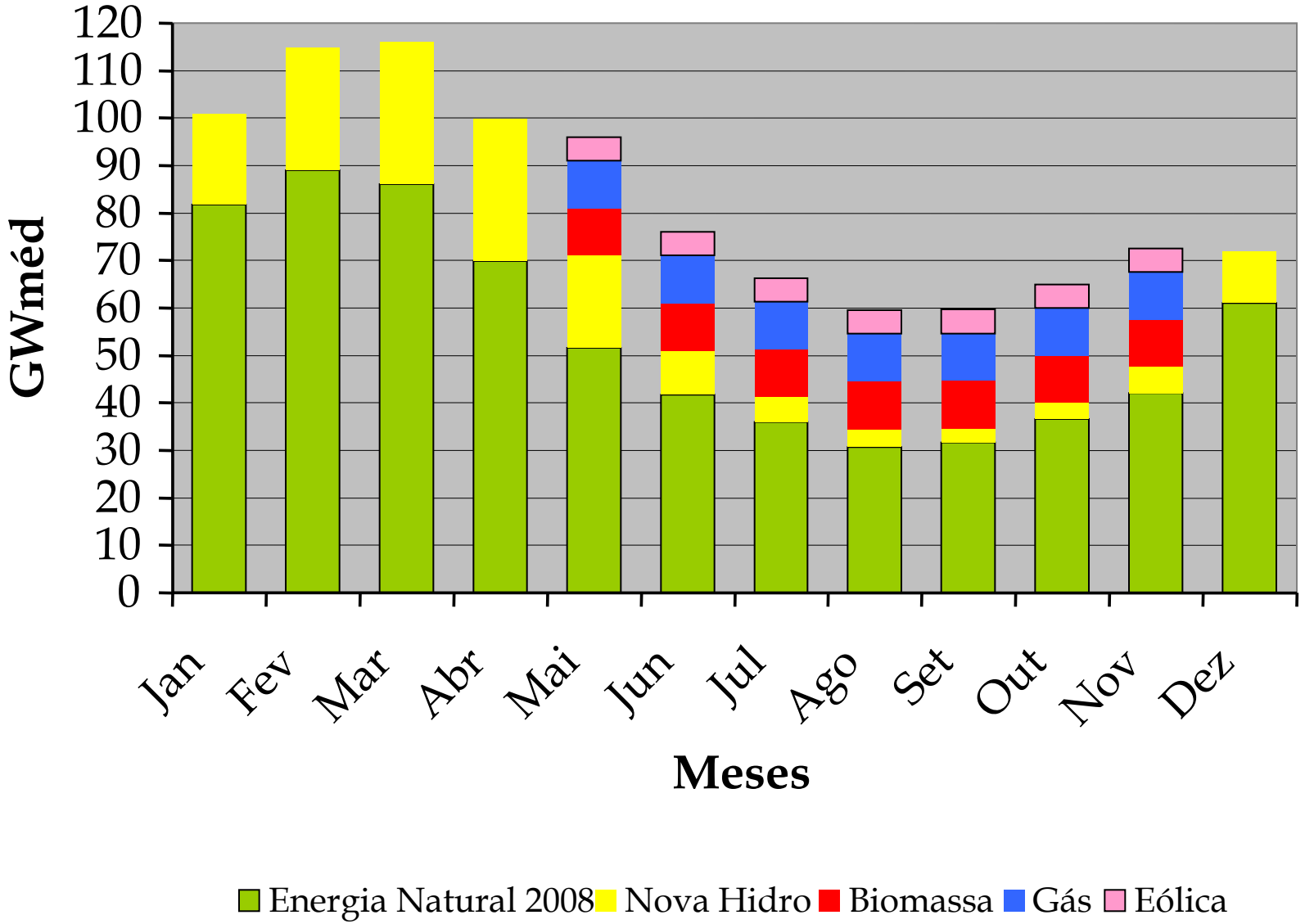


Novo Paradigma do SEB

A matriz elétrica brasileira vai necessitar de fontes complementares às UHE para atenderem a demanda de energia elétrica no período seco.

