

Centro de Pesquisas de Energia Elétrica - CEPEL



FGV ENERGIA

ENERGIA EM FOCO

Estratégias e Desafios para o Futuro

\\ TEMA

As transformações do setor elétrico vistas de um Centro de Pesquisa, no Brasil.

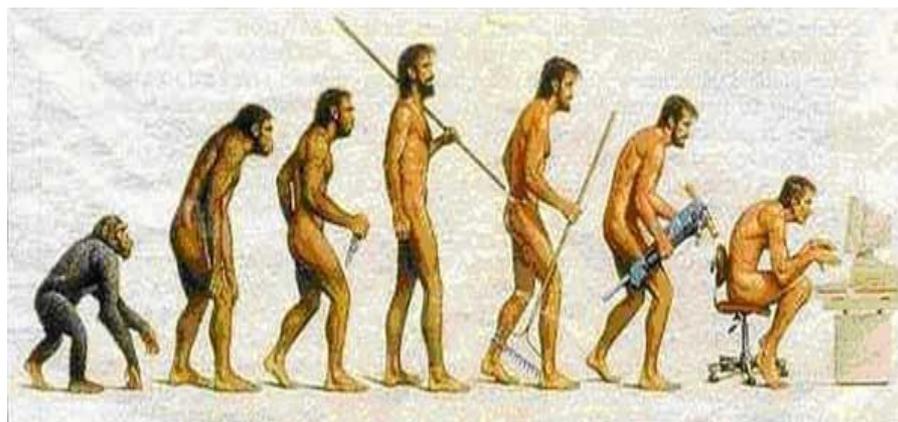
\\ PALESTRANTE

> **Marcio Szechman**

Diretor-Geral do CEPEL



A Humana..... e



A do Setor Elétrico, de 90% de produção hidráulica....

A Diminuição da Hidroeletricidade como um fato

Tipo	2016		2021		Crescimento 2016-2021	
	MW	%	MW	%	MW	%
Hidráulica	101.598	71,5	113.768	68,3	12.170	12,0
Nuclear	1.990	1,4	1.990	1,2	-	-
Gás / GNL	12.414	8,7	14.548	8,7	2.134	17,2
Carvão	3.174	2,2	3.478	2,1	304	9,6
Óleo / Diesel	4.732	3,3	4.732	2,9	-	-
Biomassa	7.640	5,4	8.313	5,0	673	8,8
Outras ⁽¹⁾	867	0,6	1.308	0,8	441	50,9
Eólica	9.611	6,8	16.205	9,7	6.594	68,6
Solar	16	0,0	2.182	1,3	2.166	-
Total	142.042	100	166.524	100	24.482	17,2

O crescimento da renovável Eólica e o surgimento da renovável Solar

A Diminuição da Hidroeletricidade como um fato

Tipo	2016		2021		Crescimento 2016-2021	
	MW	%	MW	%	MW	%
Hidráulica	101.598	71,5	113.768	68,3	12.170	12,0
Nuclear	1.990	1,4	1.990	1,2	-	-
Gás / GNL	12.414	8,7	14.548	8,7	2.134	17,2
Carvão	3.174	2,2	3.478	2,1	304	9,6
Óleo / Diesel	4.732	3,3	4.732	2,9	-	-
Biomassa	7.640	5,4	8.313	5,0	673	8,8
Outras ⁽¹⁾	867	0,6	1.308	0,8	441	50,9
Eólica	9.611	6,8	16.205	9,7	6.594	68,6
Solar	16	0,0	2.182	1,3	2.166	-
Total	142.042	100	166.524	100	24.482	17,2

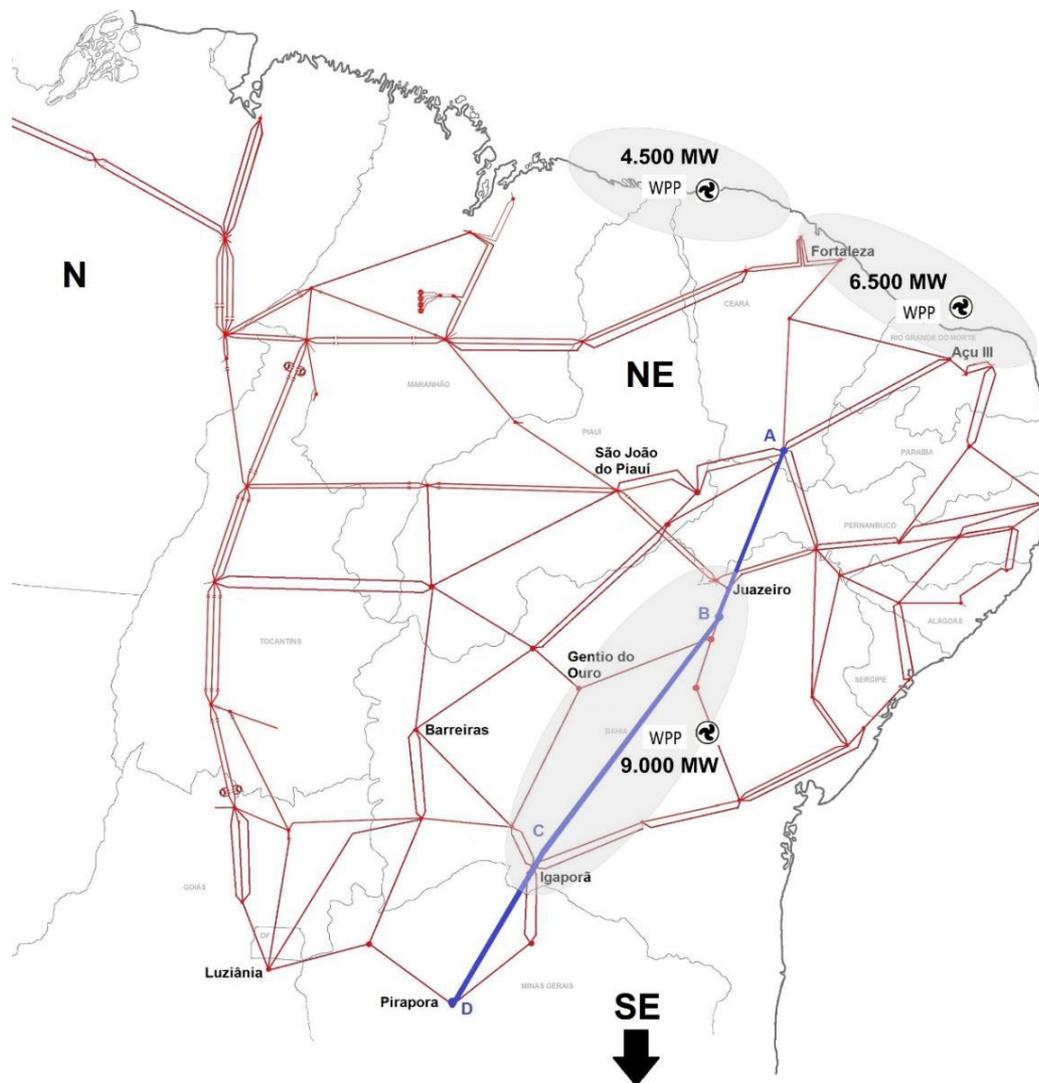
O crescimento da renovável Eólica e o surgimento da renovável Solar

