Sistema Interligado Nacional

Empresa de Pesquisa Energética – EPE

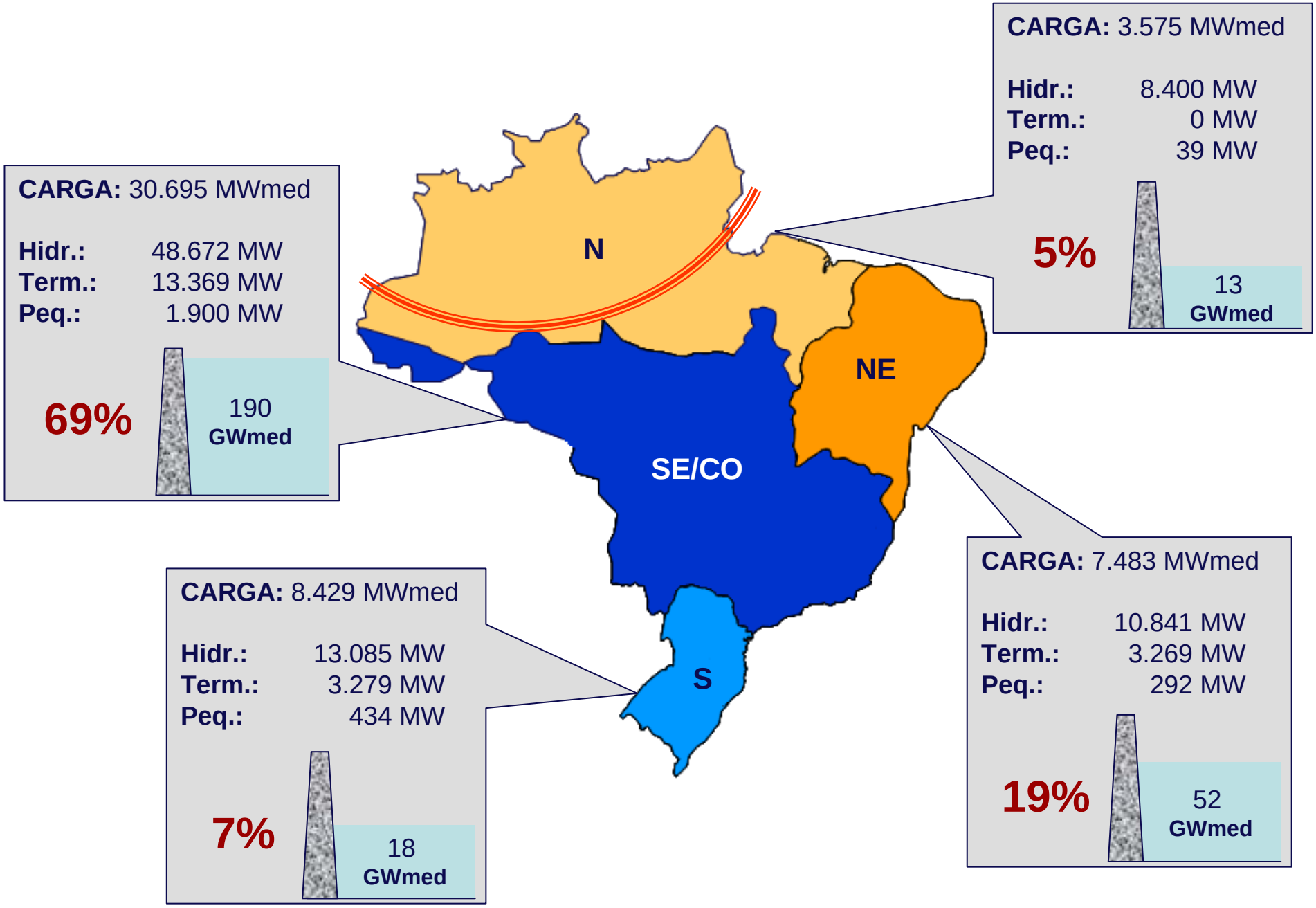
Mauricio T. Tolmasquim

Brasília

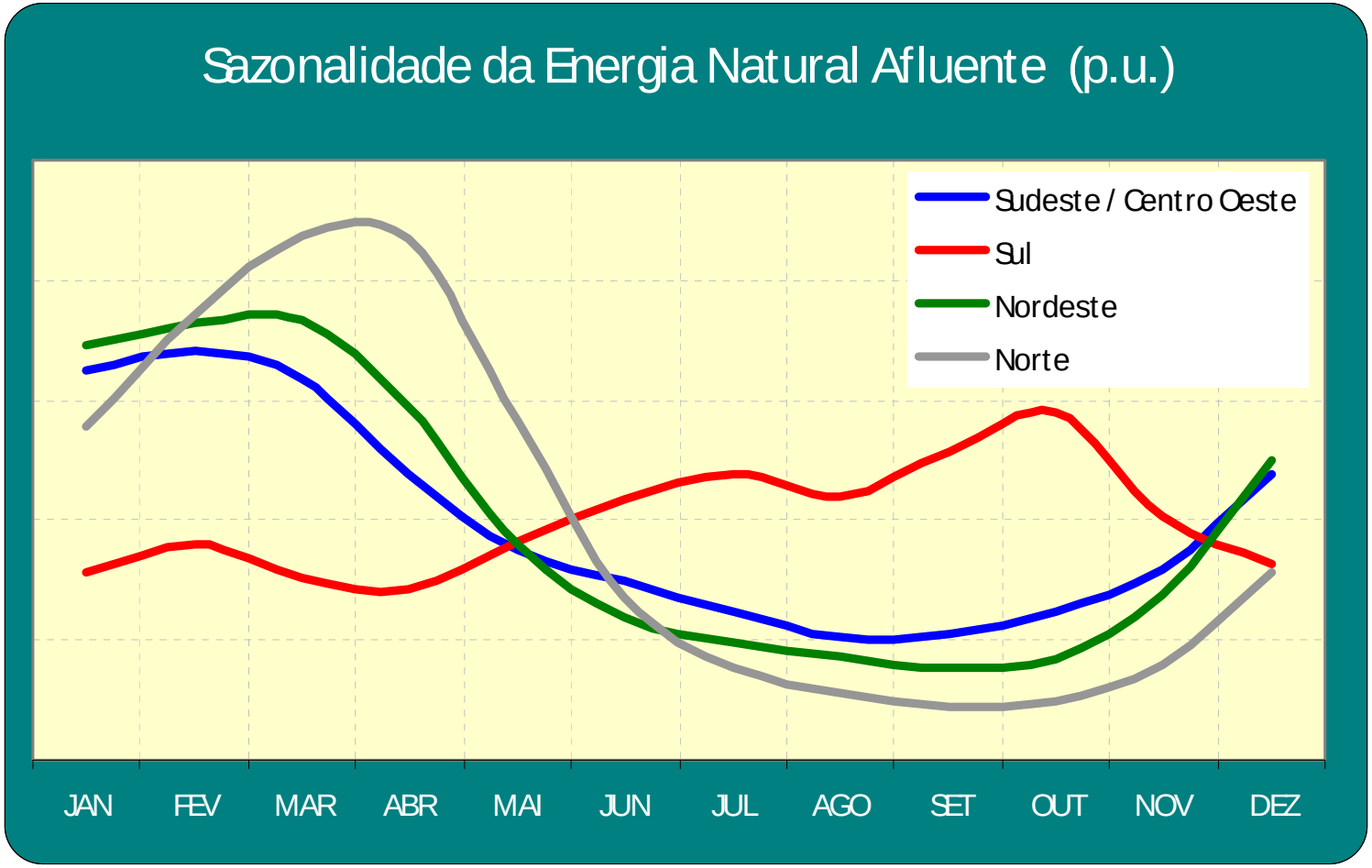
10 de dezembro, 2009

Visão Geral do Sistema Elétrico Brasileiro

Balanço Carga X Potência Instalada (2009) – Sistema Interligado