O resultado será uma Matriz mais diversificada que irá configurar um padrão de geração Renováveis + Termoelétrico (carvão, gás, e nuclear)

Paradoxo ambiental: ao restringir construção de UHE serão construídas termoelétricas: caras e poluidoras!!!!


GWméd
120
110
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Jan
Fev
Mar
Abr
Mai
Jun
Jul
Ago
Set
Out
Nov
Dez
Meses
Energia Natural 2008
Nova Hidro
Biomassa
Gás
Eólica

O INCENTIVO ÀS ENERGIAS ALTERNATIVAS O PROINFA

- Premido pela crise energética de 2001/2002, causada por déficit de chuvas e atrasos em construção de linhas de transmissão, o Governo Federal lança o PROINFA – Programa de Incentivo às Fontes Alternativas
- Fontes alternativas pelo PROINFA – energia eólica, térmicas a biomassa, e PCHs (30 MW)
- Energia solar ficou de fora do Programa
- Privilegiava produtores independentes, vedando a participação de distribuidoras e grandes geradoras de energia
- Comprador da energia – Eletrobrás – preço garantido por tipo de energia
- Duração do contrato de compra – 20 anos

RESULTADOS DO PROINFA

- 119 empreendimentos construídos (2.649,87 MW), sendo:
  - 41 usinas eólicas – capacidade instalada 963,99 MW
  - 59 PCH's – capacidade instalada 1.152,54 MW
  - 19 térmicas a biomassa – capacidade instalada 533,34 MW
- Criados 150 mil empregos diretos e indiretos
- Estabelecimento de setor industrial ligado à geração eólica – montagem de aerogeradores, indústria de pás, etc
- Eliminação de gases de efeito estufa em aprox. 2,5 milhões de toneladas de CO_2 eq/ano

FONTE: Eletrobrás

Uma Conclusão

O Novo Paradigma do SEB vai exigir mudanças substanciais e estruturais na política, planejamento e operação do SEB

O grande desafio será ***determinar*** uma **matriz estratégica** que complemente de forma ótima – em termos de operação e de custos – a hidroeletricidade

Comportamento da Demanda: 2013-2022

Crescimento demográfico :

14 milhões de novos brasileiros

15 milhões de novos domicílios ➔ 1,5 milhão a.a.

Crescimento Econômico:

PIB crescer 4,9% a.a

Políticas de inclusão social: salário mínimo, bolsa família

Políticas de fortalecimento do mercado interno

Prioridade dos investimentos em infraestrutura

Comportamento da Demanda: 2013-2022

Estimativas de crescimento da demanda EE a.a.

Residencial:	4,5 %
Industrial:	4,4%
Comercial:	6,0%
Outros:	3,7%
Total:	**4,6%**

Como atender esta demanda?

Com novos investimentos em Usinas, linhas de transmissão e redes de distribuição: Necessidade de planejamento.

Características da Indústria de Energia Elétrica:

1. Capital intensivo
2. Longo prazo de maturação

Necessidade de linhas de financiamento a custos baixos

Restruturação do SEB

Crise do Apagão de 2001-2002 demonstrou que o modelo de privatização do SEB iniciado em 1990 não pode ser regido exclusivamente pela lógica do capital privado

Restruturação do SEB

Modelo do SEB de 2004:

1. Reintroduz o planejamento estatal: determinativo e indicativo
2. Cria modelagem financeira baseada em *project finance* com linha especial do BNDES
3. Permite investimentos das Estatais
4. Expansão da capacidade de geração e transmissão se dá por unidade produtiva e via leilões com 3 e 5 anos de antecedência