A Diminuição da Hidroeletricidade como um fato

Tipo	2016		2021		Crescimento 2016-2021	
	MW	%	MW	%	MW	%
Hidráulica	101.598	71,5	113.768	68,3	12.170	12,0
Nuclear	1.990	1,4	1.990	1,2	-	-
Gás / GNL	12.414	8,7	14.548	8,7	2.134	17,2
Carvão	3.174	2,2	3.478	2,1	304	9,6
Óleo / Diesel	4.732	3,3	4.732	2,9	-	-
Biomassa	7.640	5,4	8.313	5,0	673	8,8
Outras ⁽¹⁾	867	0,6	1.308	0,8	441	50,9
Eólica	9.611	6,8	16.205	9,7	6.594	68,6
Solar	16	0,0	2.182	1,3	2.166	-
Total	142.042	100	166.524	100	24.482	17,2

O crescimento da renovável Eólica e o surgimento da renovável Solar

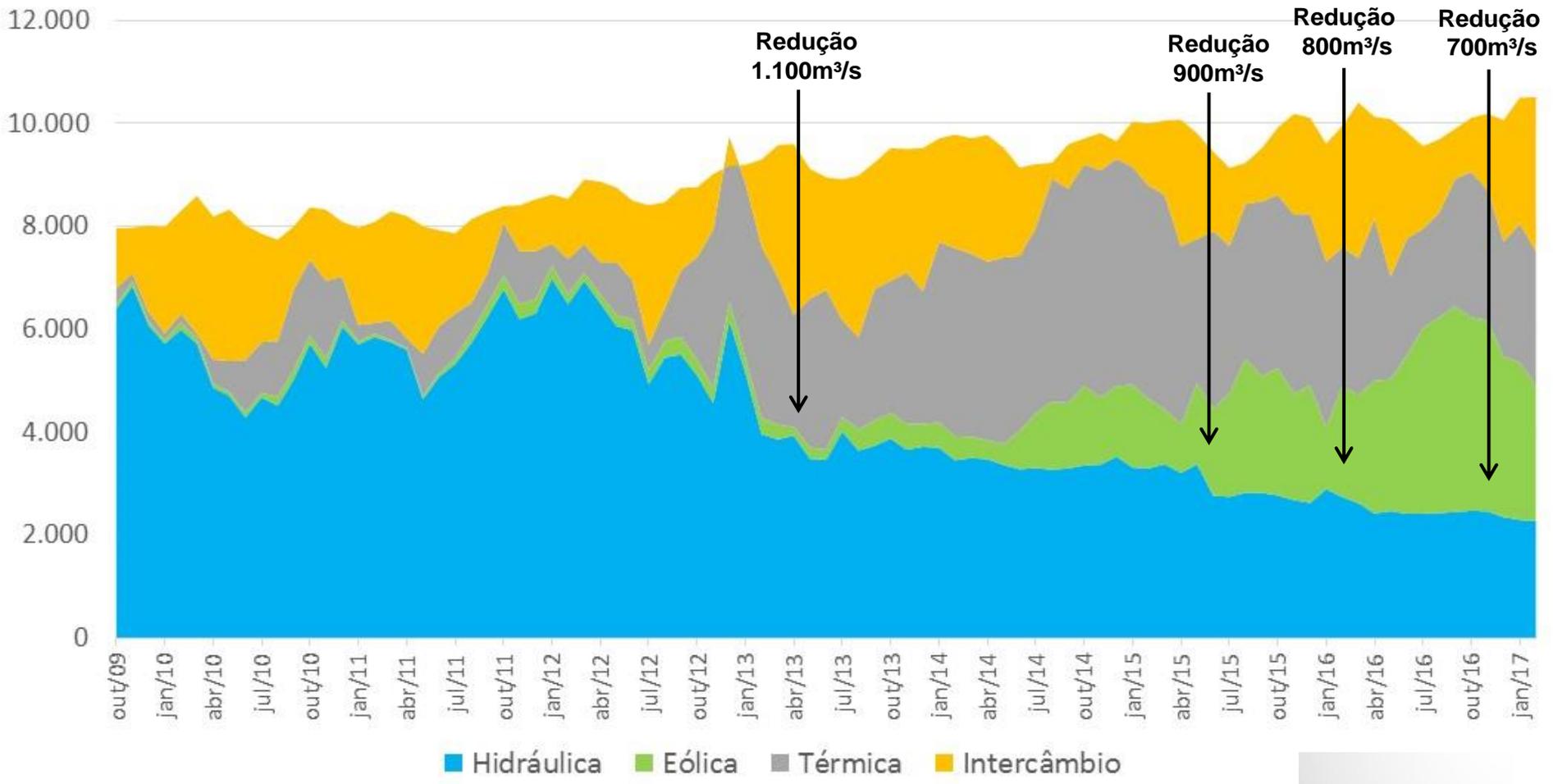
Potencial de plantas Eólicas na região Nordeste