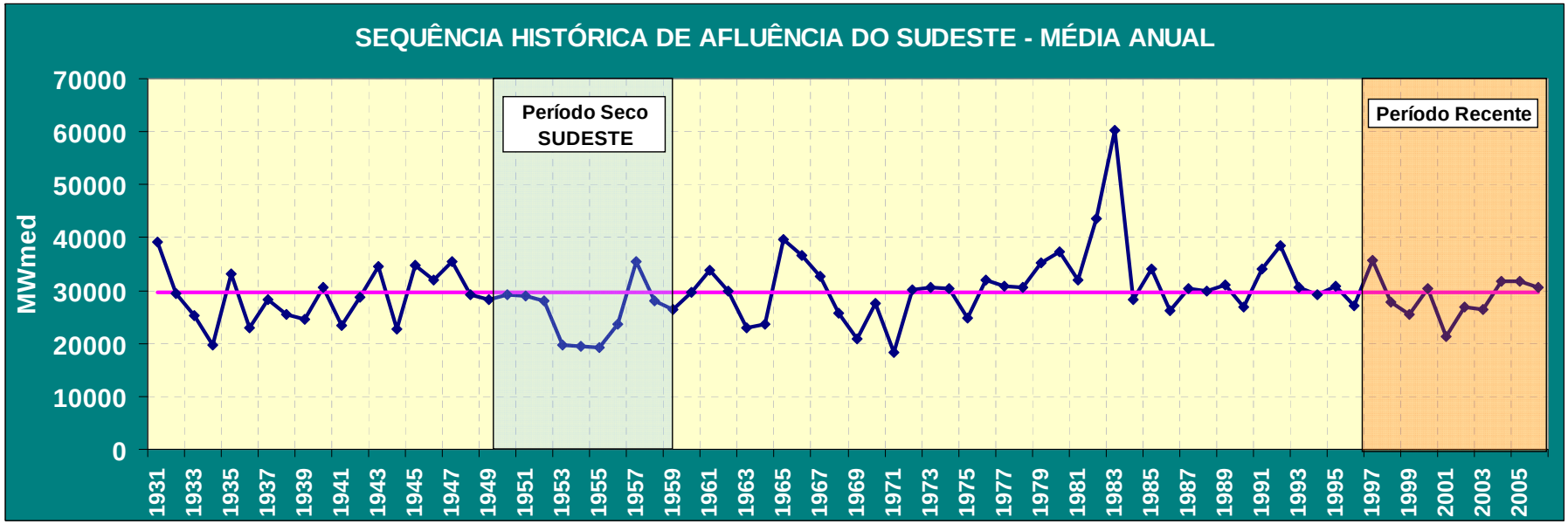


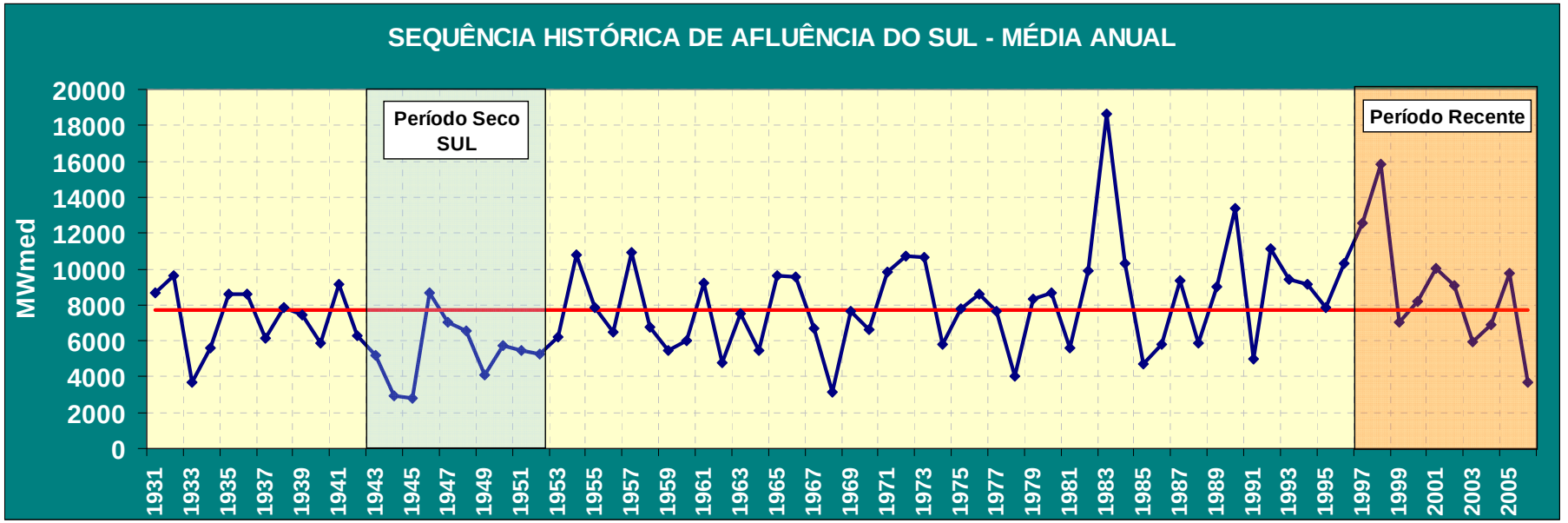
Energia Natural Afluente - Sazonalidade



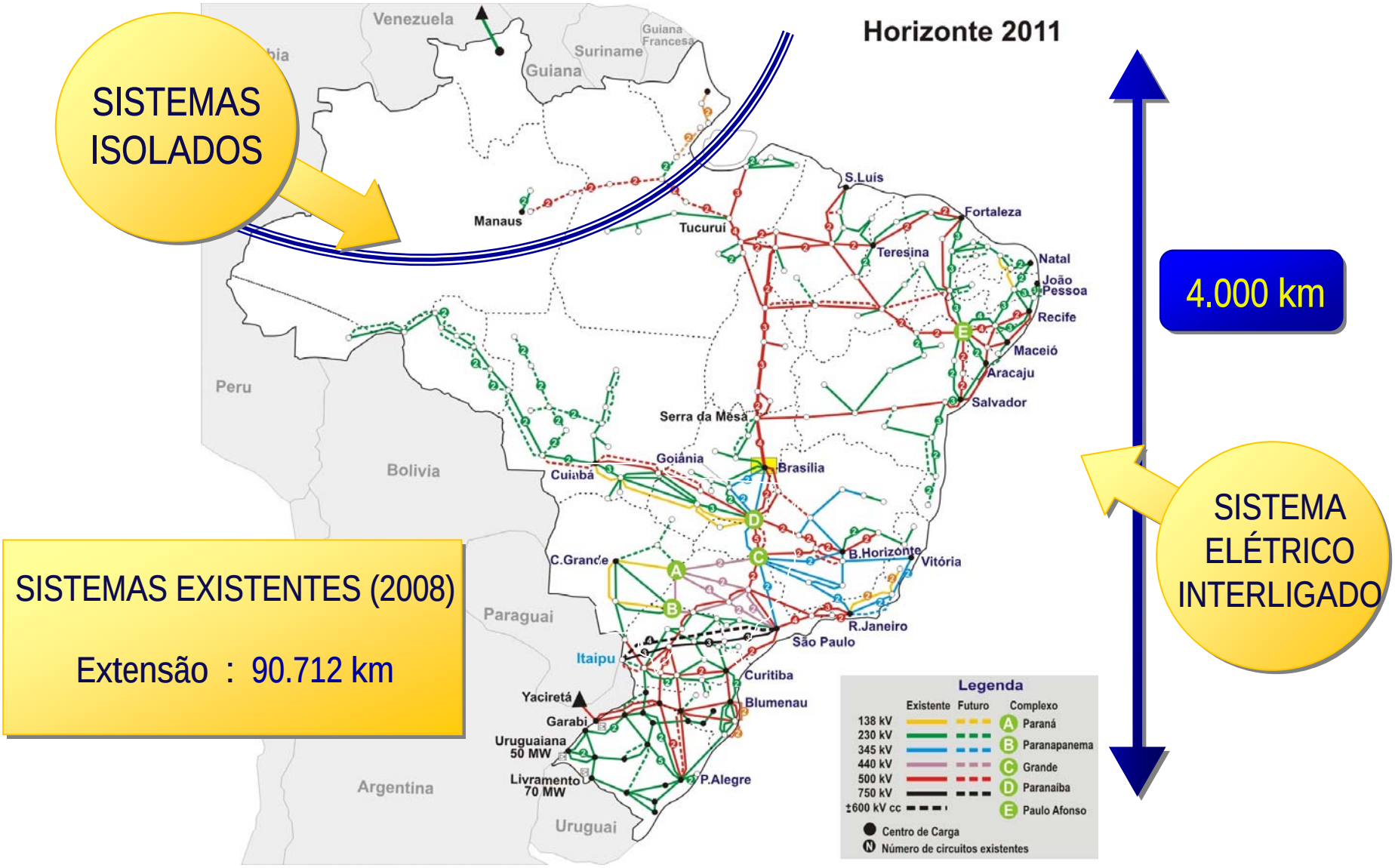
A sazonalidade das afluências permite o intercâmbio dessa energia entre os subsistemas INTERLIGADOS, visando a otimização da operação.

