

INTRODUÇÃO

PROF. DR. ALEXANDRE RASI AOKI

Agenda

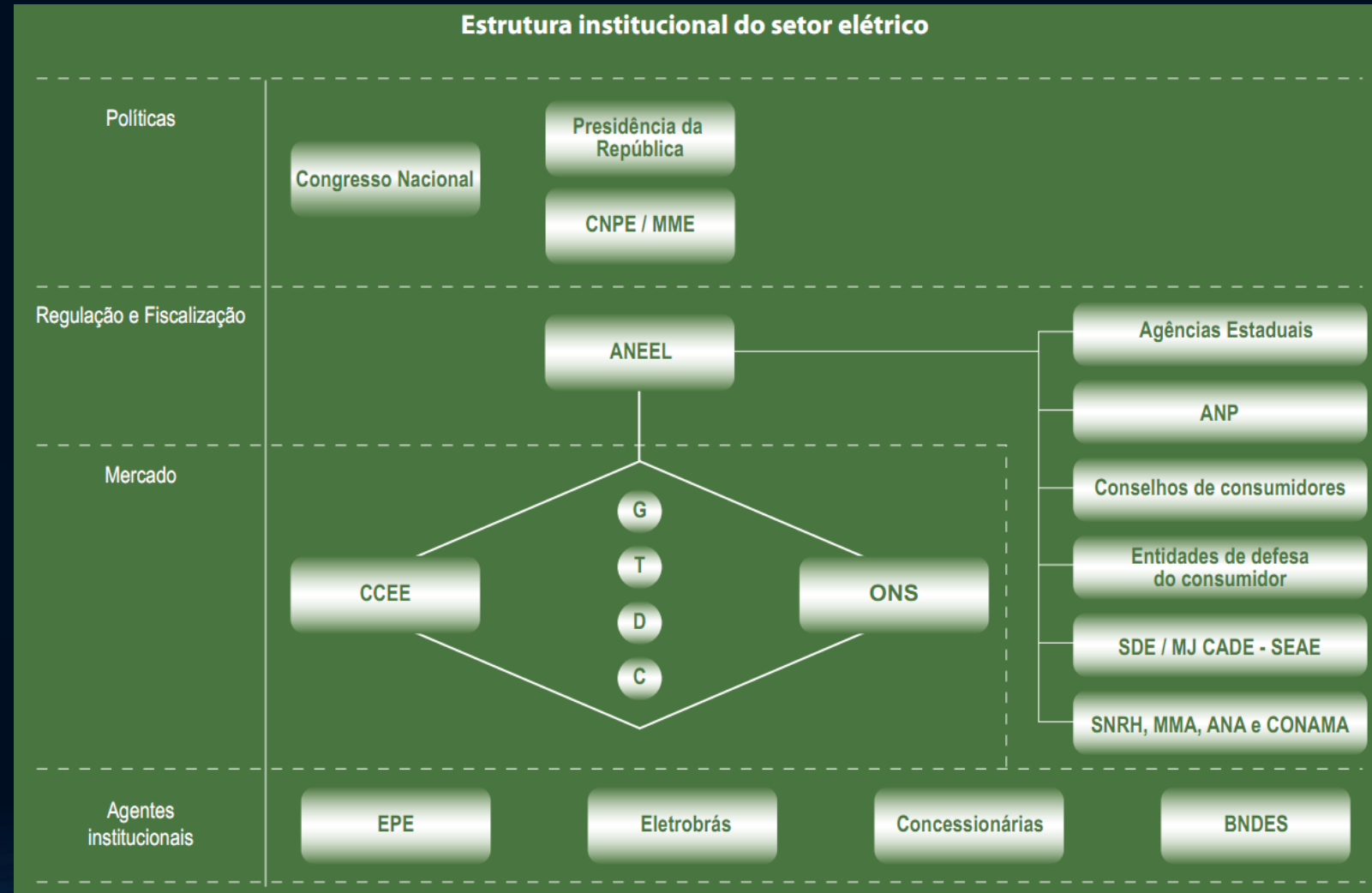
- Contexto
- Sistemas Elétricos de Potência
- Sistema Interligado Nacional
- Sistemas Isolados
- Sistema Elétrico da COPEL GET
- Evolução Histórica da Transmissão de Energia Elétrica
- Tensões de Transmissão – Padronização
- Procedimentos de Rede do ONS