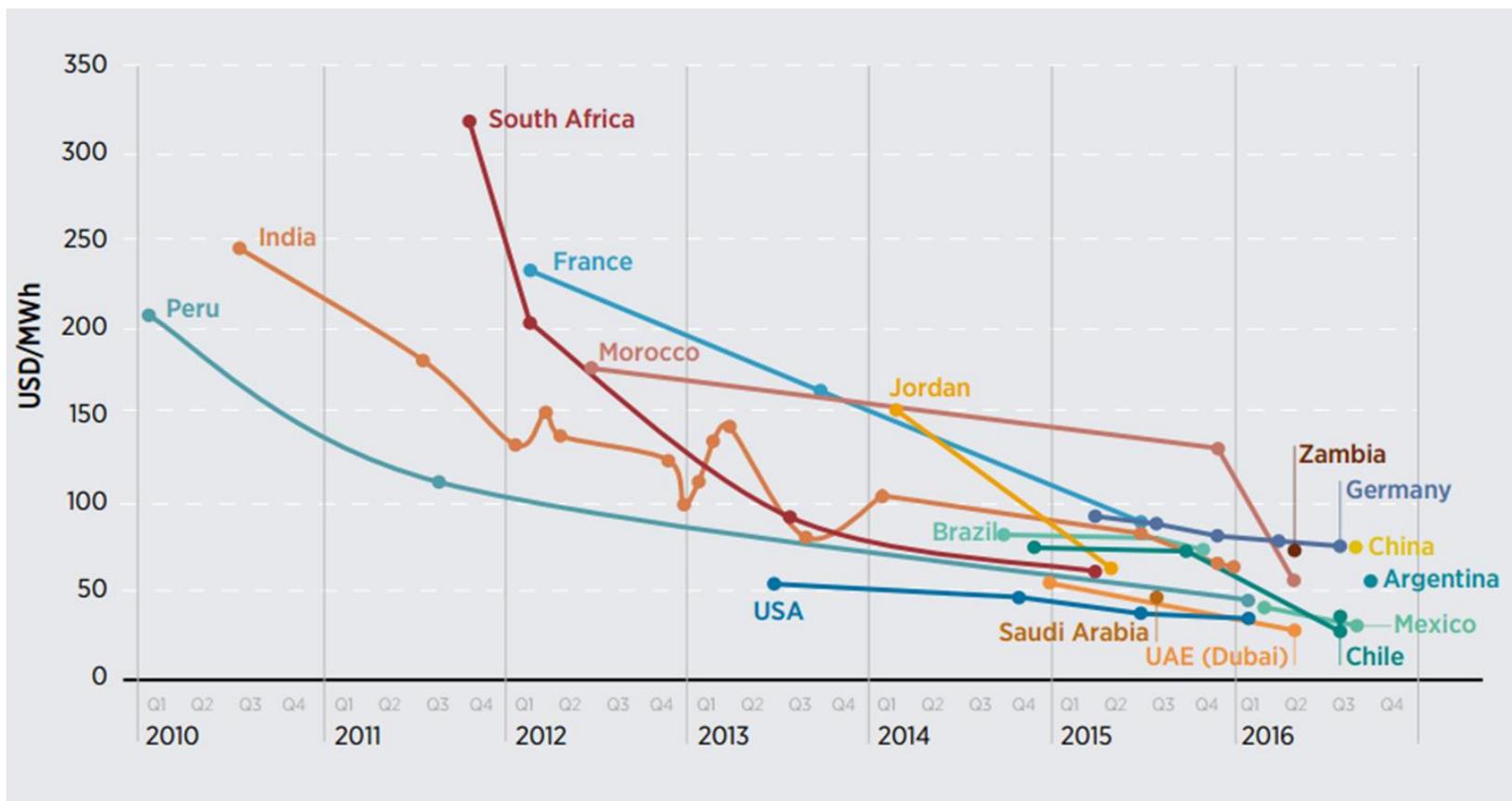
**Cerca de
20.000 MW de
potencial**

A Diminuição da Hidroeletricidade na região Nordeste – 2009-2016

Balanco Energético Subsistema Nordeste
Outubro/2009 a Janeiro/2017



Transformações na indústria elétrica mundial: Custos de energia solar se reduzindo



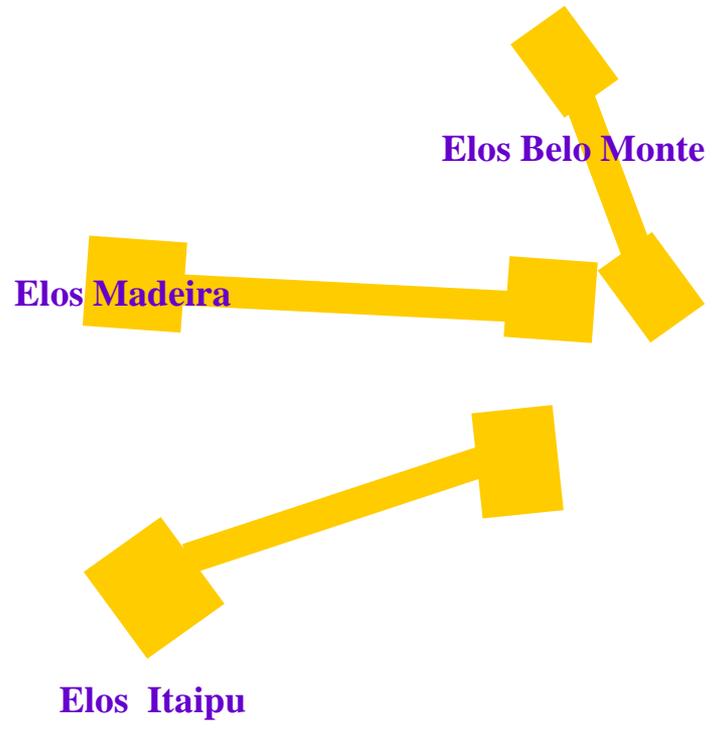
A transformação da indústria de energia



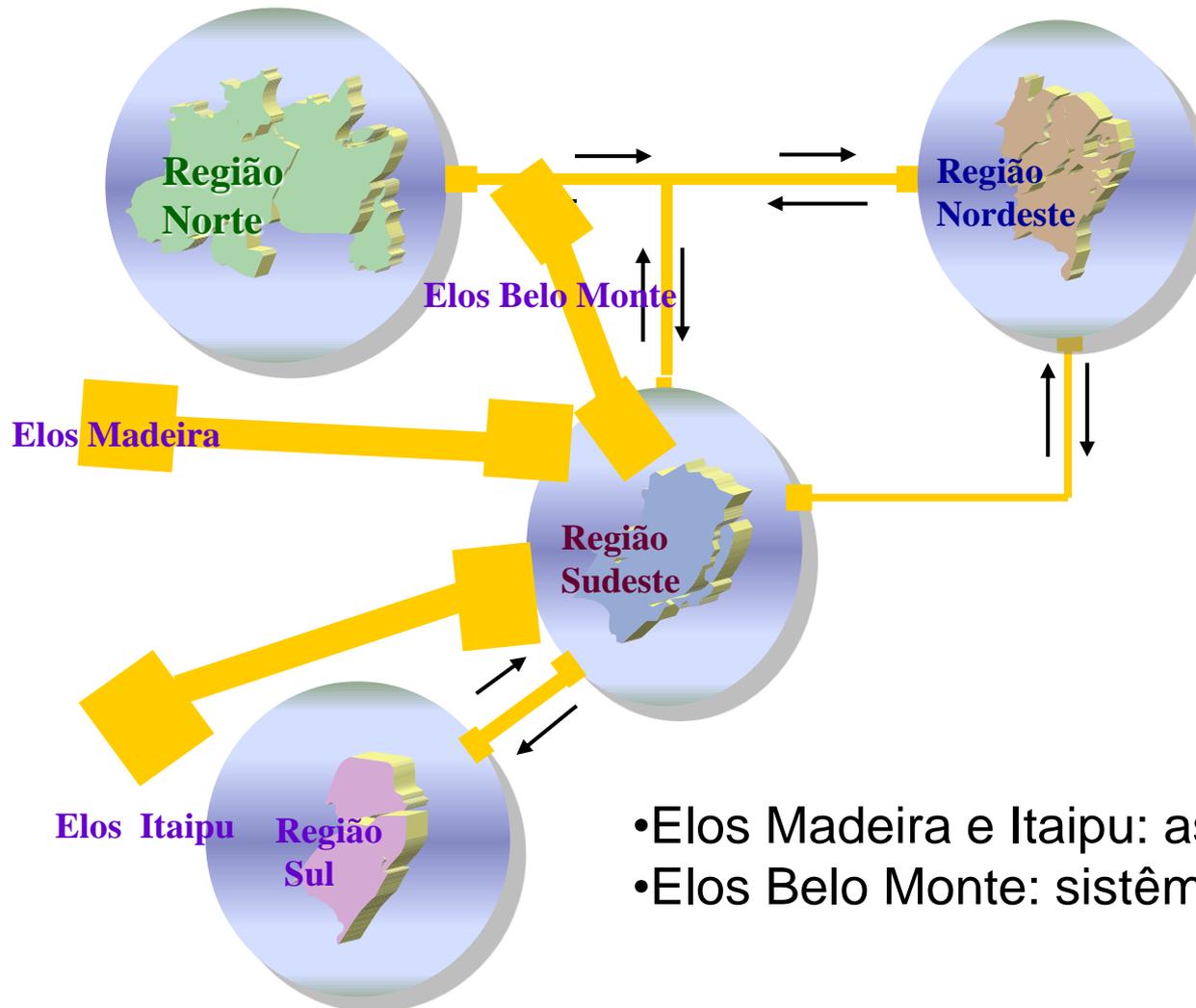
Fonte: Navigant Consulting e ONS

- **Incerteza da localização da geração**
 - ✓ Expansão da geração planejada de forma indicativa
 - ✓ Implantação definida através dos leilões de energia nova ou de reserva
 - ✓ Portfolio e localização dos empreendimentos conhecidos no processo dos leilões
 - ✓ Dependência do licenciamento ambiental (UHEs)
 - ✓ Montantes de geração: função das projeções de demanda das distribuidoras no ACR e dos consumidores livres no ACL
- **Necessidade de planejamento prospectivo / antecipativo**
- **Requisitos de flexibilidade da rede planejada**
(flexibilidade x modicidade tarifária)
- **Crescente necessidade de leilões conjugando geração e transmissão, em função de atrasos de implantação**