Complementaridade entre Subsistemas





O Sistema Elétrico Brasileiro – Integração dos Subsistemas



SISTEMAS EXISTENTES (2008)

Extensão : 90.712 km

Fonte: EPE/ONS

Operação Interligada

- **Maior complexidade devido ao maior porte do sistema**

- **Maior investimento em transmissão**

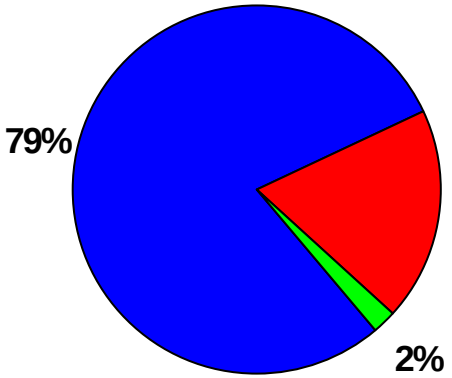
- **Maior aproveitamento dos recursos hídricos considerando a diversidade hidrológica das regiões interligadas - Sinergia**
  - Menor necessidade de capacidade instalada (ganho de 12% a 20%)
  - Redução de custos (geração hidrelétrica mais barata que a geração termelétrica)

- **Maior flexibilidade no atendimento da demanda**

Participação na Oferta por Tipo de Geração do Sistema Interligado

Potência Instalada

102.609 MW



Ano:2008

Hidrelétricas

. Distantes do centro de carga;
. Maior incerteza (depende da afluência natural).
. Quando possuem reservatório, conseguem regularizar períodos desfavoráveis de afluência.
. Menor custo de produção;

Termelétricas

. Próximas ao centro de carga;
. Geração depende da oferta de combustível;
. Maior custo de produção (varia com a fonte)

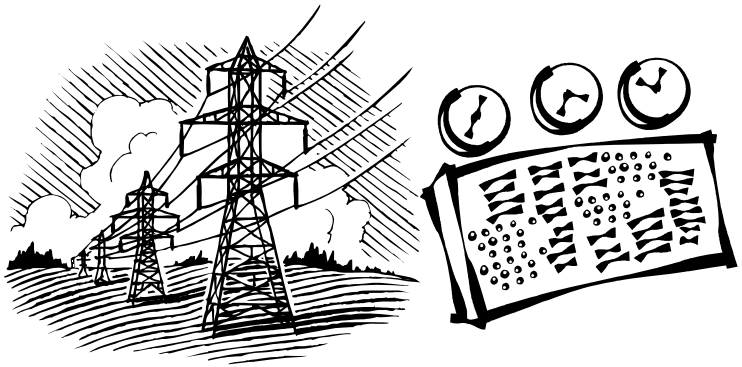
Fontes Alternativas (Eólica, Biomassa, PCH)

. Fontes de baixo custo de operação;
. Grande dependência de fatores climáticos e suas sazonalidades, gerando incerteza na produção.

Racionamento x Blecaute

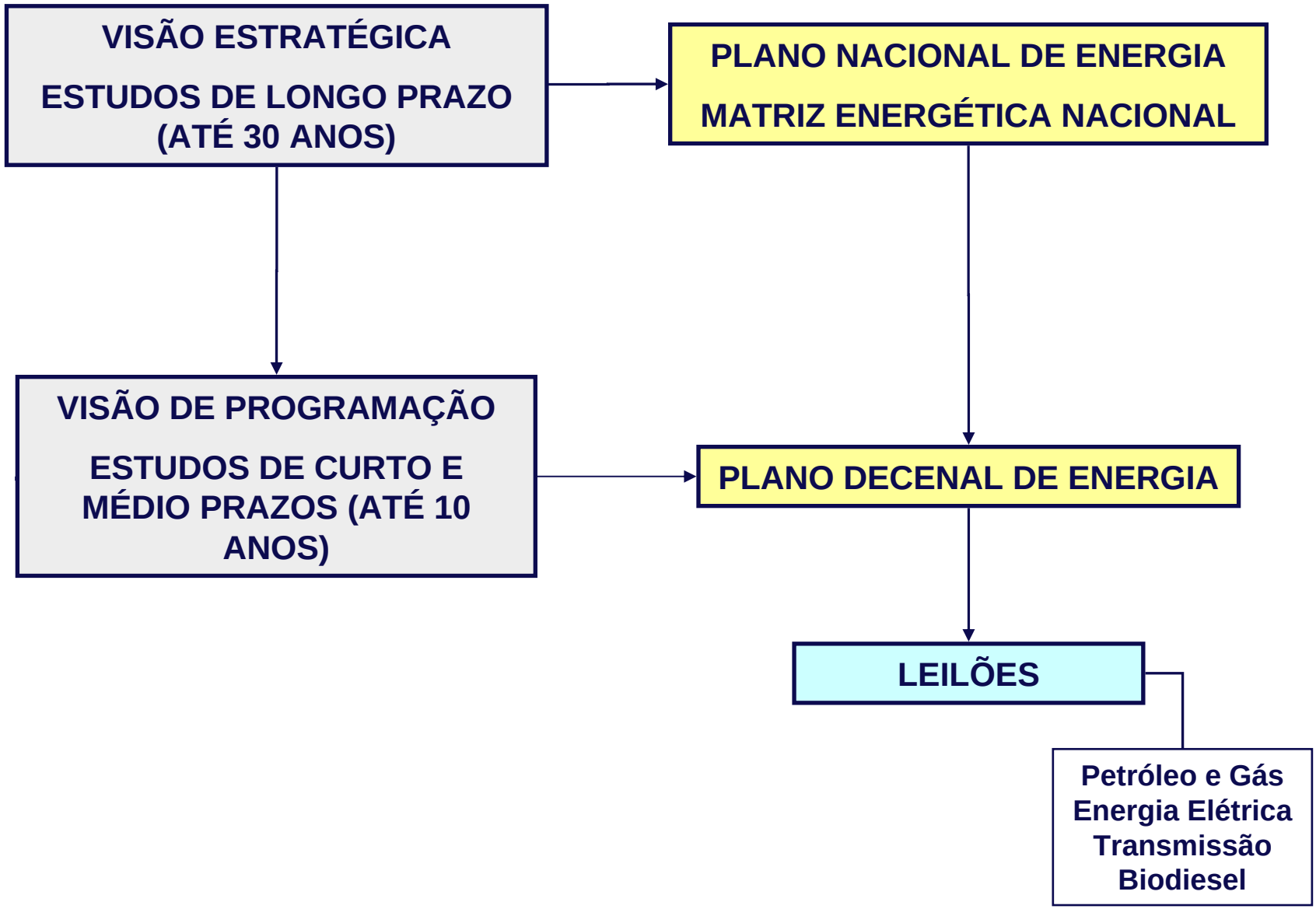
Racionamento x Blecaute

	Racionamento 2001/2002	Blecaute 2009
CAUSAS	-Falta de planejamento e investimentos; - Oferta de geração/transmissão insuficiente; - Hidrologia desfavorável.	Em análise: acidentes no sistema de transmissão.
DURAÇÃO	9 meses (jun/01 a fev/02)	3h40min
IMPACTO	-Redução de cerca de 75.000 GWh durante o racionamento; - Custo direto ao país de R$45,2 bilhões. (estimativa TCU)	-Redução de cerca de 100 GWh; - Retorno pleno do abastecimento após a recomposição do sistema.