CONTEXTO

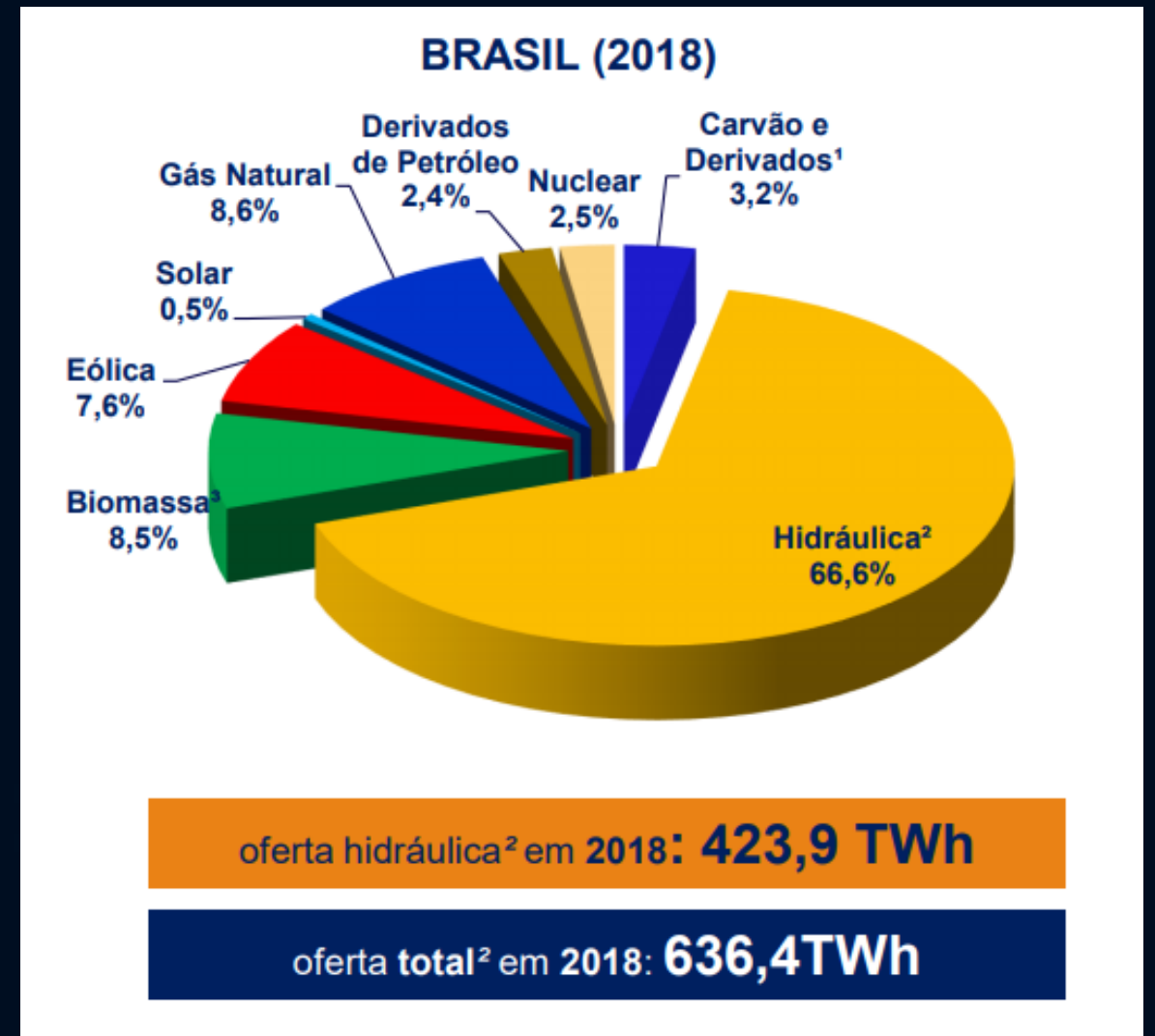
Contexto

- Brasil – país em desenvolvimento (ainda em recessão)
- Produção e distribuição de energia elétrica é um serviço público
- Setor elétrico brasileiro – parte estatal parte privado



Contexto

- Fontes de energia para produção de energia elétrica



Fonte:
EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA.
Balanço Energético Nacional 2018. Rio
de Janeiro: EPE, 2019.

Contexto

- Hidrelétricas

- Produção longe dos centros de consumo
- \uparrow distância \Rightarrow \uparrow custo
- \uparrow energia \Rightarrow \downarrow custo proporcional

- Térmicas

- Produção mais próxima dos centros de consumo
- Disponibilidade de transporte da energia primária
- Restrições ambientais

Itaipu



UEG Araucária



Contexto

- Eólicas
 - A geração eólica ultrapassou a geração nuclear em 2015
 - A geração eólica atingiu 42,4 TWh crescimento de 26,5%
 - 156 aerogeradores e potência instalada de 359 MW
- Biomassa
 - Cana de açúcar
 - Celulose
 - Madeira
 - Resíduos

Ventos do Araripe III – Fronteira PE/PI



Termoelétrica-Cogeração Usina Gasa



Contexto

- Nuclear
 - Duas usinas em operação
 - Uma em construção
 - 2.007 MW
 - Problema = Segurança
- Fotovoltaica
 - Abundância de recurso
 - Disponibilidade de área
 - Tendência = fixos => ↓O&M
 - Problema= impedimento de uso do solo