O SISTEMA DE TRANSMISSÃO INTERLIGADO E OS ELOS CC: Novos Paradigmas



O SISTEMA DE TRANSMISSÃO INTERLIGADO E OS ELOS CC: Novos Paradigmas

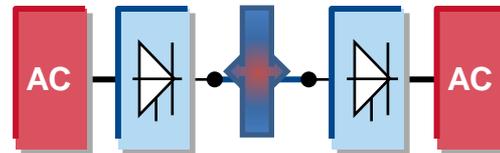


- Elos Madeira e Itaipu: assíncronos
- Elos Belo Monte: sistêmicos (inseridos no sistema)

Zero Hz: não há transferência de correntes de curto-circuito nem de oscilações eletromecânicas

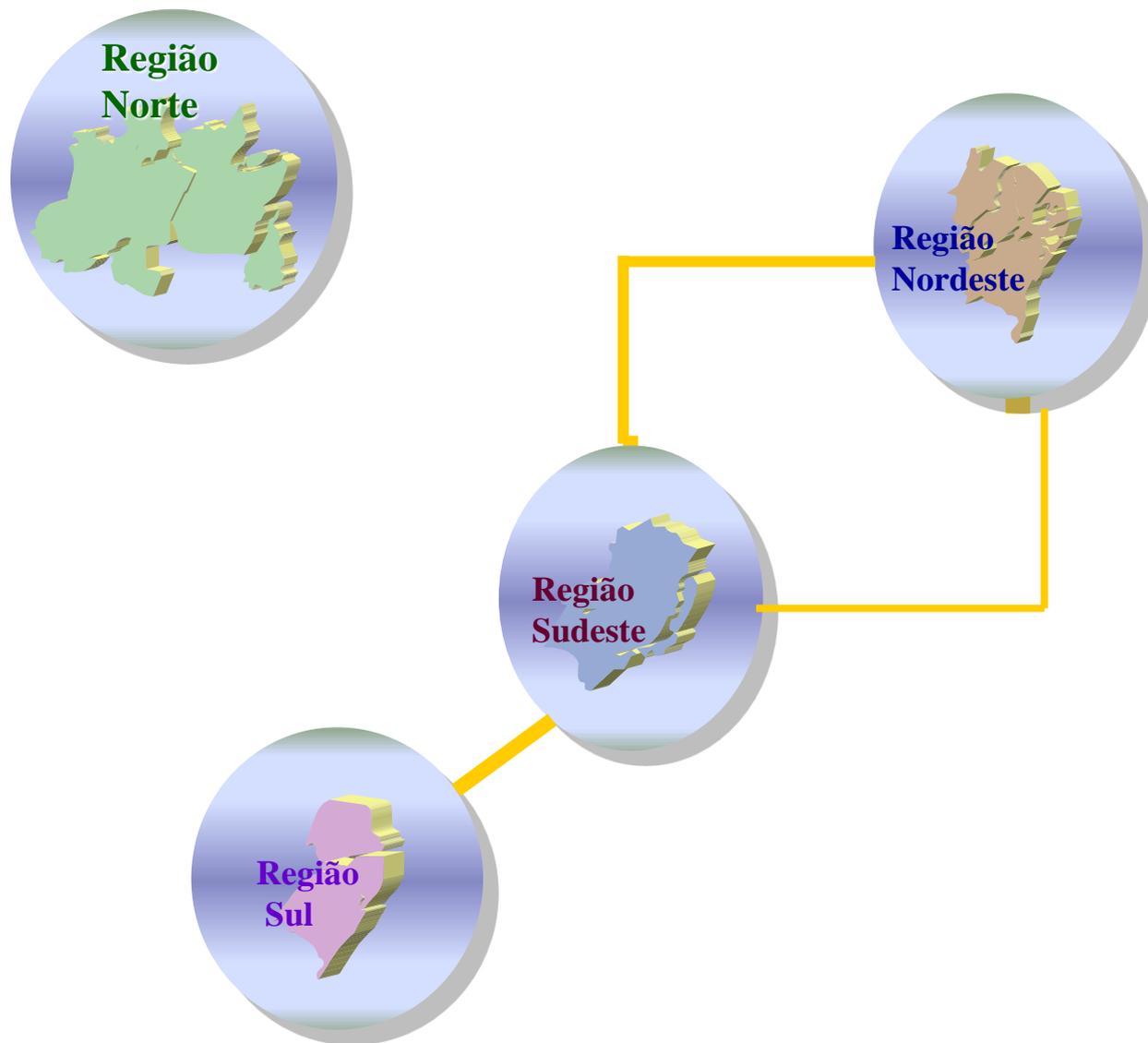
Zero “km”: aproxima as usinas de regiões remotas para os centros de cargas