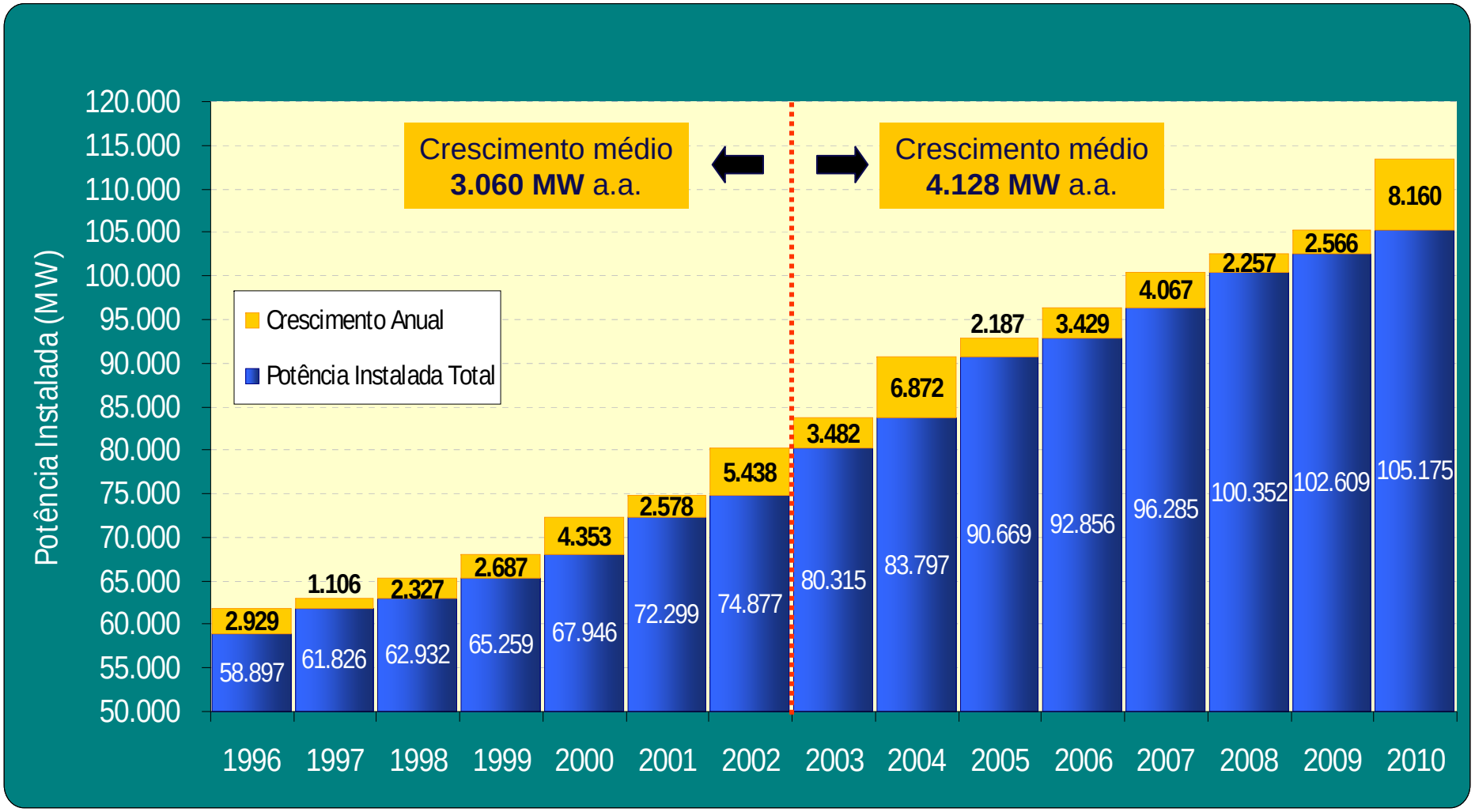


Planejamento e a Evolução da Oferta

Processo de Planejamento



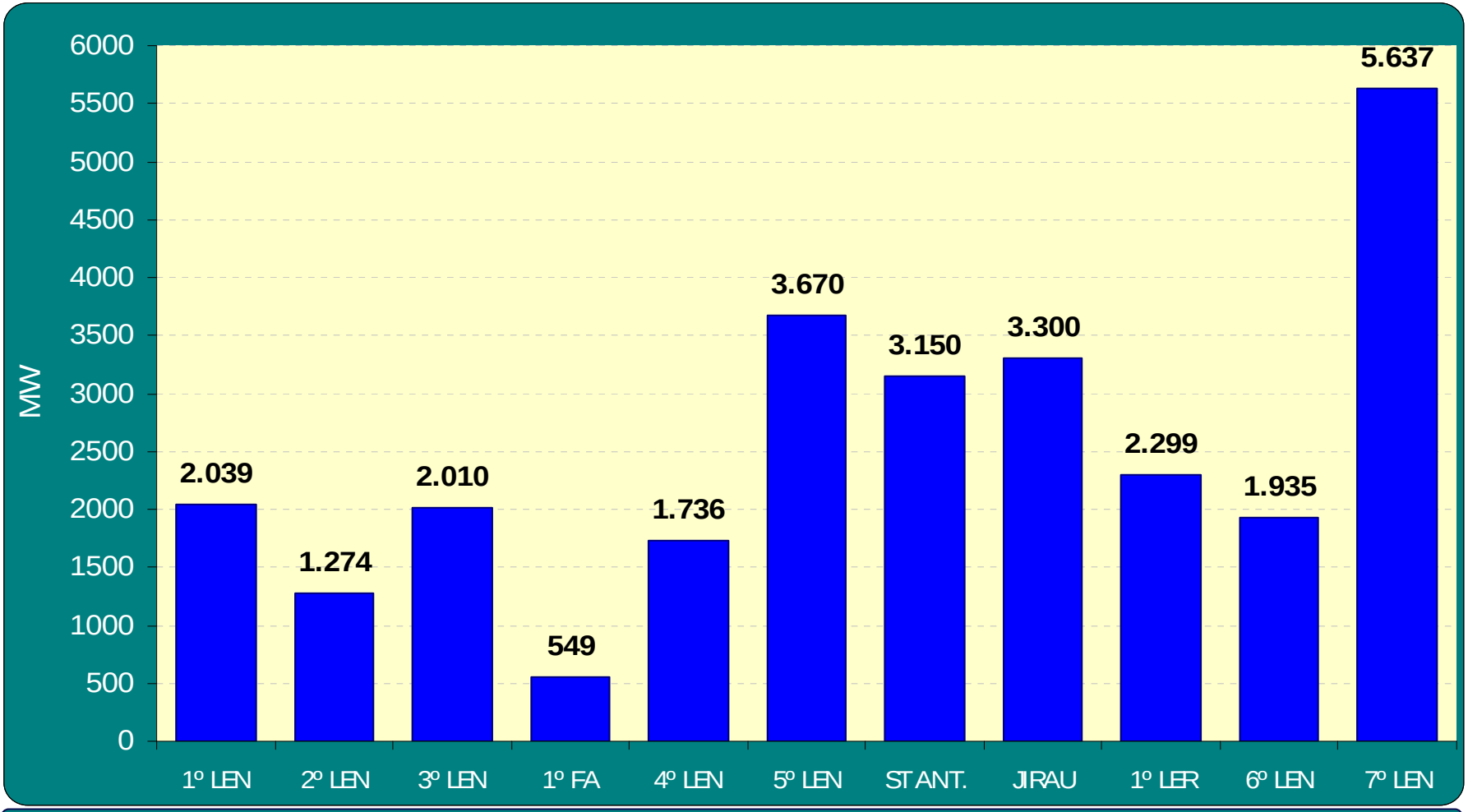
Evolução da Oferta – Acréscimo Anual de Potência Instalada



Fonte: CMSE – Sistema Interligado Nacional

Não está incluso: Auto-produção e Sistemas Isolados

Planejamento e a Evolução da Oferta (MW): Leilões



Ano do leilão	2005	2006	2006	2007	2007	2007	2007	2008	2008	2008	2008
Entrada em operação	2008 2009 2010	2009	2011	2010	2010 2012	2012	2012	2013	2009	2011	2013

Planejamento e a Evolução da Transmissão

- **Qualidade do Suprimento**
  - **Faixas operativas de tensão**

    -De 95% a 105% do valor nominal.

  - **Faixa operativa de freqüência**

    -De 59,9 a 60,1 hertz.