Usina Nuclear Angra I



Usina Solar Tubarão /SC

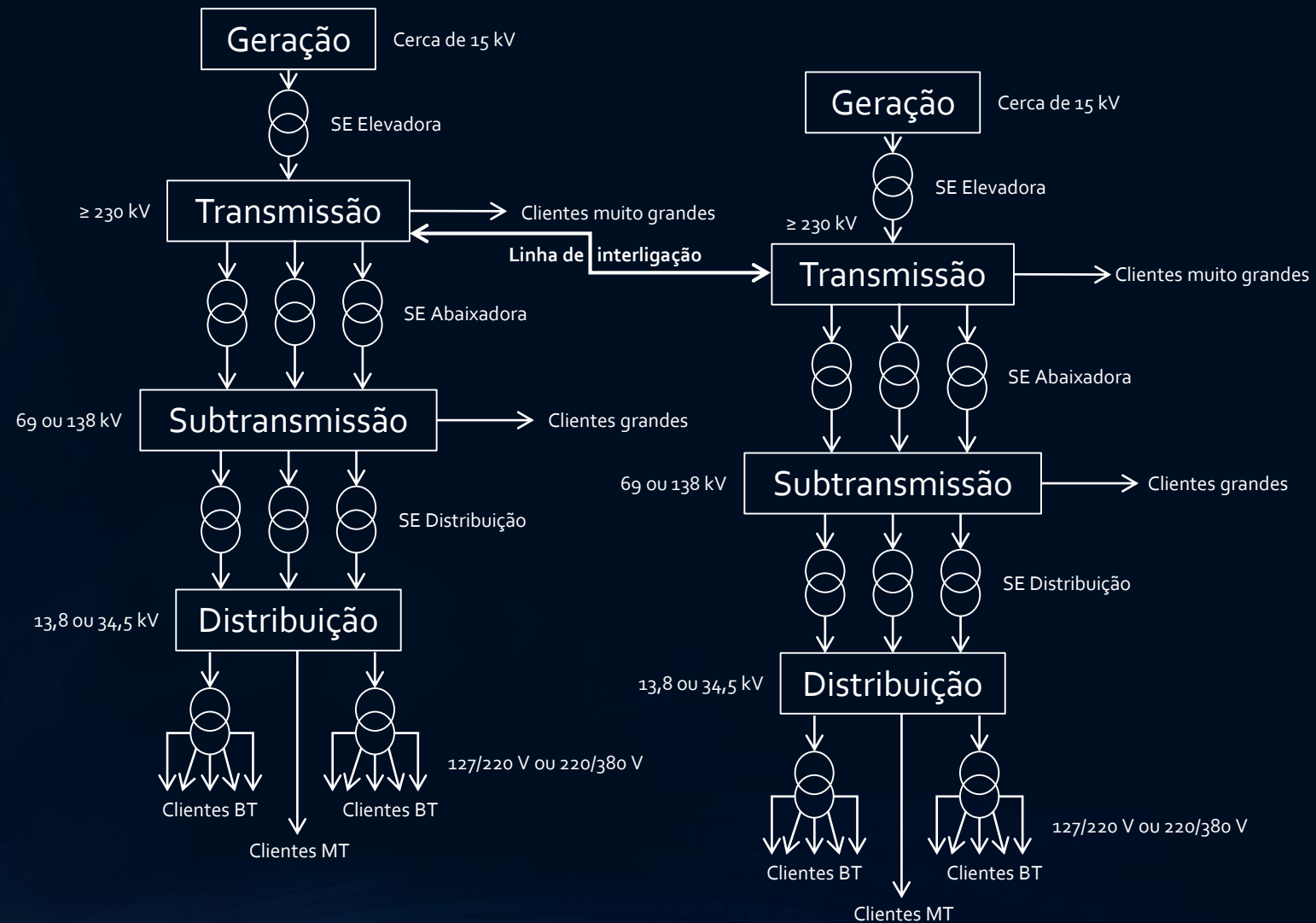


SISTEMAS ELÉTRICOS DE POTÊNCIA

Sistemas Elétricos de Potência

- Conjunto de todas as instalações e equipamentos destinados à geração, transmissão e distribuição de energia elétrica
 - Distribuição
 - Subtransmissão (Alta tensão da distribuição)
 - Transmissão
 - Interligações
 - Geração