Zero Hz

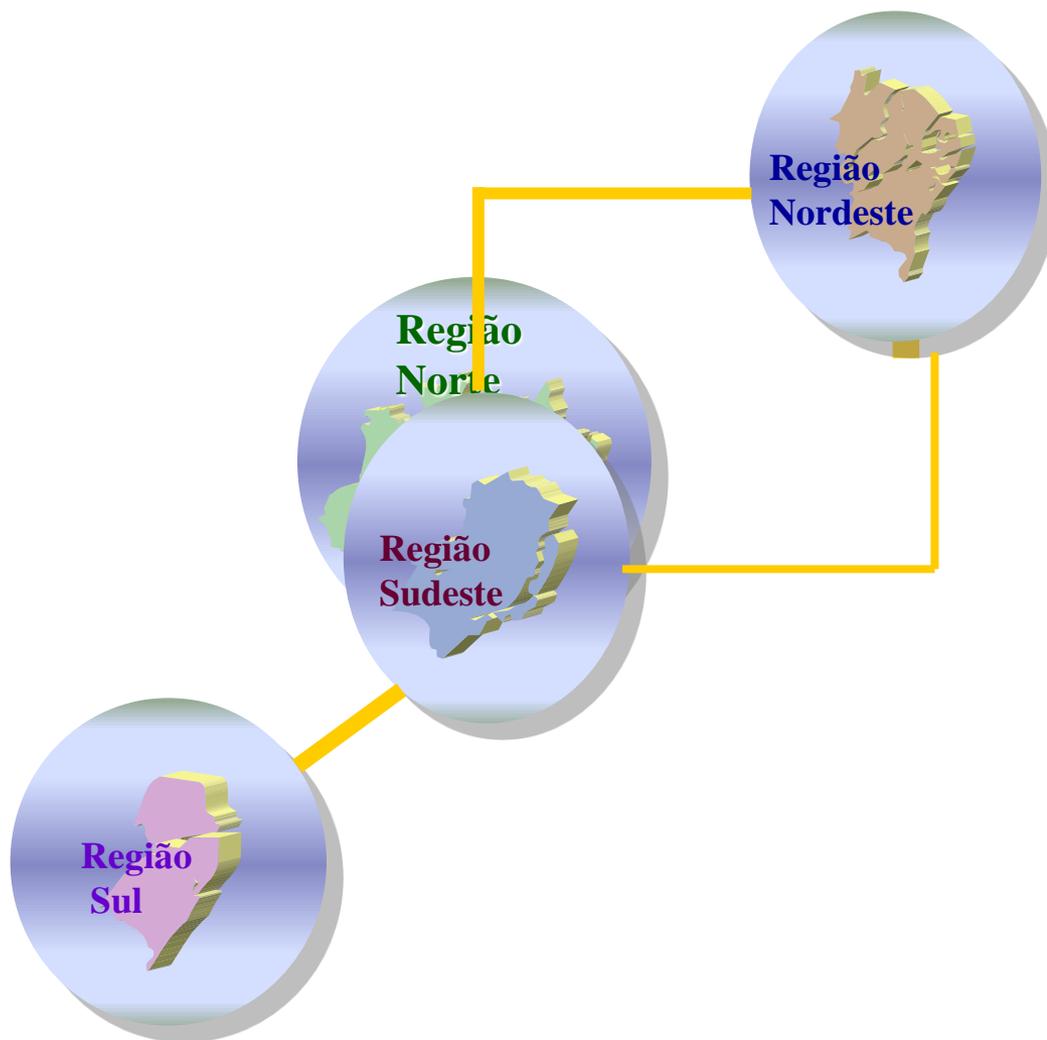


Zero km

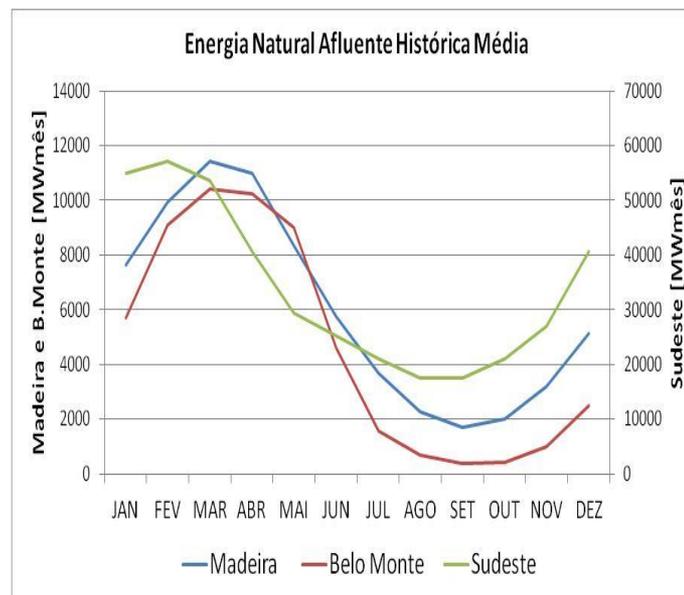
O efeito das linhas CC sobre a operatividade das gerações nos sub-mercados



O efeito das linhas CC sobre a operatividade das gerações nos sub-mercados

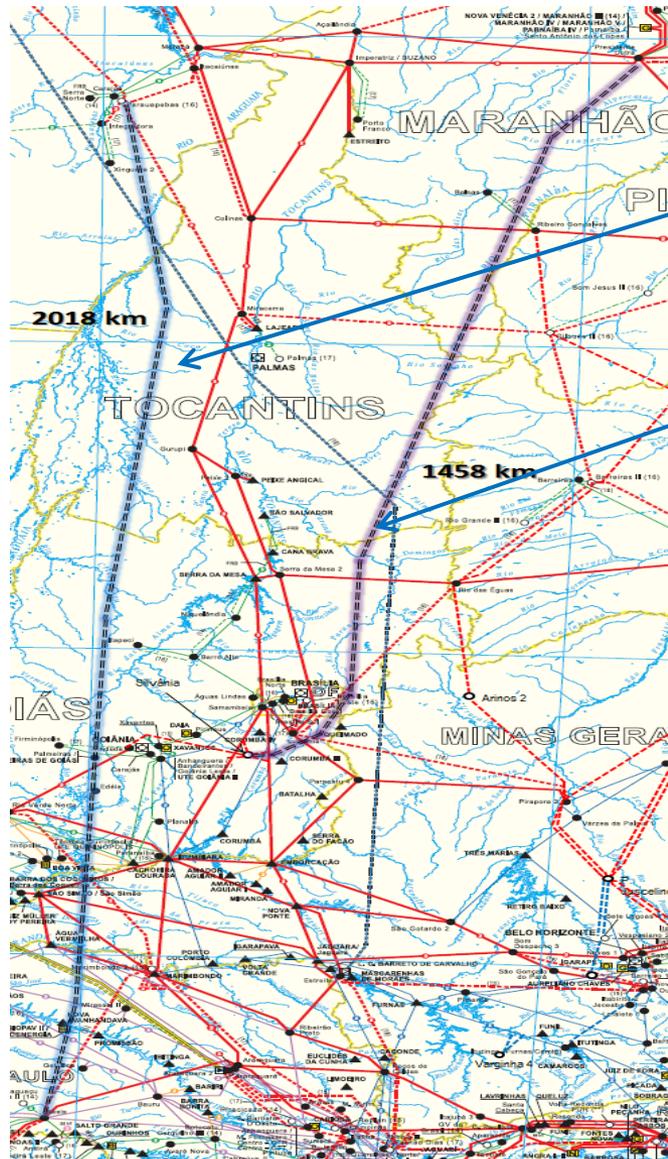


- Há uma defasagem de cerca de dois meses no período úmido e no início do período seco
- Permite que os reservatórios de uma região armazenem a água abundante no período úmido para ser utilizada posteriormente no período seco
 - na própria região
 - ou transferida para regiões com comportamento hidrológico defasado ou com capacidade de armazenamento reduzida
- Estas transferências energéticas propiciam aumento da confiabilidade e redução de custos



Comportamento observado no histórico de afluições é replicado nas séries sintéticas utilizadas nos modelos de otimização energética utilizados no planejamento da operação e expansão

Mais 2 linhas CC previstas



Linha CC A
Parauapebas (PA) – Assis (SP)

Linha CC B
Presidente Dutra (MA) – Silvânia (GO)

Resumo da Ópera

Morrer de tédio: jamais!

Morrer de tédio: jamais!

Inovação Tecnológica: um “must” ou até um “ought”

Morrer de tédio: jamais!

Inovação Tecnológica: um “must” ou até um “ought”

**Caminhamos para:
“Decentralized Renewable Energy System Integrated with a Power Converter
Dominated Environment”**

Morrer de tédio: jamais!

Inovação Tecnológica: um “must” ou até um “ought”

**Caminhamos para:
“Decentralized Renewable Energy System Integrated with a Power Converter
Dominated Environment”**

E o CEPEL nisso tudo?