  - **Níveis de carregamento de linhas de transmissão e transformadores mantidos abaixo dos valores máximos.**

Confiabilidade do Suprimento

Critério de Planejamento para Expansão da Transmissão (N-1)

- O sistema deve operar normalmente, sem corte de carga, na condição de carga máxima, mesmo com a perda de um elemento qualquer (linha de transmissão **ou** transformador **ou** gerador), ainda que seja seu elemento mais importante. **Este critério é mundialmente adotado.**

Reserva Girante

- Faixa de 5 a 10% da capacidade dos geradores em operação.

Maior máquina do sistema considerada não despachada nos estudos de planejamento

- UNE Angra 2, com potência de 1300 MW.

Segurança Operativa

Critério Operativo de Segurança Elétrica

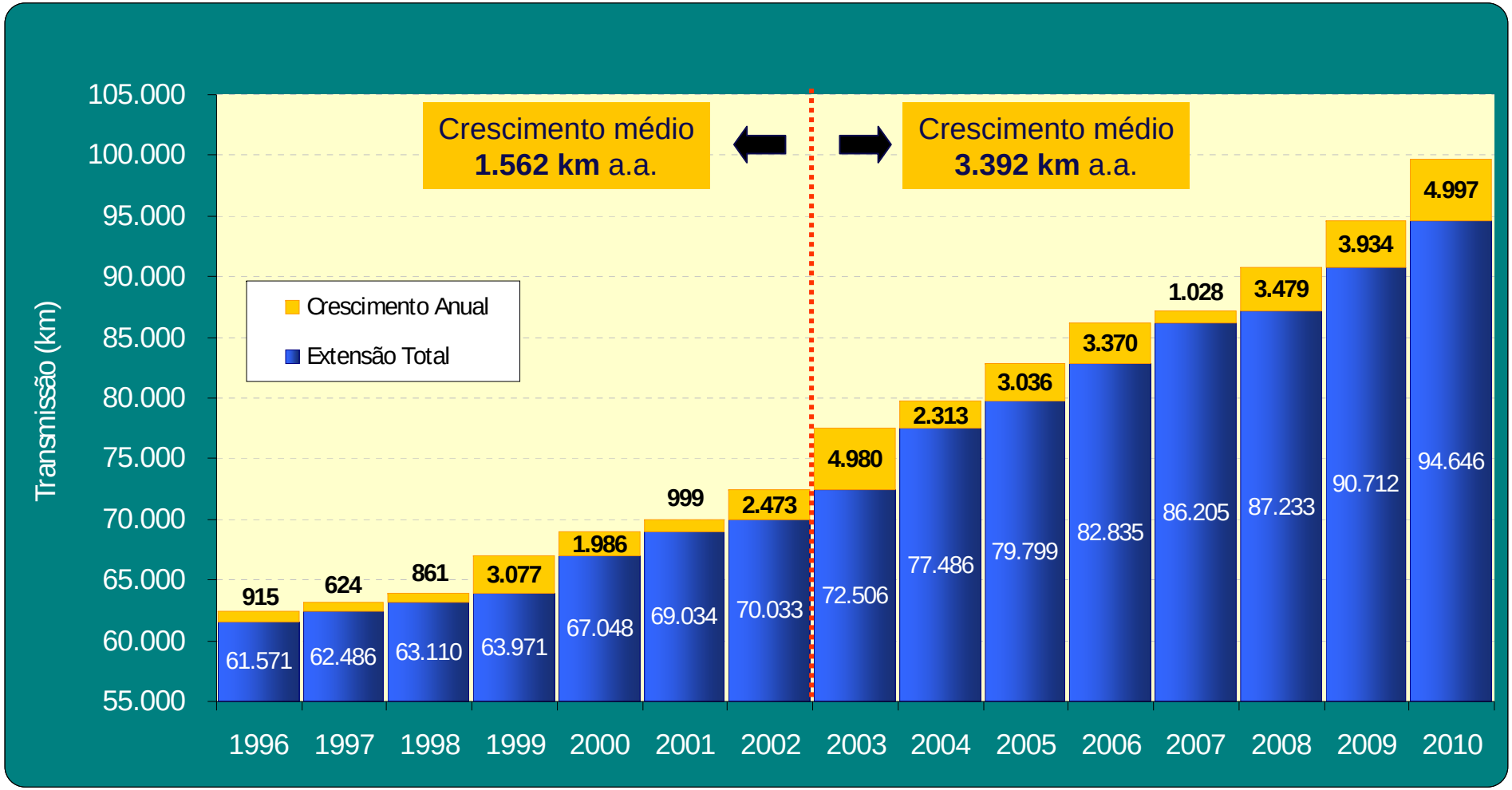
Limite (N-1) (como visto slide anterior)

Limite (N-2)

- Não é o critério usual de planejamento ⎩ grandes investimentos
  ⎩ aumento da tarifa de energia.
- É utilizado na **Operação** do sistema em condições especiais
  ⎩ determinados pontos do sistema
  ⎩ contingências múltiplas podem colocar em risco a integridade do sistema.
- Nesses casos, a **Operação "subutiliza"** a capacidade dos equipamentos, visando maior **segurança** quando da ocorrência de defeitos múltiplos.

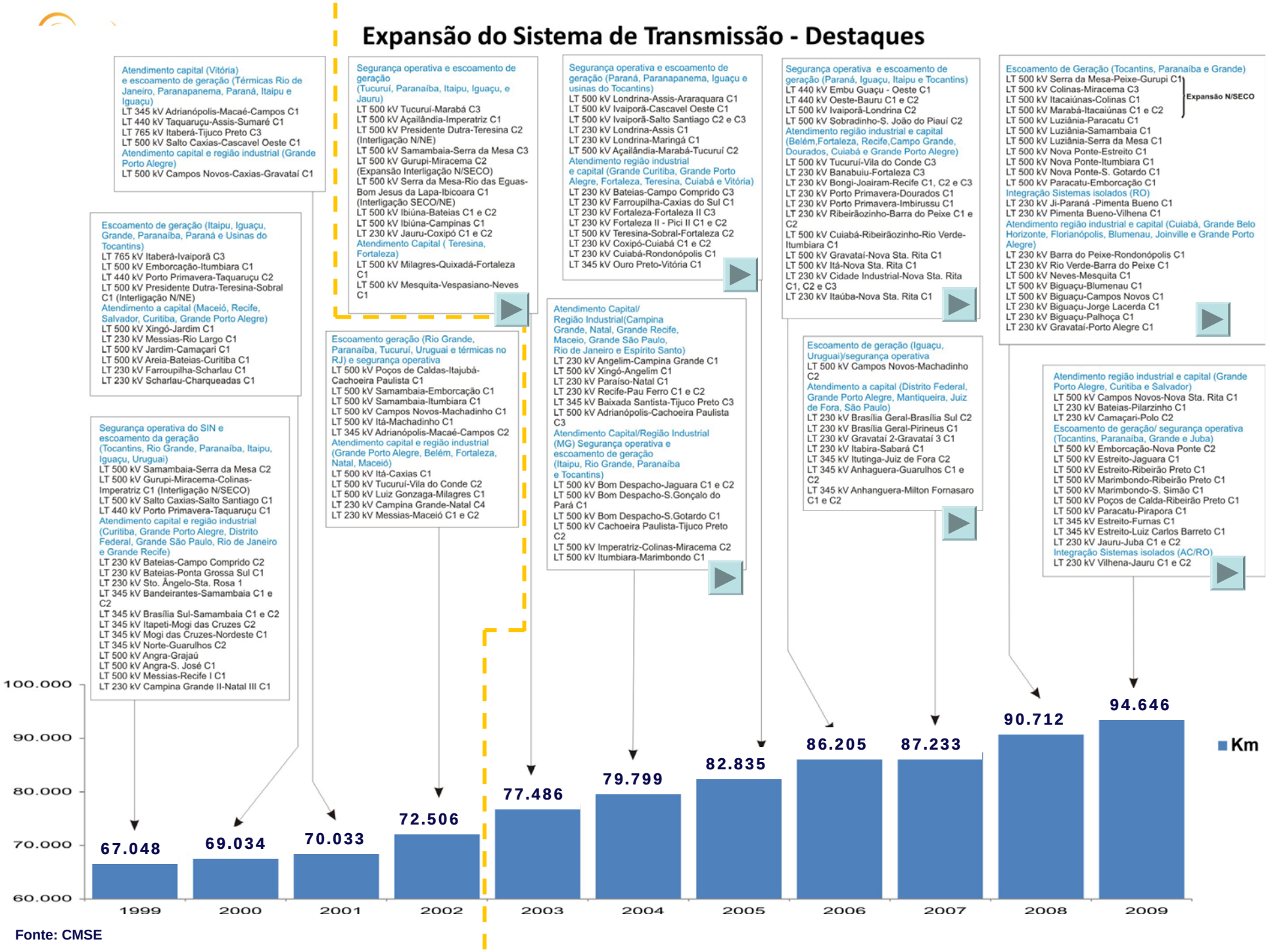
- É importante observar que nessas situações conta-se, ainda, com a atuação de **ECEs – Esquemas de Controle de Emergência**, que minimizam o impacto de perdas múltiplas.