Sistemas Elétricos de Potência

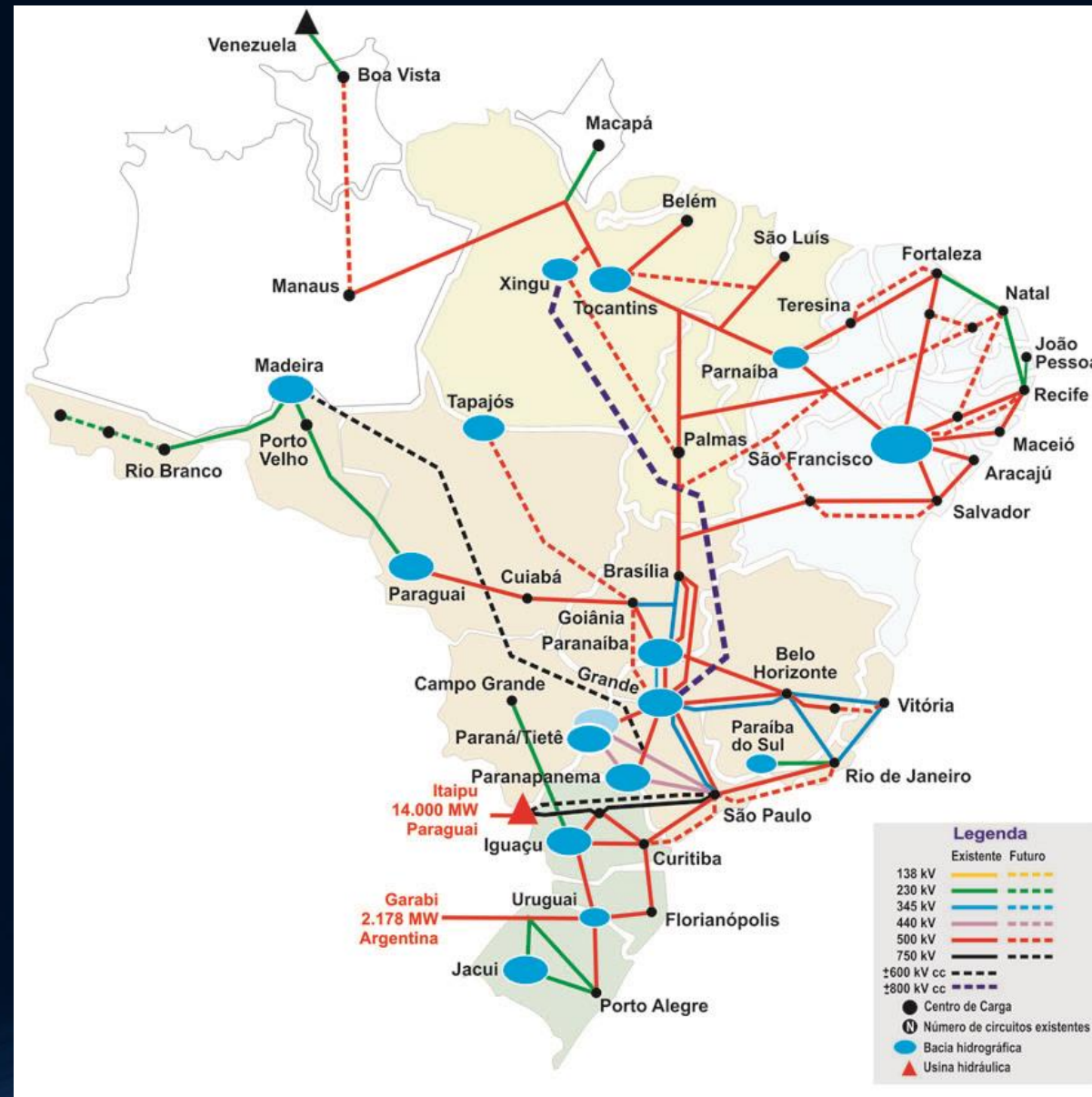


SISTEMA INTERLIGADO NACIONAL

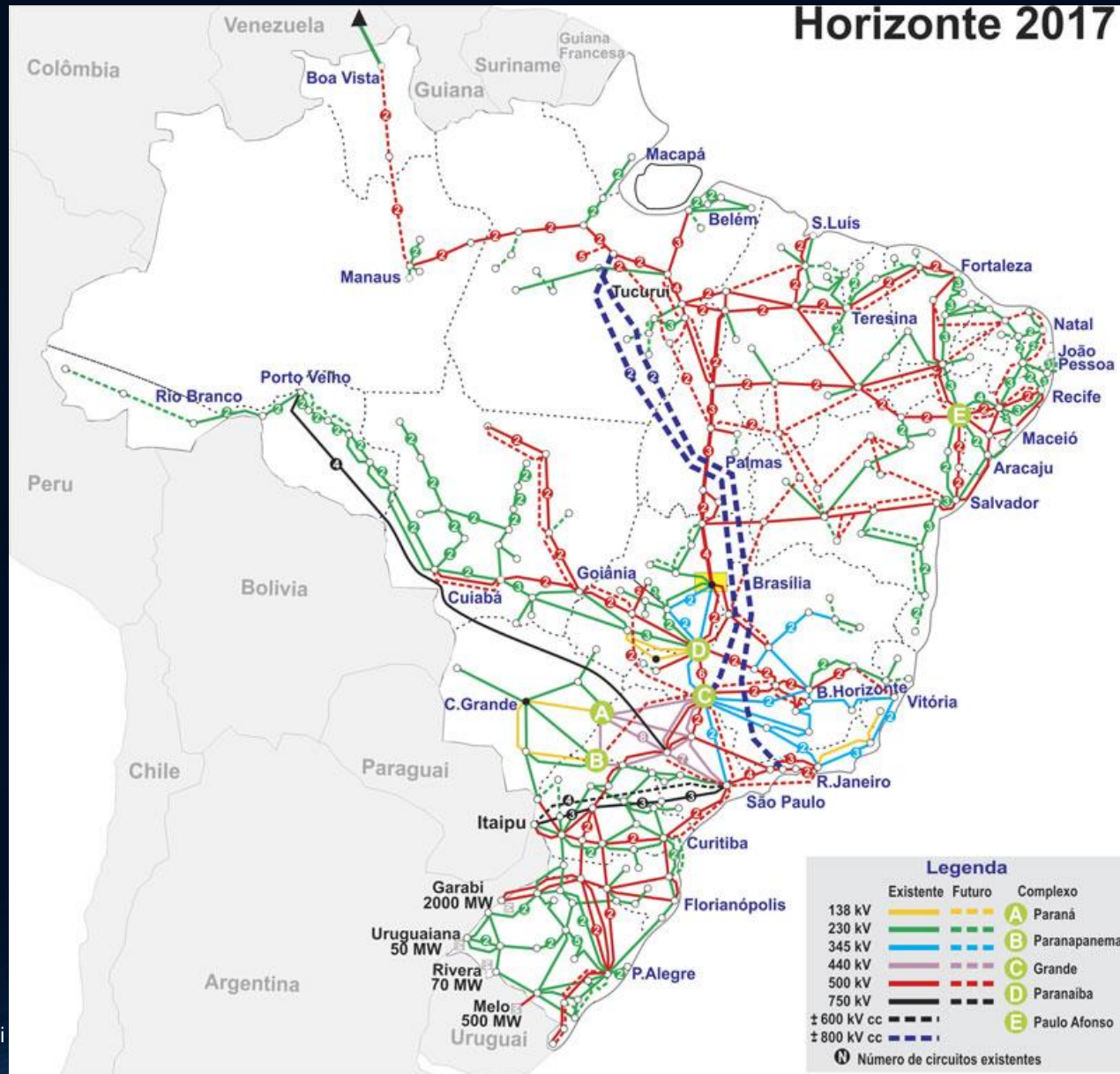
Sistema Interligado Nacional

- Único no mundo – tamanho e características
- Sistema hidrotérmico de grande porte
- O SIN contempla Sul, Sudeste, Centro-Oeste, Nordeste e parte da região Norte
- O SIN é formado por:
 - Mais de 900 linhas de transmissão
 - Cerca de 140.000 km de linhas de transmissão
 - Operado por mais de 60 concessionárias
 - 96,6% da capacidade de produção

Sistema Interligado Nacional



Sistema Interligado Nacional

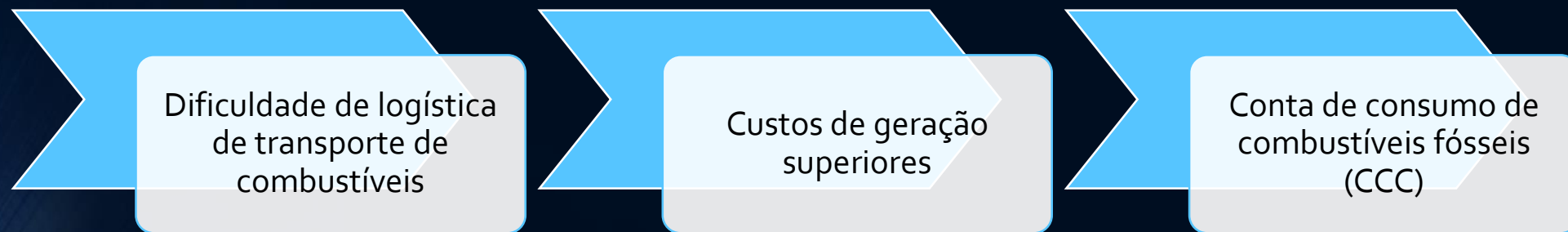


SISTEMAS ISOLADOS

Sistemas Isolados

- Abastecidos predominantemente por usinas térmicas – óleo diesel e óleo combustível
- Região Norte: Amazonas, Roraima, Acre, Amapá e Rondônia
- Falta de interligação por questões geográficas – florestas densas e rios muito extensos
- Abrangem 45% do território nacional versus 3,4% da produção de energia
- Manaus representa 50% do mercado dos sistemas isolados