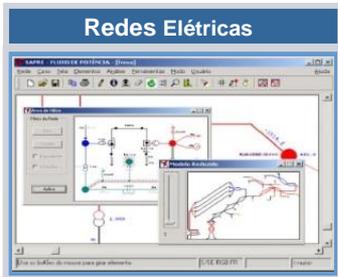
- Associação Civil sem fins lucrativos, criada por ato jurídico de direito privado
- Fundado em 1974 pela **Eletrobras**, Chesf, Furnas, Eletronorte e Eletrosul – seus **Sócios Fundadores**
- Cerca de 400 empregados (214 pesquisadores, sendo 51 Ph.D., 99 M.Sc.) e 55 técnicos de nível médio
- Apoio técnico e científico para
 - Empresas Eletrobras
 - Governo - MME e MCTI
 - Entidades Setoriais - ONS, EPE, CCEE e ANEEL
 - Concessionárias, Agentes Setoriais e Indústria



Unidade Ilha do Fundão



Unidade Adrianópolis

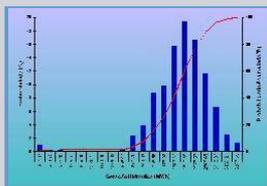


- Software para simulação e Análise de Redes em regime permanente e dinâmico
- Estudos Elétricos
- Treinamento

Automação de Sistemas



Otimização Energética



Linhas e Estações



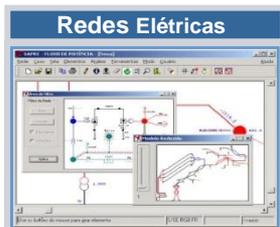
Tecnologias Especiais



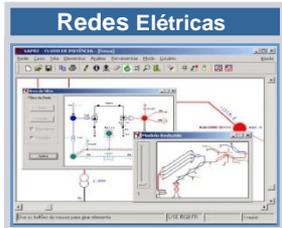
Tecnologias Distribuição



- Automação Local
- Análise de Perturbações
- Supervisão e Controle – SCADA/EMS (**SAGE**)

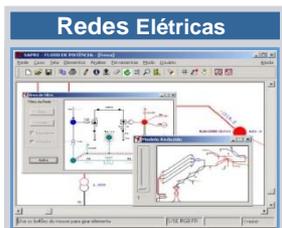


- Planejamento da Expansão Energética
- Planejamento da Operação Energética
- Meio Ambiente
- Hidrologia Estocástica, Recursos Hídricos e Ventos
- Análise Financeira de Projetos e Tarifas

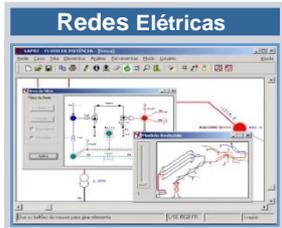


- Otimização de Projetos de Linhas de Transmissão
- Desempenho Elétrico e Mecânico de LTs
- Novas concepções de LTs
- Monitoramento e Diagnóstico de Falhas de Equipamentos e Instalações Elétricas
- Transitórios Eletromagnéticos e Coordenação de Isolamento

O Departamento de Materiais, Eficiência e Geração Complementar- DME



- Geração distribuída
- Novas fontes de energias renováveis
- Eficiência energética
- Propriedades dos materiais, metalurgia e corrosão



- Sistemas de medição e combate a perdas técnicas e comerciais
 - Qualidade de energia
- Automação aplicada aos sistemas de distribuição
 - Aplicação de Smart Grids na distribuição



Ministério de Minas e Energia Consultoria Jurídica

PORTARIA Nº 47, DE 19 DE FEVEREIRO DE 2008.

O MINISTRO DE ESTADO DE MINAS E ENERGIA, no uso das atribuições que lhe confere o art. 87, parágrafo único, incisos II e IV, da Constituição, tendo em vista o disposto no art. 1º, parágrafo único, inciso II, do Anexo I ao Decreto nº 5.267, de 9 de novembro de 2004, e na Resolução nº 1, de 25 de abril de 2007, do Conselho Nacional de Política Energética - CNPE, resolve:

Art. 1º Instituir Comissão Permanente para Análise de Metodologias e Programas Computacionais do Setor Elétrico - CPAMP, com a finalidade de garantir coerência e integração das metodologias e programas computacionais utilizados pelo Ministério de Minas e Energia - MME, a Empresa de Pesquisa Energética - EPE, o Operador Nacional do Sistema Elétrico - ONS e a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica - CCEE.

.....

§ 1º O Centro de Pesquisas de Energia Elétrica - CEPEL participará das reuniões da CPAMP e prestará a assessoria técnica necessária aos trabalhos da mesma.



Procedimentos de Rede

Assunto	Submódulo	Revisão	Data de Vigência
RELAÇÃO DOS SISTEMAS E MODELOS COMPUTACIONAIS	18.2	2016.12	01/01/2017

4 SISTEMAS E MODELOS COMPUTACIONAIS

4.1 Ferramentas computacionais para estudos energéticos

4.1.1 NEWAVE

4.1.1.1 Denominação de referência: Modelo para otimização hidrotérmica para subsistemas equivalentes interligados.

4.1.1.2 Propriedade: Centro de Pesquisas de Energia Elétrica – CEPEL.



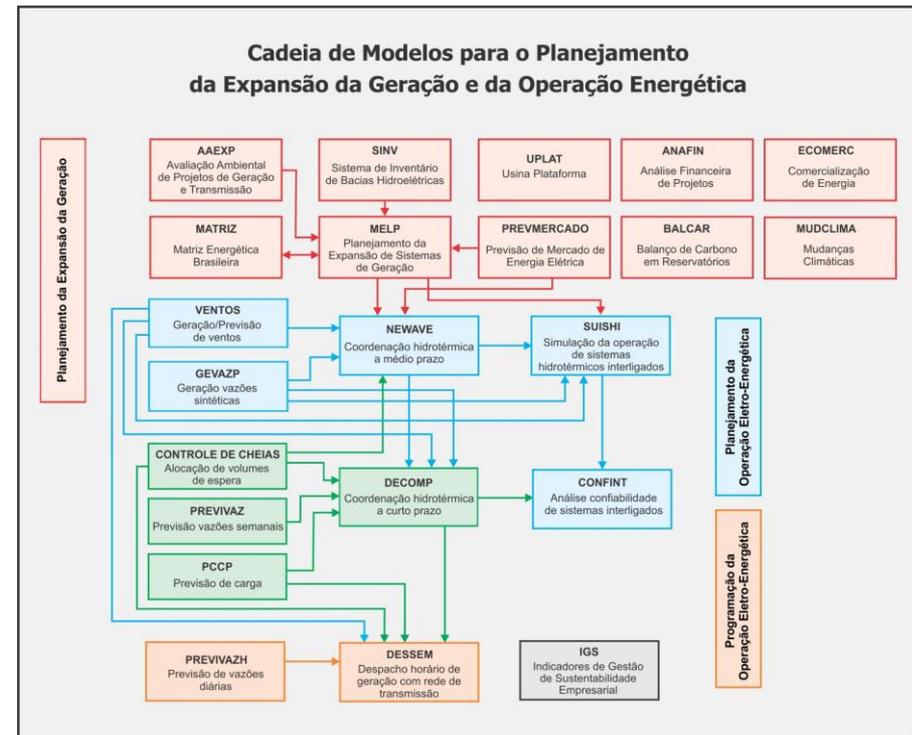
DELIBERAÇÃO CAD/CCEE nº 351/2010

O Conselho de Administração da Câmara de Comercialização de Energia Elétrica – CCEE, nos termos do inciso XVII do art. 24 do Estatuto Social da CCEE, **aprovou, por unanimidade**, em sua 482ª Reunião, realizada em 26/07/2010, a prorrogação da vigência do Contrato de Licença de Uso de Programas Computacionais (Newave), firmado com o Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (CEPEL), até 30/09/2010, sem quaisquer custos à CCEE.

São Paulo, 27 de julho de 2010 (data de término da 482ª Reunião do CAD).