Expansão da Transmissão em km (Rede Básica)



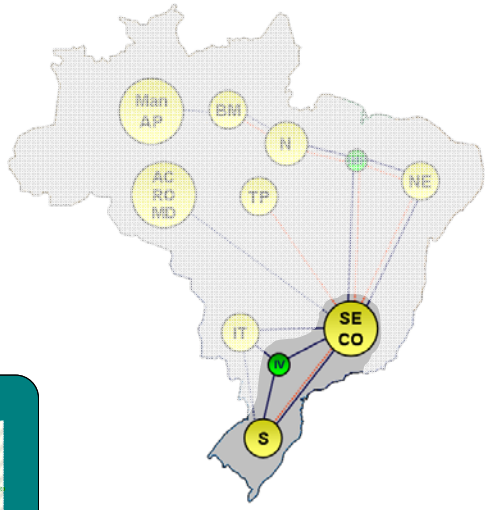
Fonte: CMSE

Expansão do Sistema de Transmissão - Destaques

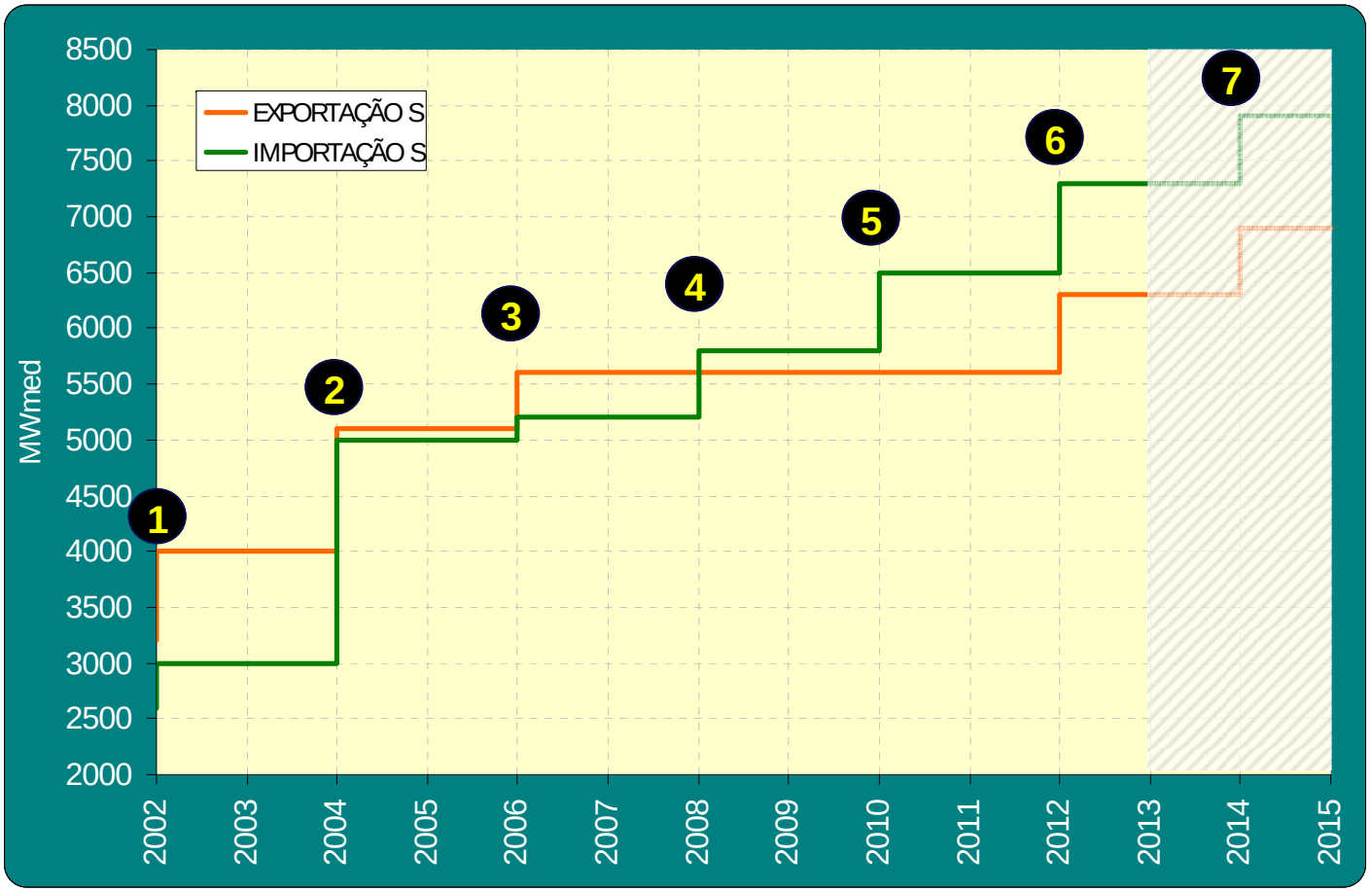


Fonte: CMSE

Expansão da Capacidade das Interligações do SUL

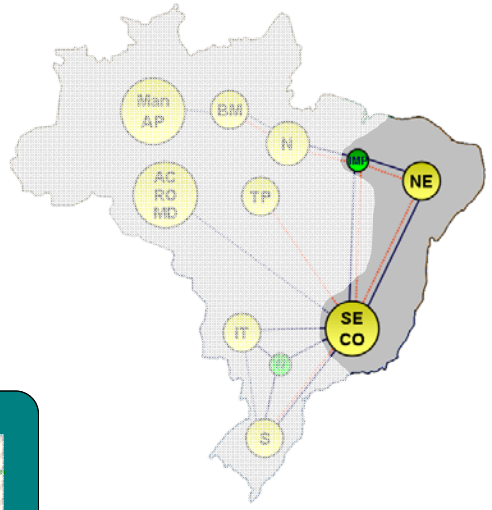


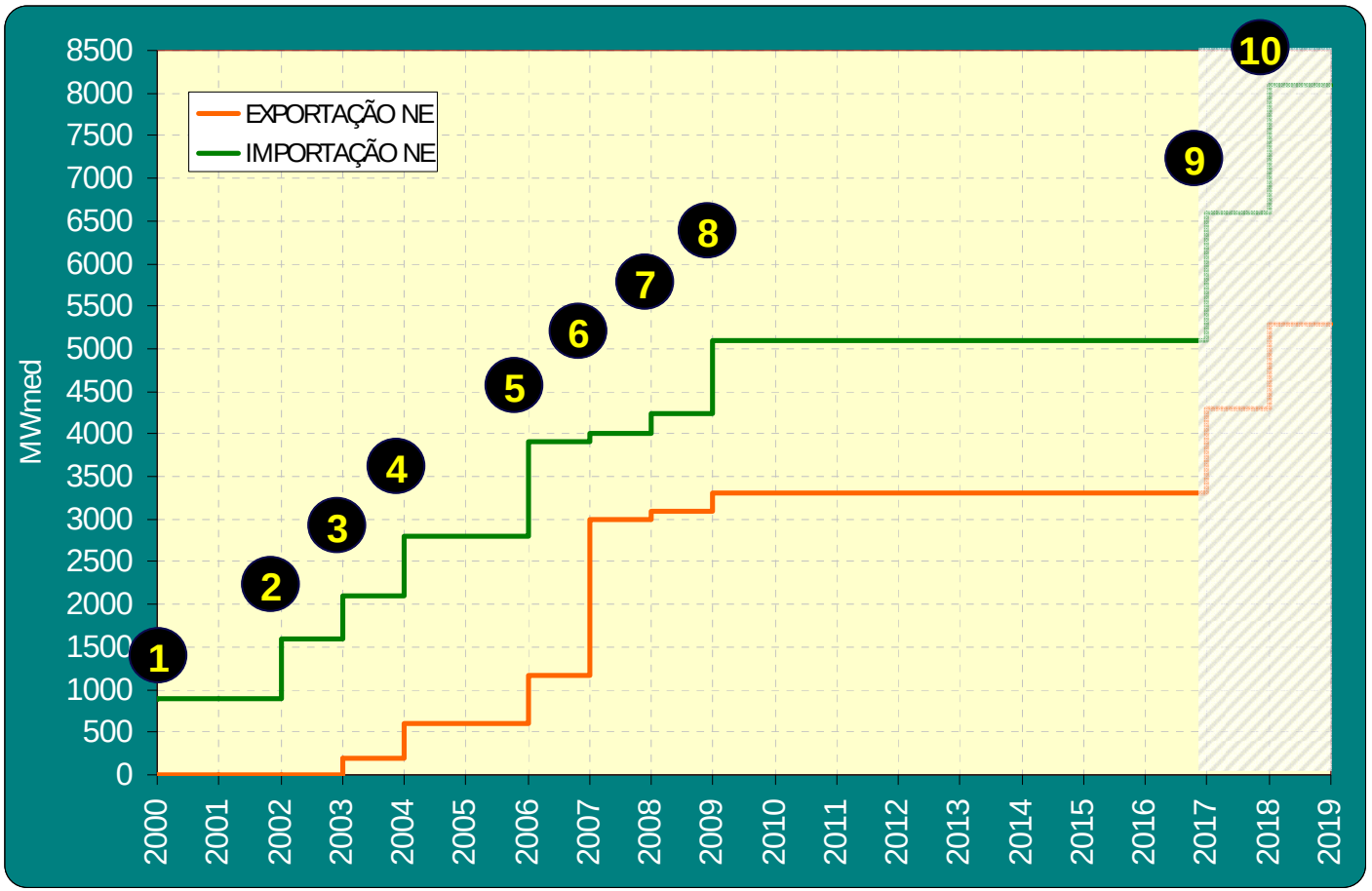
1) LT 765 kV Itaberá-Tijuco Preto 3º circuito
2) LT 500 kV Bateias – Ibiúna (Circuito Duplo)
3) LT 500kV Londrina - Araraquara + Transformador de Tijuco Preto 750/500 kV
4) LT 500kV Ivaiporã - Londrina
5) LT 230 kV Apucarana-Figueira e Londrina-Maringá C2 e LT 500 kV Bateias - Curitiba C2
6) LT 525 kV Foz do Iguaçu - Cascavel Oeste
7) Em estudo pela EPE



Expansão da Capacidade das Interligações do NORDESTE