Sistemas Isolados



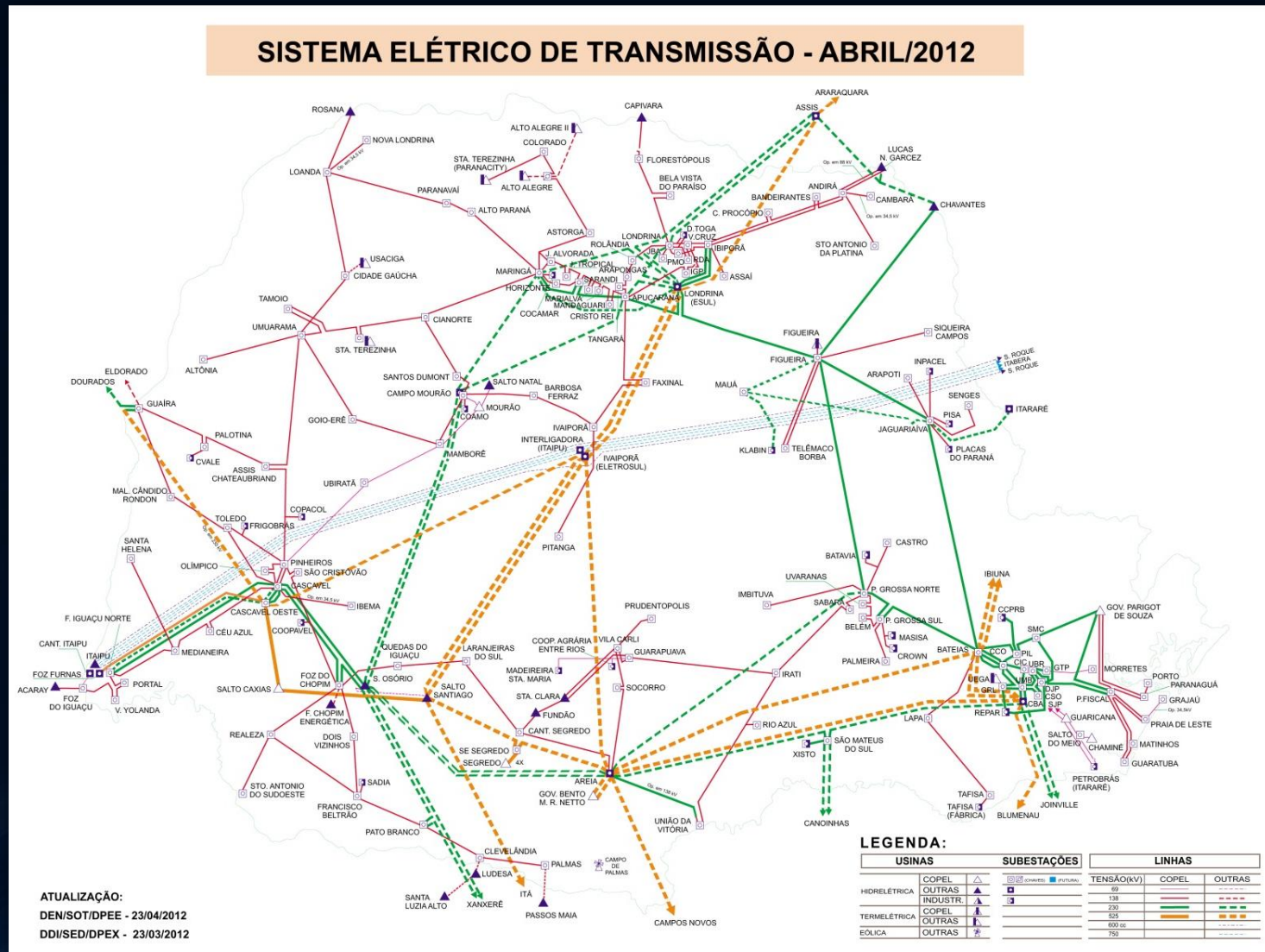
SISTEMA ELÉTRICO DA COPEL GET

Sistema Elétrico da COPEL GET

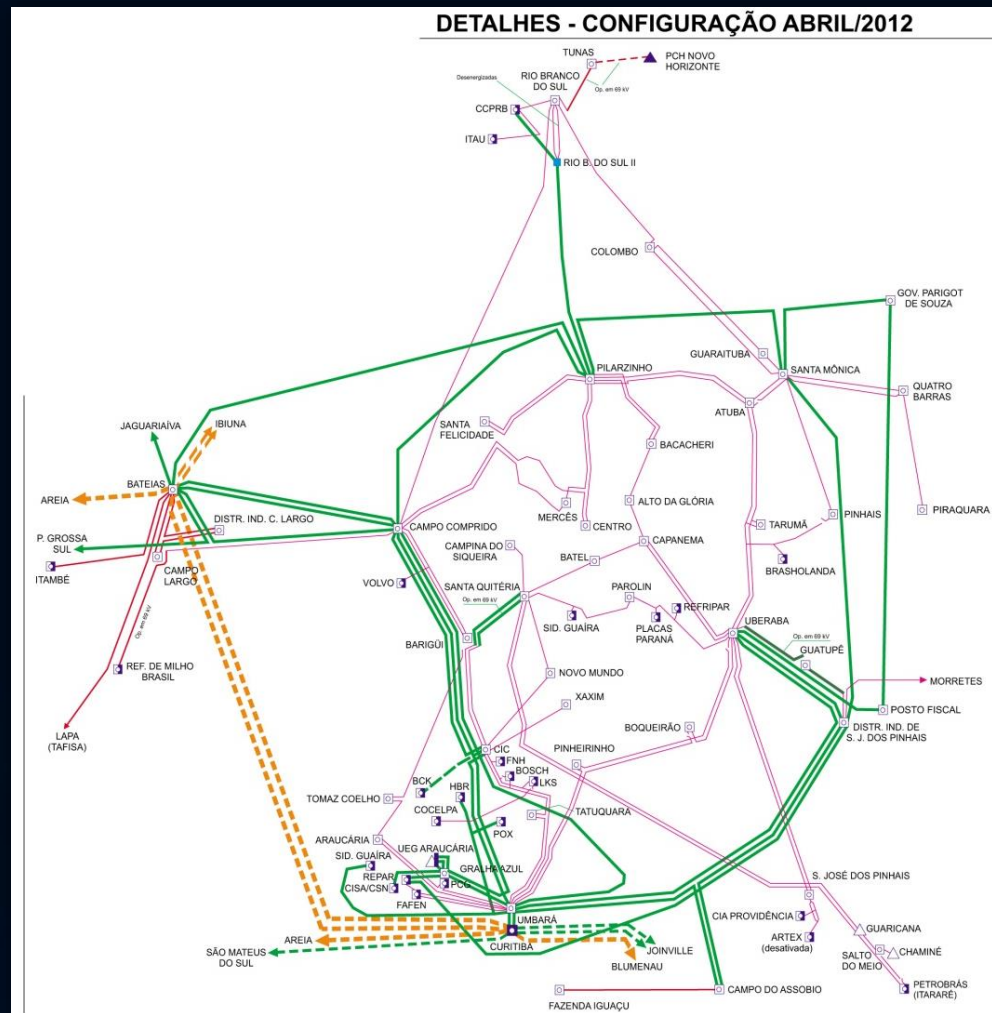
- O sistema elétrico da Copel Geração e Transmissão é formado por:
 - 2.521 km de linhas de transmissão
 - 35 subestações
 - COS em Curitiba
 - CORs espalhados por todo o Paraná