➤ **O CEPEL desenvolve as metodologias, fornece e mantém atualizados os programas computacionais oficiais para apoio a:**

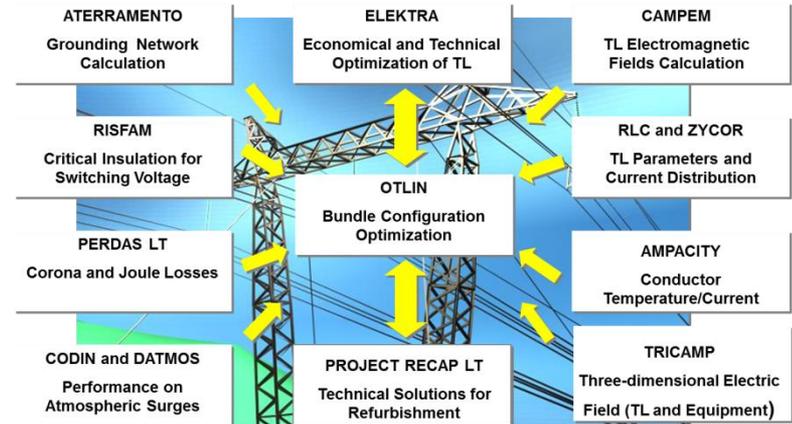
- Planejamento da expansão do Setor Elétrico Brasileiro
- Planejamento e Programação da Operação
- Determinação do Preço de Liquidação de Diferenças
- Comercialização de Energia
- Definição e cálculo da garantia física de empreendimentos de geração
- Elaboração de diretrizes para os leilões de energia
- Avaliação do risco de suprimento de energia



Ações e Responsabilidades

Atuação direta nas Empresas do Setor

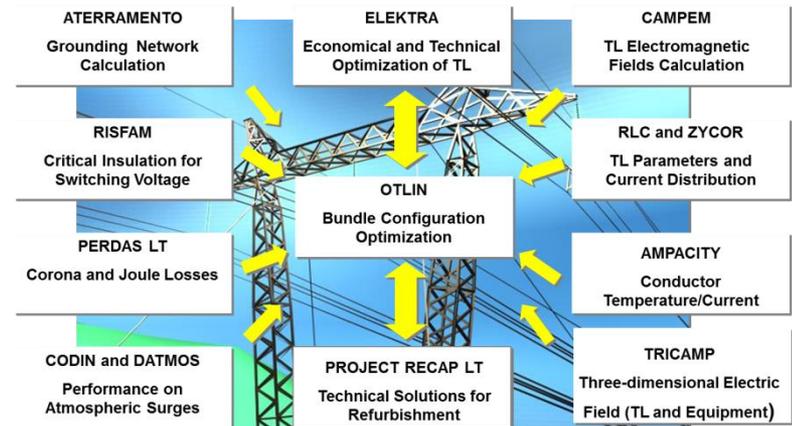
- O dimensionamento, custeio e otimização de LTs em CC e CA para novos empreendimentos, pelas empresas **ELETROBRAS** e **EPE**, é feito com software CEPEL-Elektra



Ações e Responsabilidades

Atuação direta nas Empresas do Setor

- O **dimensionamento, custeio e otimização de LTs** em CC e CA para novos empreendimentos, pelas empresas **ELETROBRAS e EPE**, é feito com software CEPEL-Elektra

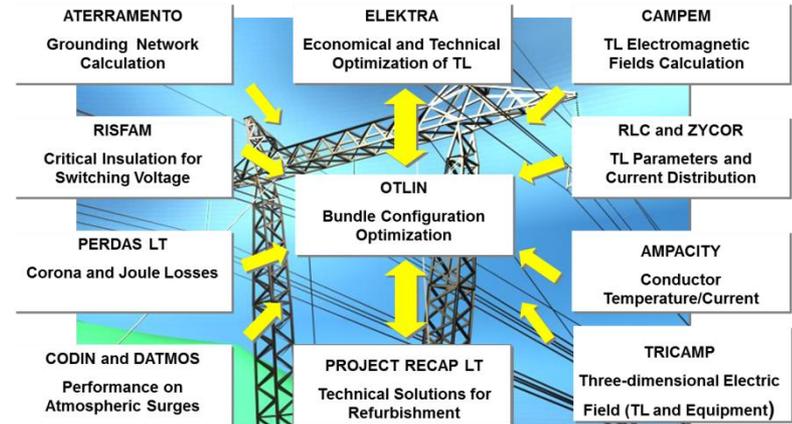


- Nossa imensa infraestrutura de geração e transmissão está envelhecendo. O CEPEL fornece solução completa de suporte para **gestão de ativos das empresas ELETROBRAS e Itaipu**- análise de dados e diagnóstico de equipamentos e instalações: DianE, SOMA e IMA

Ações e Responsabilidades

Atuação direta nas Empresas do Setor

- O **dimensionamento, custeio e otimização de LTs** em CC e CA para novos empreendimentos, pelas empresas **ELETROBRAS e EPE**, é feito com software CEPEL-Elektra



- Nossa imensa infraestrutura de geração e transmissão está envelhecendo. O CEPEL fornece solução completa de suporte para **gestão de ativos das empresas ELETROBRAS e Itaipu**- análise de dados e diagnóstico de equipamentos e instalações: DianE, SOMA e IMA
- O CEPEL dispõe de laboratórios e **capacitação para monitoramento e diagnóstico de equipamentos elétricos** que não se encontra no mercado brasileiro (Laboratório e Campo).

Ações e Responsabilidades

Atuação direta nas Empresas do Setor

- Todo o processo de **Operação em Tempo Real do SIN**, realizado pelo ONS, é baseado no **SAGE (REGER)**, sistema desenvolvido, suportado e permanentemente atualizado pelo CEPEL

O sistema REGER (ONS)



- O SAGE é o sistema SCADA/EMS mais utilizado no Brasil, sendo **a base para a operação em tempo real das Empresas Eletrobras e dezenas de outras concessionárias**
 - Cepel dá suporte permanente a mais de 800 instalações
 - Suporte a múltiplos protocolos de comunicação e tecnologias inovadoras como a IEC61850 viabilizaram e fomentaram a rápida automação de nossas instalações, com ganhos de produtividade



→ **32 LABS**

- 10 em ADRIANÓPOLIS
- 22 no Rio (ILHA DO FUNDÃO)

→ **Atuação em**

- Pesquisa Experimental
- Testes em Materiais e Equipamentos
- Testes Especiais
- Novas técnicas de Testes
- Eficiência Energética
- Certificação

NOVO LAB de ULTRA ALTA TENSÃO CA/CC



NOVO

LAB de ULTRA ALTA TENSÃO CA/CC



Objetivo:

Prover a necessária infraestrutura no país na capacitação tecnológica de P&D&I em 1.200 kV CA e ± 1.000 kV CC



Laboratórios Fundão



Lab. Adrianópolis



- Microscopia de Transmissão
- Acionamento e Segurança em Equipamentos Eletroeletrônicos
- Iluminação
- Refrigeração
- Análises Químicas
- Corrosão
- Metalografia
- Propriedades Mecânicas
- Propriedades Elétricas e Magnéticas

