

# INTRODUÇÃO

PROF. DR. ALEXANDRE RASI AOKI

# Agenda

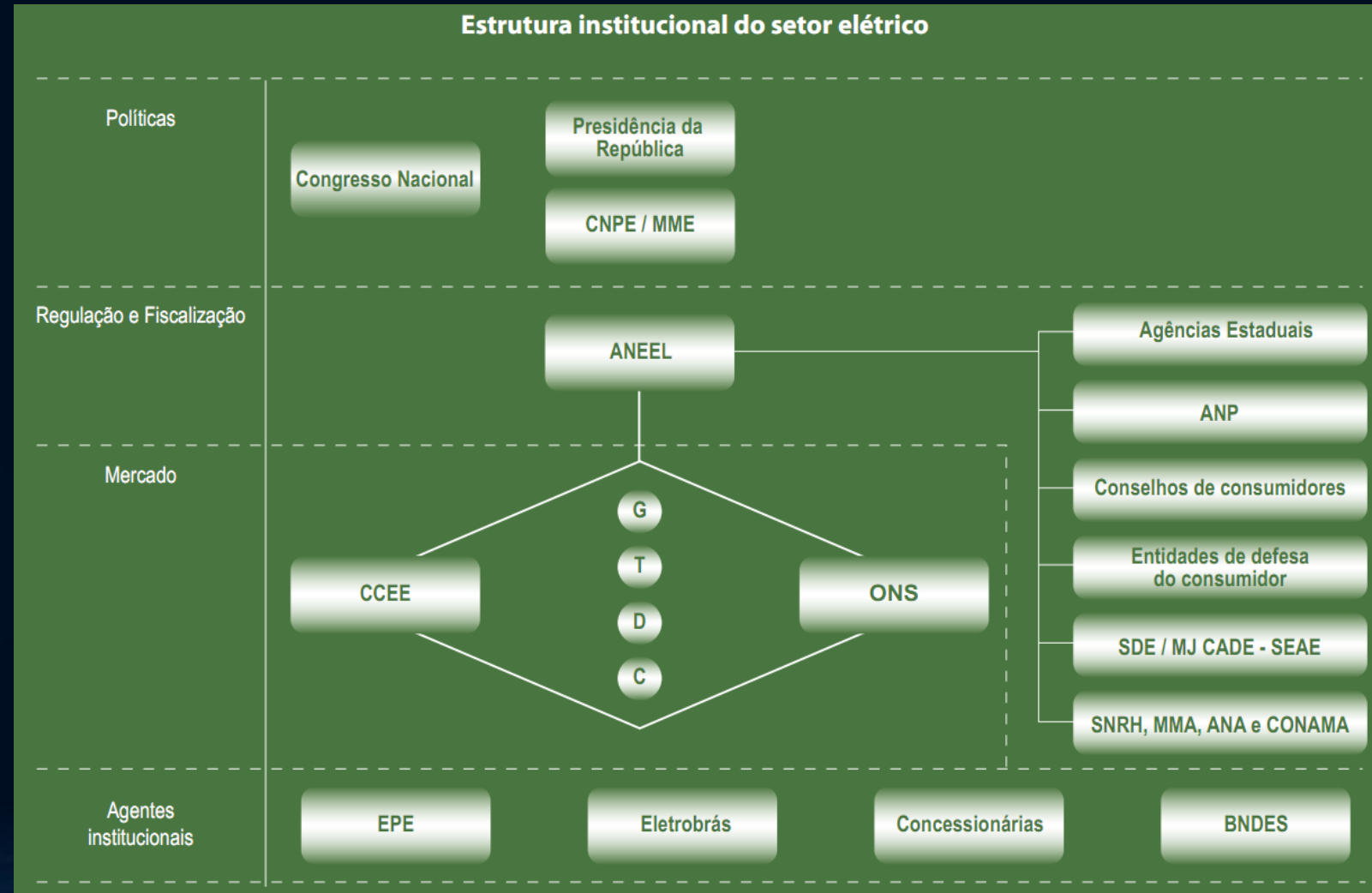
- Contexto
- Sistemas Elétricos de Potência
- Sistema Interligado Nacional
- Sistemas Isolados
- Sistema Elétrico da COPEL GET
- Evolução Histórica da Transmissão de Energia Elétrica
- Tensões de Transmissão – Padronização
- Procedimentos de Rede do ONS