Sistema Elétrico da COPEL GET



Sistema Elétrico da COPEL GET



DETALHE DA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA

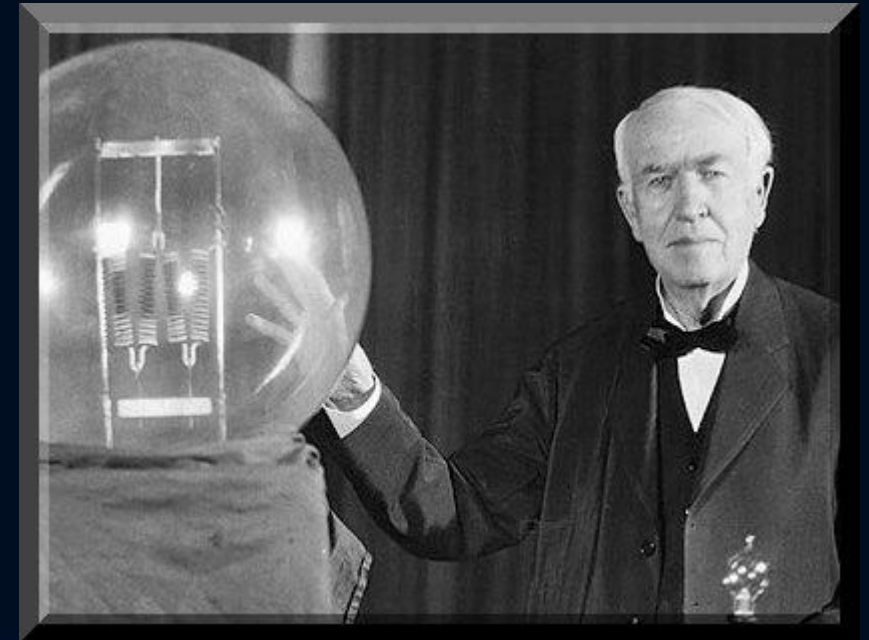
LEGENDA:

USINAS		SUBESTAÇÕES		LINHAS		
HIDRELÉTRICA	COPEL	COPEL	FUTURA	TENSÃO(KV)	COPEL	OUTRAS
INDUSTRIAL	OUTRAS	COPEL	FUTURA	69	---	---
TERMELÉTRICA	COPEL	---	---	138	---	---
EÓLICA	OUTRAS	---	---	230	---	---
		---	---	525	---	---
		---	---	600 cc	---	---
		---	---	750	---	---

EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

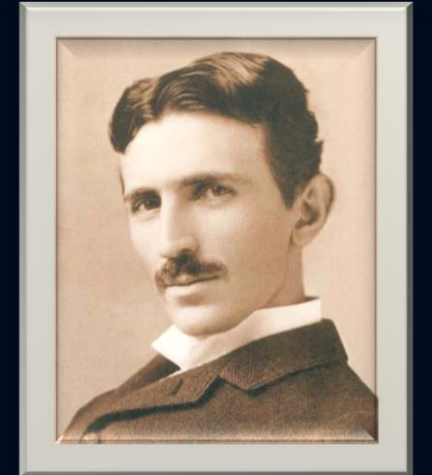
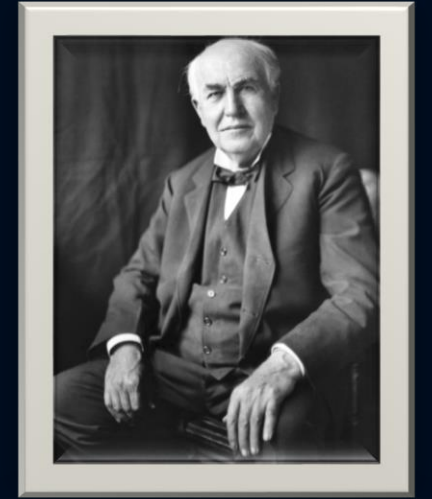
Evolução Histórica da Transmissão de Energia Elétrica

- 1879 Edison inventou a lâmpada a filamento
- 1881 Tesla concebeu o motor CA
- 1882 Edison inaugurou a central elétrica Pearl – Nova York
- 1884 Invenção do transformador CA



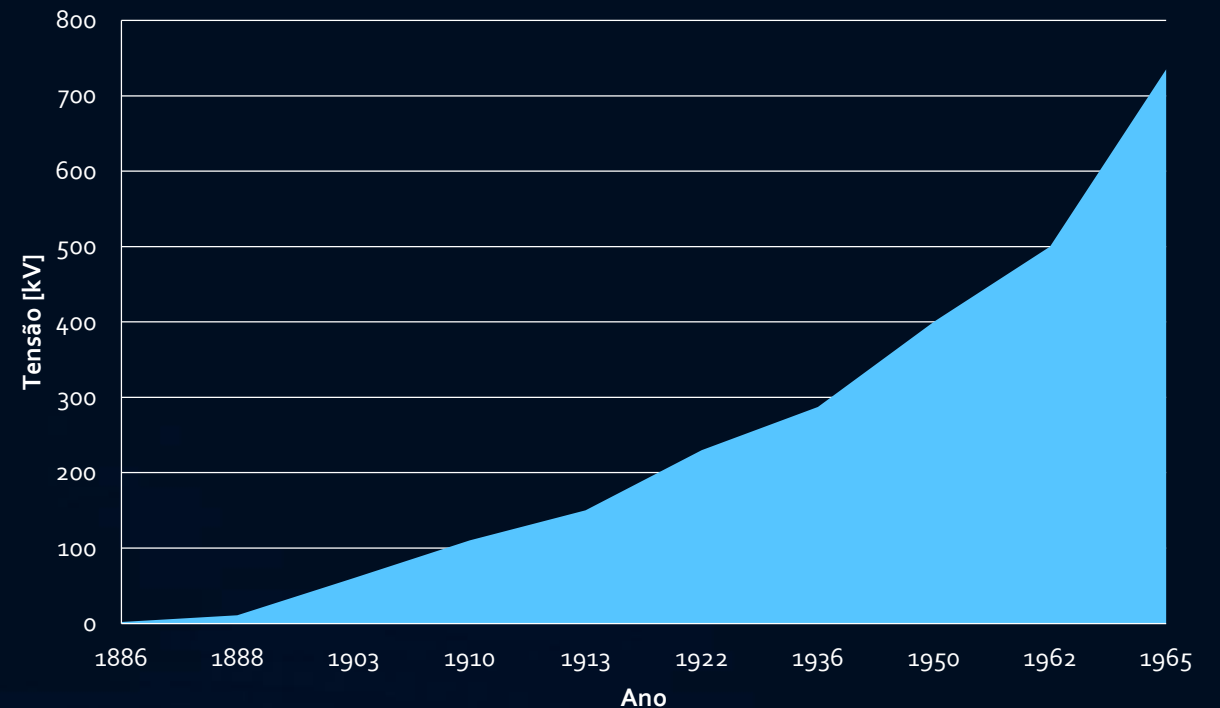
Evolução Histórica da Transmissão de Energia Elétrica