Laboratórios de Pesquisa Experimental em Adrianópolis - DLA

Laboratórios Fundação

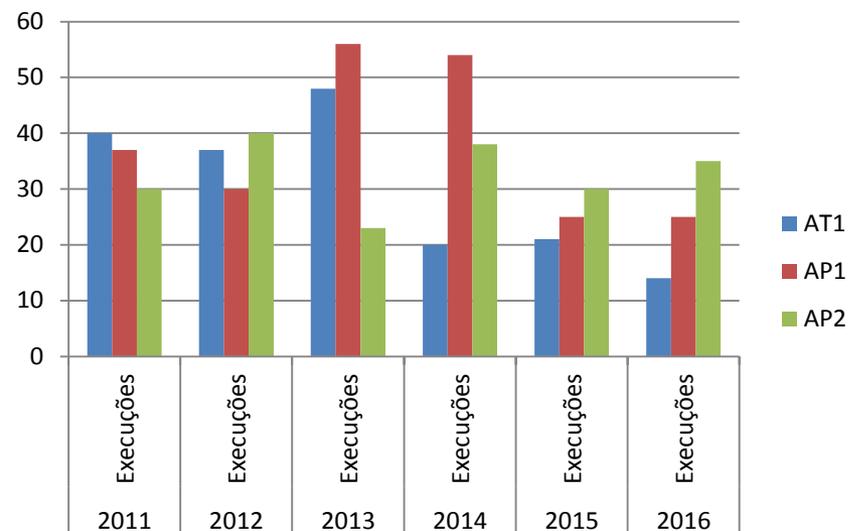
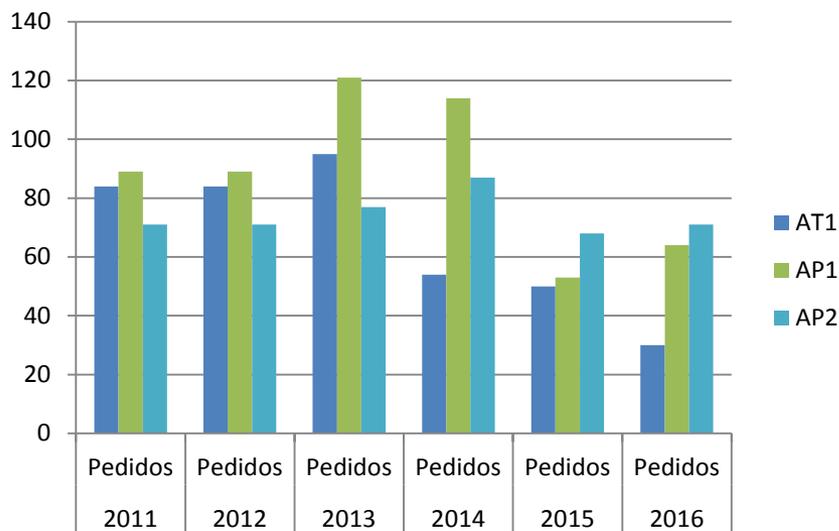


Lab. Adrianópolis



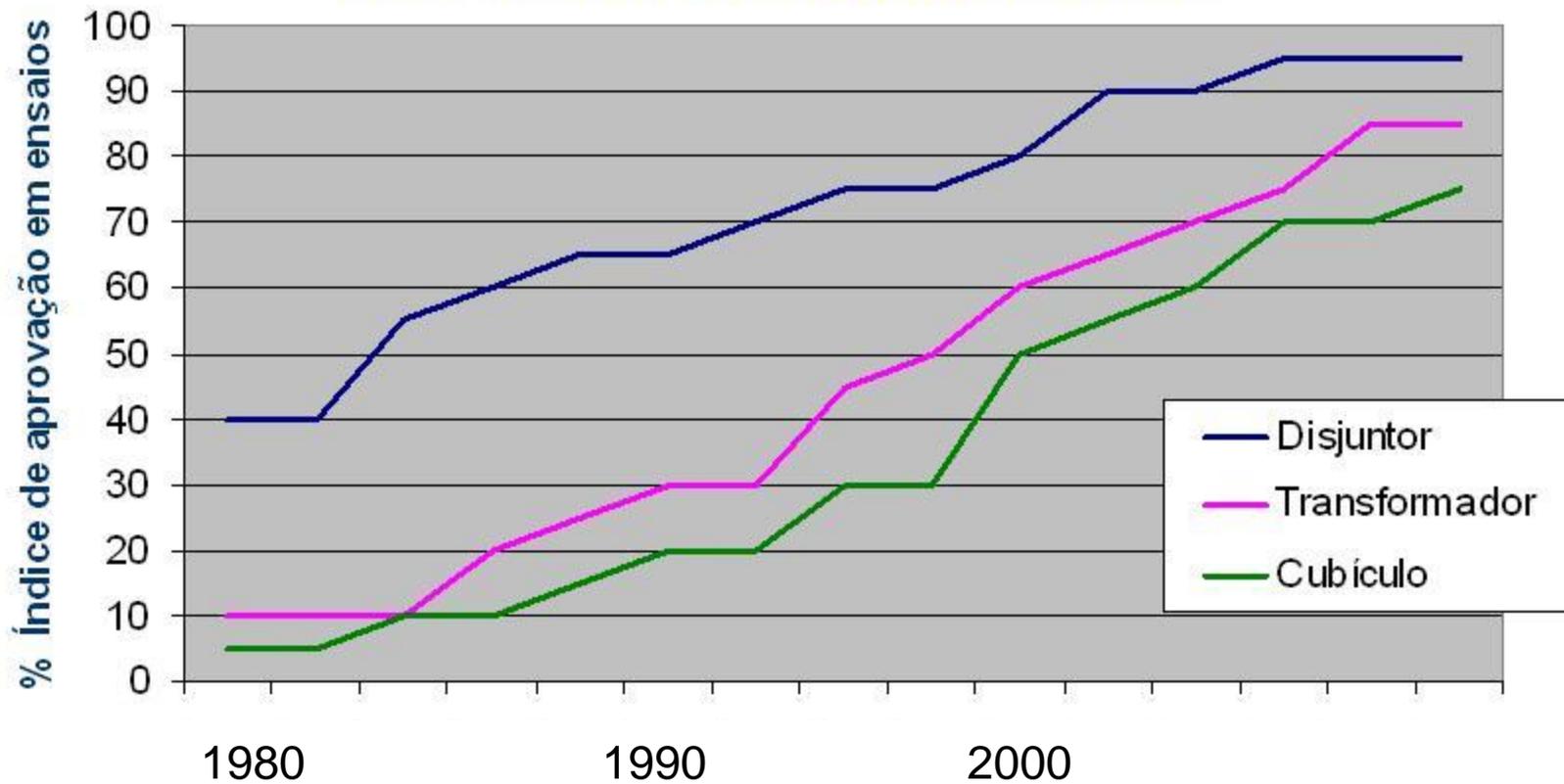
- Alta Tensão
- Alta Potência
- Alta Corrente
- Referência em Medição de Alta Tensão
- Calibração
- Impulso de Corrente
- Ensaio sob Poluição
- Ensaio Corona

Laboratórios de Adrianópolis – Demandas das Indústrias nos últimos 5 anos



Algum efeito da recessão pode ser notado, em 2015 e 2016.

EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA DOS PRINCIPAIS EQUIPAMENTOS



A Indústria Nacional que demanda serviços no CEPEL

Principais Clientes:

- GE Grid Solutions Transmissão de Energia Ltda
- Sae Towers Brasil Torres de Transmissão Ltda
- Fujikura Cabos para Energia e Telecomunicações Ltda
- Siemens Ltda
- Cooper Power Systems do Brasil Ltda
- Electro Vidro S A
- Balteau Produtos Elétricos Ltda
- Weg Equipamentos Elétricos S.A

- Setor Elétrico e a indústria passam por importantes transformações.
- O planejamento e a operação do Sistema passa a apresentar mais variáveis de incerteza.
- Fatores principais são as novas renováveis e os Elos CC; em breve, também com a figura do “prosumidor”.
- A adaptação das equipes aos novos paradigmas requer treinamento e foco na atualização tecnológica.
- A regulamentação setorial também se torna ainda mais complexa (modicidade tarifária x flexibilidade).