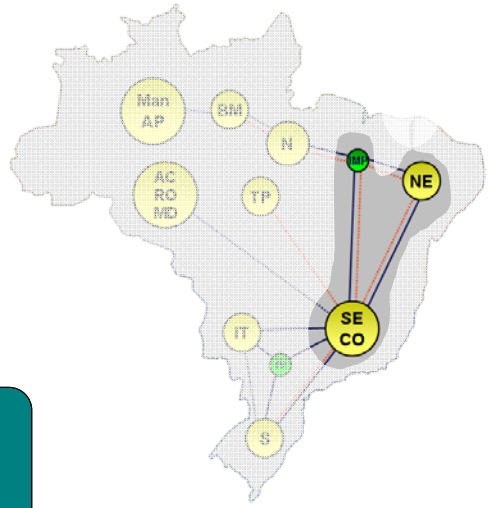
1) Interligação Norte-Sul I
2) 3º circuito LT 500 kV Tucuruí – Presidente Dutra e Interligação Sudeste-Nordeste
3) 4º circuito LT 500 kV Tucuruí - Imperatriz/Açailândia e Interligação Norte-Sul II
4) LT 500 kV Teresina - Fortaleza
5) LT 500 kV Colinas – Ribeiro Gonçalves - São João do Piauí - Sobradinho
6) Interligação Norte-Sul III
7) Reforços na região SE associados a Interligação Norte-Sul III
8) 2º circuito LT 500 kV Colinas – Ribeiro Gonçalves –São João do Piauí
9 e 10) Em estudo pela EPE

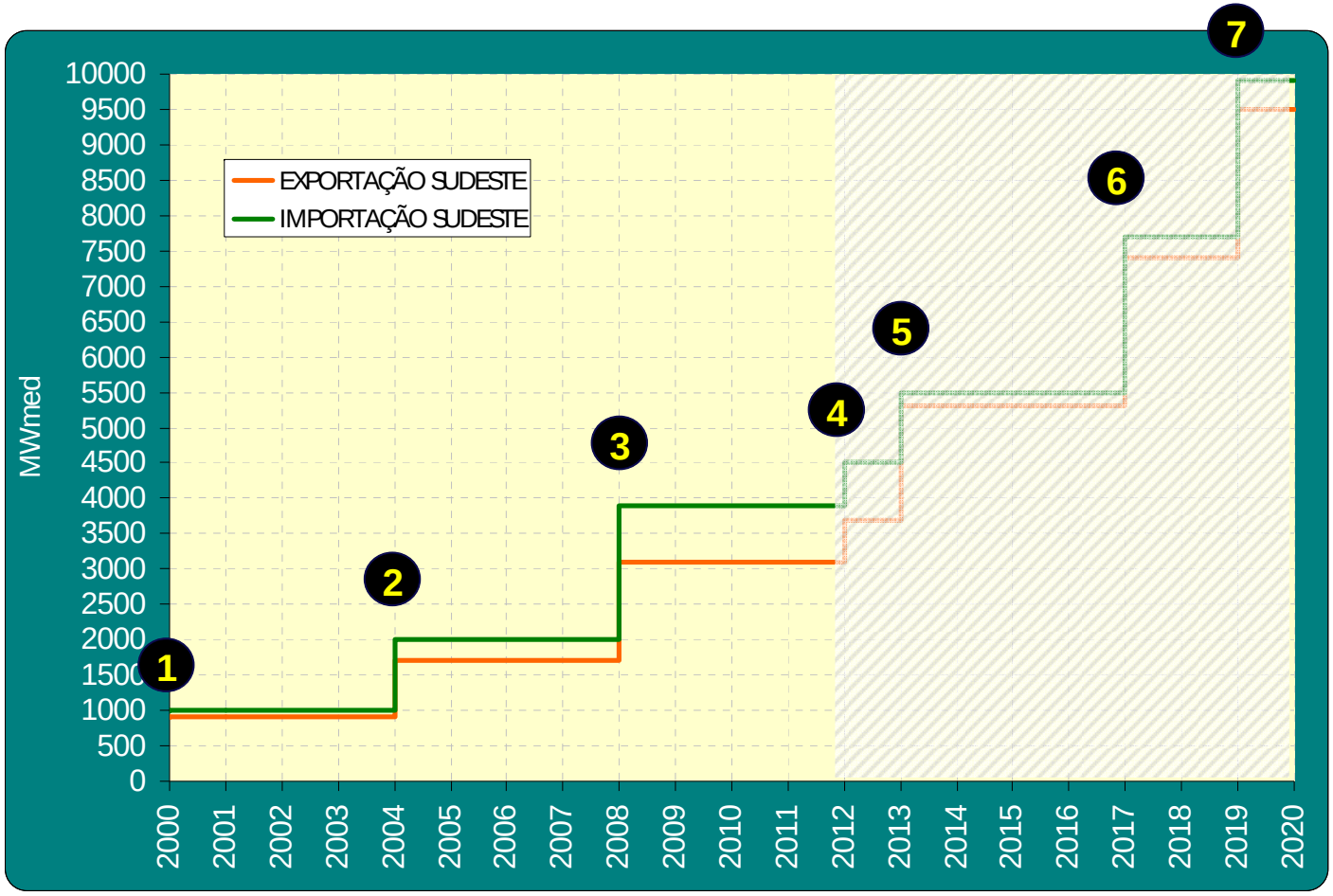




Expansão da Capacidade das Interligações entre SUDESTE e N/NE

1) Interligação Norte/Sul I
2) Interligação Norte/Sul II
3) Interligação Norte/Sul III
4, 5, 6 e 7) Em estudo pela EPE