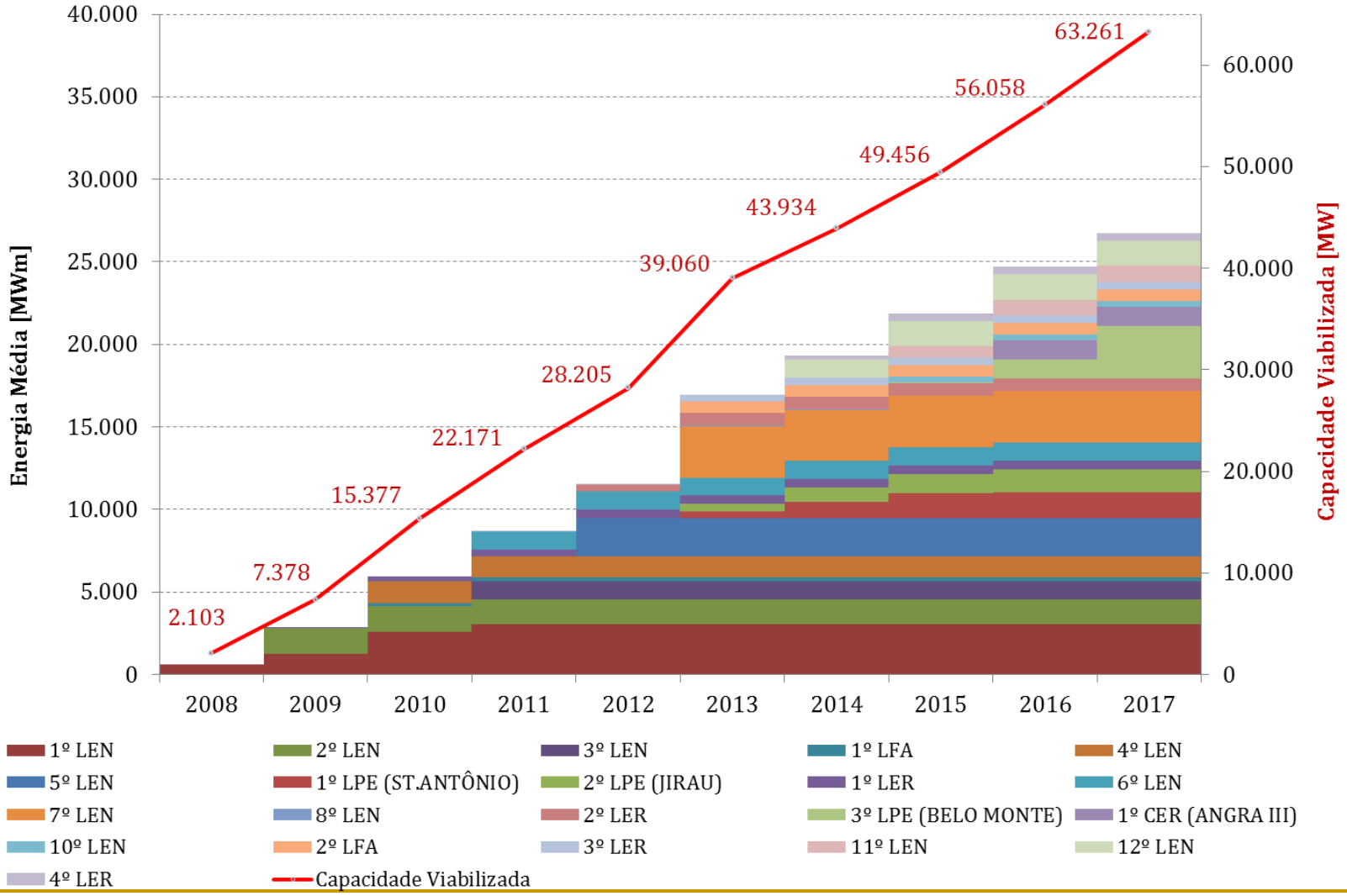
Uma Conclusão

O Novo Paradigma do SEB vai exigir mudanças substanciais e estruturais na política, planejamento e operação do SEB

O grande desafio será ***determinar*** uma **matriz estratégica** que complemente de forma ótima – em termos de operação e de custos – a hidroeletricidade