- 1888 – 1890 Batalha das correntes
 - Edison – Corrente Contínua
 - Problema: segurança versus potência
 - Geração distribuída
 - Dificuldade com fornecimentos em longas distâncias
 - Tesla – Corrente Alternada
 - Problema: construir um motor CA
 - Tensão pode ser aumentada e reduzida com transformadores



Evolução Histórica da Transmissão de Energia Elétrica

- 1886 – linha monofásica com 29,5 km na Itália
- 1888 – linha de 11 kV trifásica com 180 km na Alemanha
- 1903 – LTs de 60 kV
- 1910 – LTs de 110 kV
- 1913 – LTs de 150 kV
- 1922 – LTs de 230 kV
- 1936 – LTs de 287 kV
- 1950 – LT de 400 kV com 1000 km na Suécia
- 1962 – LT de 500 kV nos EUA
- 1964 e 1967 – LT de 735 kV no Canadá



TENSÕES DE TRANSMISSÃO - PADRONIZAÇÃO

Tensões de Transmissão - Padronização

Tabela 1 – Tensão máxima operativa

Classe de tensão [kV]	Tensão máxima operativa [kV]
230	242
345	362
440	460
500 e 525	550
765	800

PROCEDIMENTOS DE REDE DO ONS

Procedimentos de Rede do ONS

- São documentos de caráter normativo elaborados pelo ONS
- Definem os procedimentos e os requisitos necessários à realização das atividades de:
 - Planejamento da operação eletroenergética
 - Administração da transmissão
 - Programação e operação em tempo real no âmbito do SIN
- Os principais objetivos dos Procedimentos de Rede são:
 - Legitimar, garantir e demonstrar a transparência, integridade, equanimidade, reprodutibilidade e excelência da operação do SIN
 - Estabelecer, com base legal e contratual, as responsabilidades do ONS e dos Agentes de Operação, no que se refere a atividades, insumos, produtos e prazos dos processos de operação do sistema elétrico
 - Especificar os requisitos técnicos contratuais exigidos nos Contratos de Prestação de Serviços de Transmissão - CPST, dos Contratos de Conexão ao Sistema de Transmissão - CCT e dos Contratos de Uso do Sistema de Transmissão - CUST

Procedimentos de Rede do ONS

- 26 módulos
- <http://extranet.ons.org.br/operacao/prdocme.nsf/principalPRedeweb?openframeset>

Procedimentos de Rede do ONS

Módulos funcionais dos *Procedimentos de Rede*

- 2 – Requisitos mínimos para instalações e gerenciamento de indicadores de desempenho da rede básica e de seus componentes
- 3 – Acesso aos sistemas de transmissão
- 4 – Ampliações e reforços
- 5 – Consolidação da previsão de carga
- 6 – Planejamento e programação da operação elétrica
- 7 – Planejamento da operação energética
- 8 – Programação diária da operação eletroenergética
- 9 – Recursos hídricos e meteorologia
- 10 – Manual de Procedimentos da Operação
- 11 – Proteção e controle
- 12 – Medição para faturamento
- 13 – Telecomunicações
- 14 – Administração dos serviços ancilares
- 15 – Administração de serviços e encargos de transmissão
- 16 – Acompanhamento de manutenção
- 21 – Estudos para reforço da segurança operacional elétrica, controle sistêmico e integração de instalações
- 22 – Análise de ocorrências e perturbações
- 25 – Apuração dos dados, relatórios da operação do Sistema Interligado Nacional e indicadores de desempenho
- 26 – Modalidade de operação de usinas