FIM

Segurança operativa e escoamento de Geração (Tucurui, Paranaíba, Itaipu, Iguaçu e Jauru)

LT 500 kV Tucuruí - Marabá C3
LT 500 kV Açailândia – Imperatriz C1
LT 500 kV Presidente Dutra – Teresina C2 (Interligação N-NE)
LT 500 kV Samambaia-Serra da Mesa C3
LT 500 kV Gurupi – Miracema C2 (Expansão Interligação N-SE/CO)
LT 500 kV Serra da Mesa – Rio das Éguas-Bom Jesus da Lapa – Ibicoara C1 (Interligação SE/CO-NE)
LT 500 kV Ibiúna – Bateias C1 e C23
LT 500 kV Ibiúna – Campinas C1
LT 230 kV Jauru – Coxipó C1 e C2

Atendimento Capital (Teresina, Fortaleza)

LT 500 kV Milagres – Quixadá – Fortaleza C1
LT 500 kV Mesquista – Vespasiano – Neves C1

Expansão da Transmissão

4.980 km em LT

2003

Atendimento Capital/Região Industrial (Campina Grande, Natal, Grande Recife, Maceió, Grande São Paulo, Rio de janeiro e Espírito Santo)

LT 230 kV Angelim – Campina Grande C1
LT 500 kV Xingó - Angelim C1
LT 230 kV Paraíso - Natal C1
LT 230 kV Recife – Pau Ferro C1 e C2
LT 345 kV Baixada Santista – Tijuco Preto C3
LT 500 kV Adrianópolis – Cachoeira Paulista C3

Atendimento Capital, Região Industrial (MG), Segurança Operativa e escoamento de geração (Itaipu, Rio Grande, Paranaíba e Tocantins

LT 500 kV Bom Despacho - Jaguara C1 e C2
LT 500 kV Bom Despacho – S. Gonçalo do Pará C1
LT 500 kV Bom despacho – S. Gotardo C1
LT 500 kV Cachoeira Paulista – Tijuco Preto C2
LT 500 kV Imperatriz – Colinas – Miracema C2
LT 500 kV Itumbiara – Marimbondo C1

Expansão da Transmissão

2.313 km em LT

2004

Segurança operativa e escoamento de geração (Paraná, Paranapanema, Iguaçu e usinas do Tocantins)

LT 500 kV Londrina – Assis - Araraquara C1
LT 500 kV Ivaiporã – Cascavel Oeste C1
LT 500 kV Ivaiporã – Salto Santiago C2 e C3
LT 230 kV Londrina - Assis C1
LT 345 kV Baixada Santista – Tijuco Preto C3
LT 500 kV Açailândia – Marabá – Tucuruí C2

Atendimento região industrial e capital (Grande Curitiba, Grande Porto Alegre, Fortaleza, Teresina, Cuiabá e Vitória)

LT 230 kV Bateias – Campo Comprido C3
LT 230 kV Farroupilha – Caxias do Sul C1
LT 230 kV Fortaleza – Fortaleza II C3
LT 500 kV Teresina – Sobral – Fortaleza C2
LT 230 kV Coxipó – Cuiabá C1 e C2
LT 230 kV Cuiabá – Rondonópolis C1
LT 345 kV Ouro Preto – Vitória C1

Expansão da Transmissão

3.036 km em LT

2005

Segurança operativa e escoamento de geração (Paraná, Iguaçu, Itaipu e Tocantins)

LT 440 kV Embu Guaçu - Oeste C1
LT 440 kV Oeste - Bauru C1 e C2
LT 500 kV Ivaiporã – Londrina C2
LT 500 kV Sobradinho – S. João do Piauí C2

Atendimento região industrial e capital (Belém, Fortaleza, Recife, Campo Grande, Dourados, Cuiabá e Grande Porto Alegre)

LT 500 kV Tucuruí – Vila do Conde C3
LT 230 kV Banabuiu - Fortaleza C3
LT 230 kV Bongi – Joairam – Recife C1, C2 e C3
LT 230 kV Porto Primavera - Dourados C1
LT 230 kV Porto Primavera – Imbirussu C1
LT 230 kV Ribeirãozinho – Barra do Peixe C1 e C2
LT 500 kV Cuiabá – Ribeirãozinho – Rio Verde – Itumbiara C1
LT 500 kV Gravataí – Nova Sta. Rita C1
LT 500 kV Ita – Nova Sta. Rita C1
LT 230 kV Cidade Industrial – Nova Sta. Rita C1,C2 eC3
LT 230 kV Itauba – Nova Sta. Rita C1

Expansão da Transmissão

3.370 km em LT

2006

Escoamento de geração (Iguaçu, Uruguai) e Segurança operativa

LT 500 kV Campos Novos - Machadinho C2

Atendimento a capital (Distrito Federal, Grande Porto Alegre, Mantiqueira, Juiz de Fora, São Paulo)

LT 230 kV Brasília Geral – Brasília Sul C2
LT 230 kV Brasília Geral – Pirineus C1
LT 230 kV Gravataí 2 – Gravataí 3 C1
LT 230 kV Itabira – Sabará C1
LT 345 kV Itutinga – Juiz de Fora C2
LT 345 kV Anhanguera - Guarulhos C1 e C2
LT 345 kV Anhanguera – Milton Fornassaro C1 e C2

Expansão da Transmissão

1.028 km em LT

2007

Escoamento de Geração (Tocantins, Paranaíba e Grande)
Expansão N-SE/CO
LT 500 kV Serra da mesa – Peixe - Gurupi C1
LT 500 kV Colinas - Miracema C3
LT 500 kV Itacaiúnas - Colinas C1
LT 500 kV Marabá – Itacaiúnas C1 e C2
LT 500 kV Luziânia – Samambaia C1
LT 500 kV Luziânia – Serra da Mesa C1
LT 500 kV Nova Ponte - Estreito C1
LT 500 kV Nova Ponte - Itumbiara C1
LT 500 kV Nova Ponte – São Gotardo C1
LT 500 kV Paracatu - Emborcação C1

Integração Sistemas Isolados (RO)
LT 230 kV Ji-Paraná – Pimenta Bueno C1
LT 230 kV Pimenta Bueno - Vilhena C1

Atendimento região industrial e capital (Cuiabá, Grande Belo Horizonte, Florianópolis, Blumenau, Joinville e Grande Porto Alegre)
LT 230 kV Barra do Peixe - Rondonópolis C1
LT 230 kV Rio Verde – Barra do Peixe C1
LT 500 kV Neves - Mesquita C1
LT 500 kV Biguaçu - Blumenau C1
LT 500 kV Biguaçu – Campos Novos C1
LT 230 kV Biguaçu – Jorge Lacerda C1
LT 230 kV Biguaçu – Palhoça C1
LT 230 kV Gravataí – Porto Alegre C1

Expansão da Transmissão

3.479 km em LT

2008

Atendimento região industrial e capital (Grande Porto Alegre, Curitiba e Salvador)
LT 500 kV Campos Novos – Nova Sta. Rita C1
LT 230 kV Bateias – Pilarzinho C1
LT 230 kV Camaçari – Polo C2

Escoamento de geração/segurança operativa (Tocantins, Paranaiba, Grande e Juba)
LT 500 kV Emborcação – Nova Ponte C2
LT 500 kV Estreito – jaguara C1
LT 500 kV Estreito – Ribeirão Preto C1
LT 500 kV Marimbondo – Ribeirão Preto C1
LT 500 kV Marimbondo – São Simão C1
LT 500 kV Poços de Calda - Ribeirão Preto C1
LT 500 kV Paracatu - Pirapora C1
LT 345 kV Estreito - Furnas C1
LT 345 kV Estreito – Luiz Carlos Barreto C1
LT 230 kV Jauru – Juba C1 e C2

Integração Sistemas isolados (AC/RO)
LT 230 kV Vilhena - Jauru C1 e C2

Expansão da Transmissão

3.934 km em LT

2009