LEILÕES DE ENERGIA NOVA 2005-2011

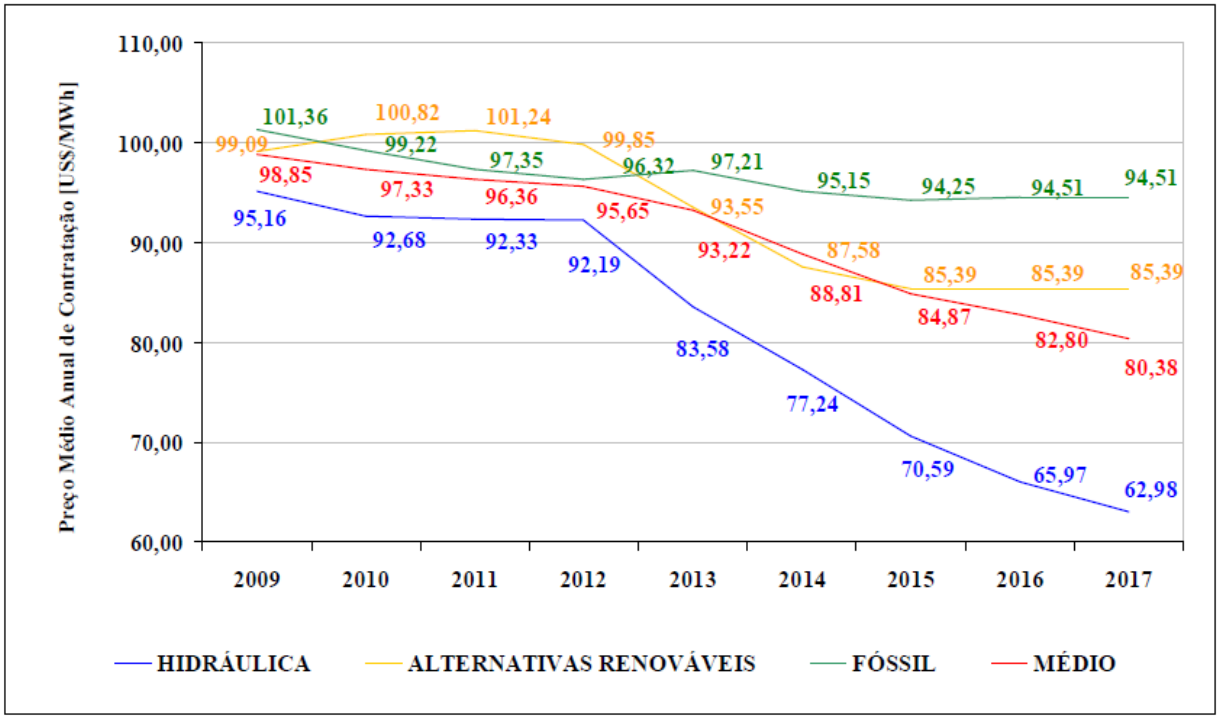
MONTANTES CONTRATADOS E CAPACIDADE ANUAL



Fonte: EPE

Expansão da geração a custos decrescentes

Preços Médios de Contratação dos Leilões de Energia Nova: 2005-2011*
(em US$)



Fonte: EPE
(*) Valores referentes até agosto de 2011

Conclusões

1. A crise energética mundial não impacta o Brasil
2. Temos potencial energético para atender nosso desenvolvimento econômico e social a custos econômicos e ambientais competitivos
3. Modelo do setor elétrico garante equilíbrio dinâmico entre oferta e demanda a custos otimizados e sem subsídios oficiais
4. O Brasil tem no SEB um vetor de desenvolvimento sustentável, renovável e competitivo

GESEL
Grupo de Estudos do Setor Elétrico
UFRJ

ESCOLA POLITÉCNICA UFRJ

Muito obrigada !!!

Thereza Aquino
taquino@poli.ufrj.br

Google: Gesel UFRJ