Procedimentos de Rede do ONS

Módulo multifuncional dos *Procedimentos de Rede*

24 – Processo de integração de instalações

Módulos complementares dos *Procedimentos de Rede*

1 – O Operador Nacional do Sistema Elétrico e os *Procedimentos de Rede*¹

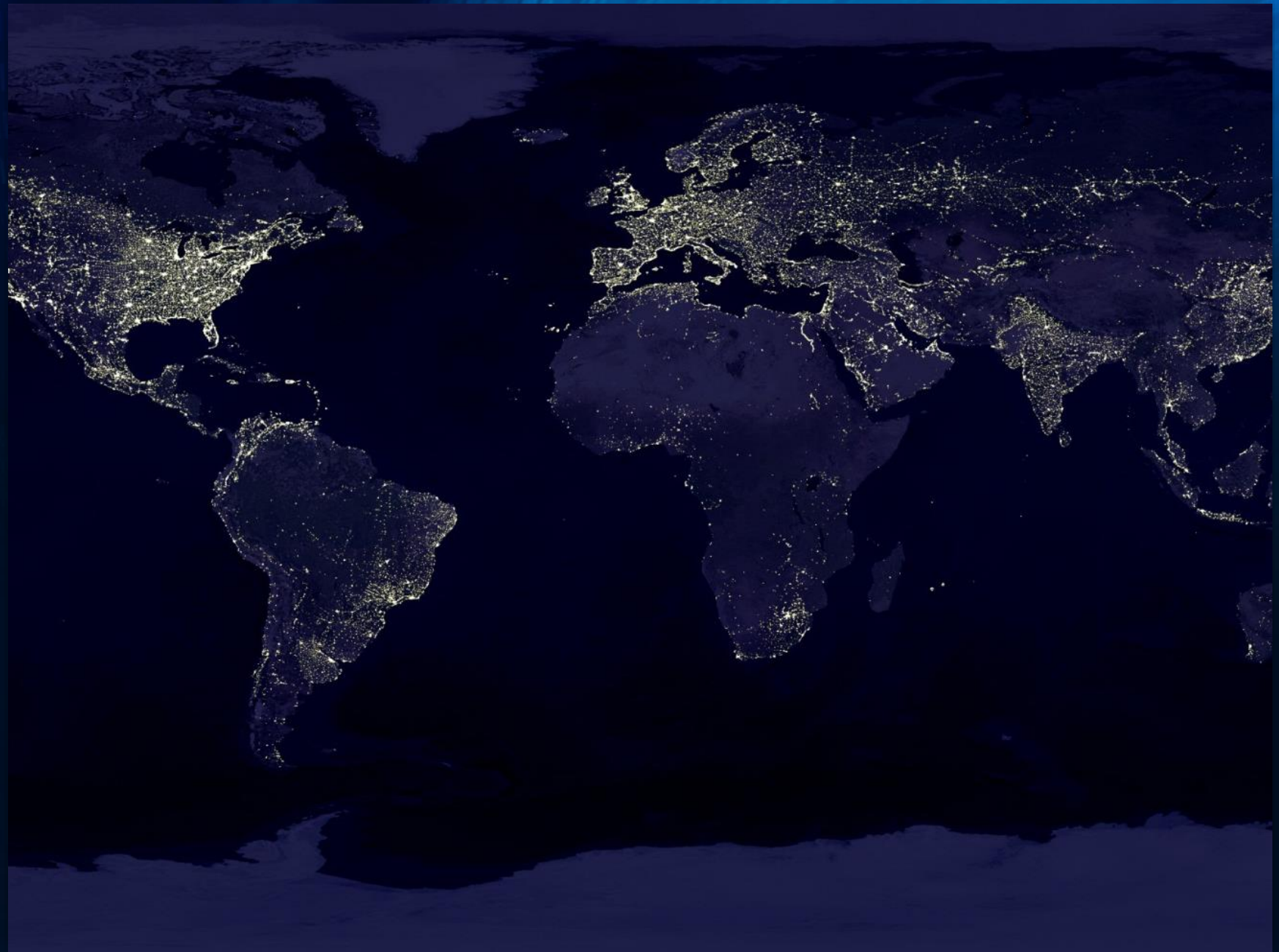
18 – Sistemas e modelos computacionais

19 – Identificação, tratamento e penalidades para as não-conformidades

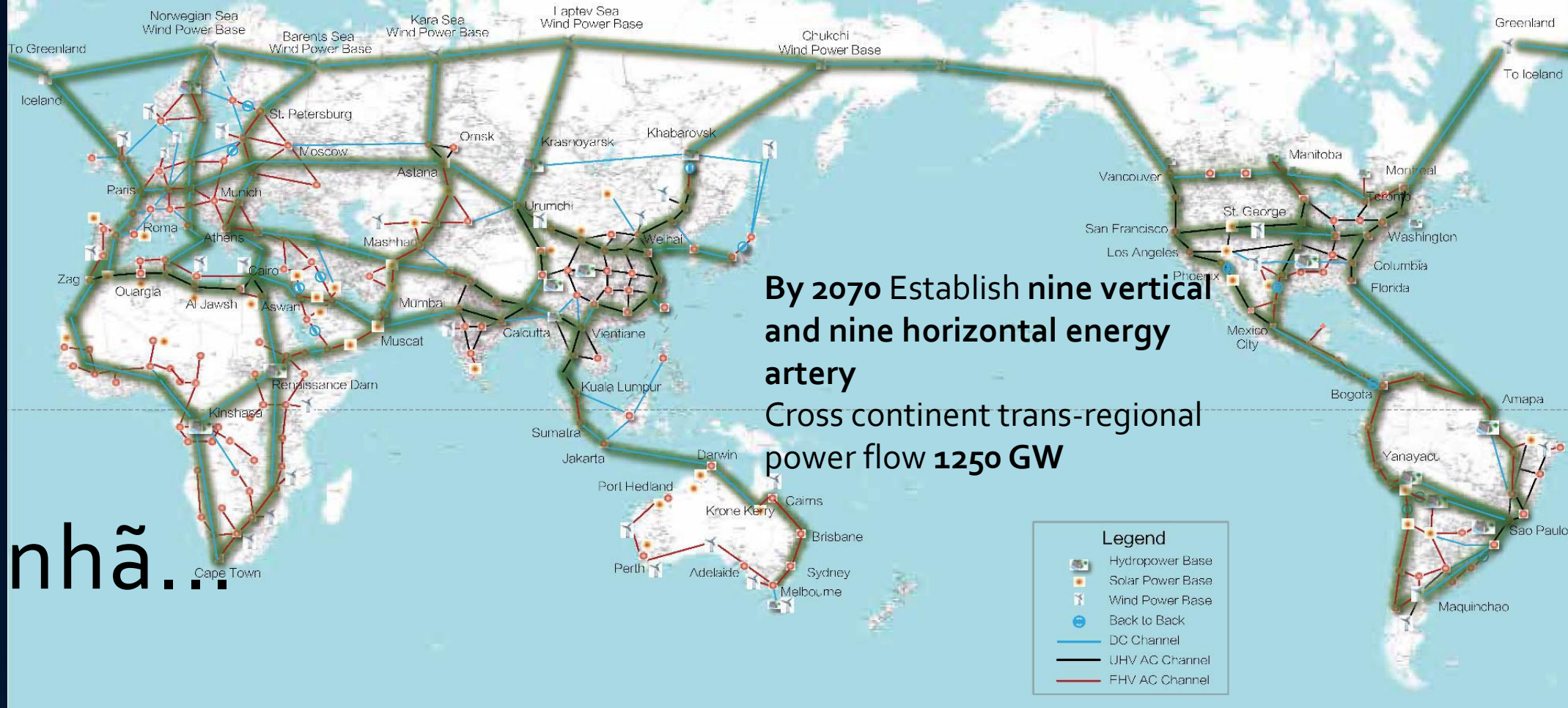
20 – Glossário de termos técnicos

23 – Critérios para estudos

Hoje...



GEI Backbone Network



By 2070 Establish nine vertical and nine horizontal energy artery
Cross continent trans-regional power flow 1250 GW

Amanhã...

OBRIGADO