# CONTEXTO

# Contexto

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

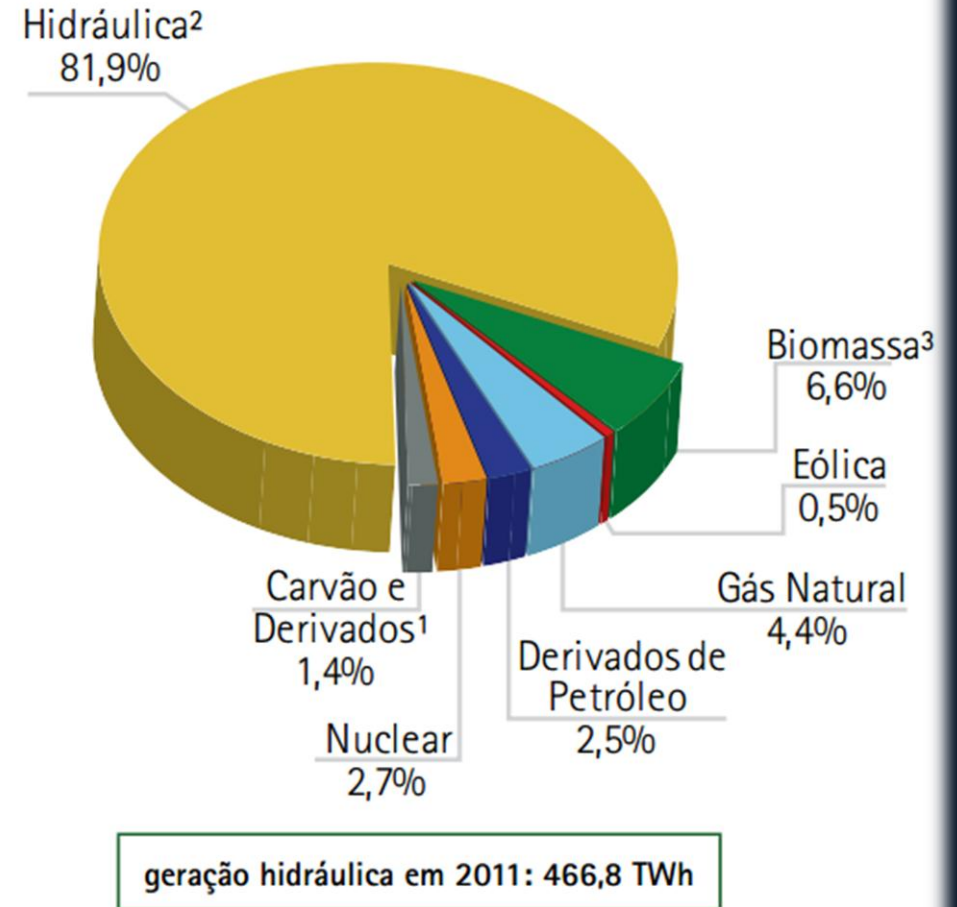


# Contexto

- Fontes de energia para produção de energia elétrica

**Fonte:**  
EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA.  
Balanço Energético Nacional 2012. Rio  
de Janeiro: EPE, 2012.

Brasil (2011)



<sup>1</sup> Inclui gás de coqueria

<sup>2</sup> Inclui importação

<sup>3</sup> Inclui lenha, bagaço de cana, lixívia e outras recuperações.

# 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



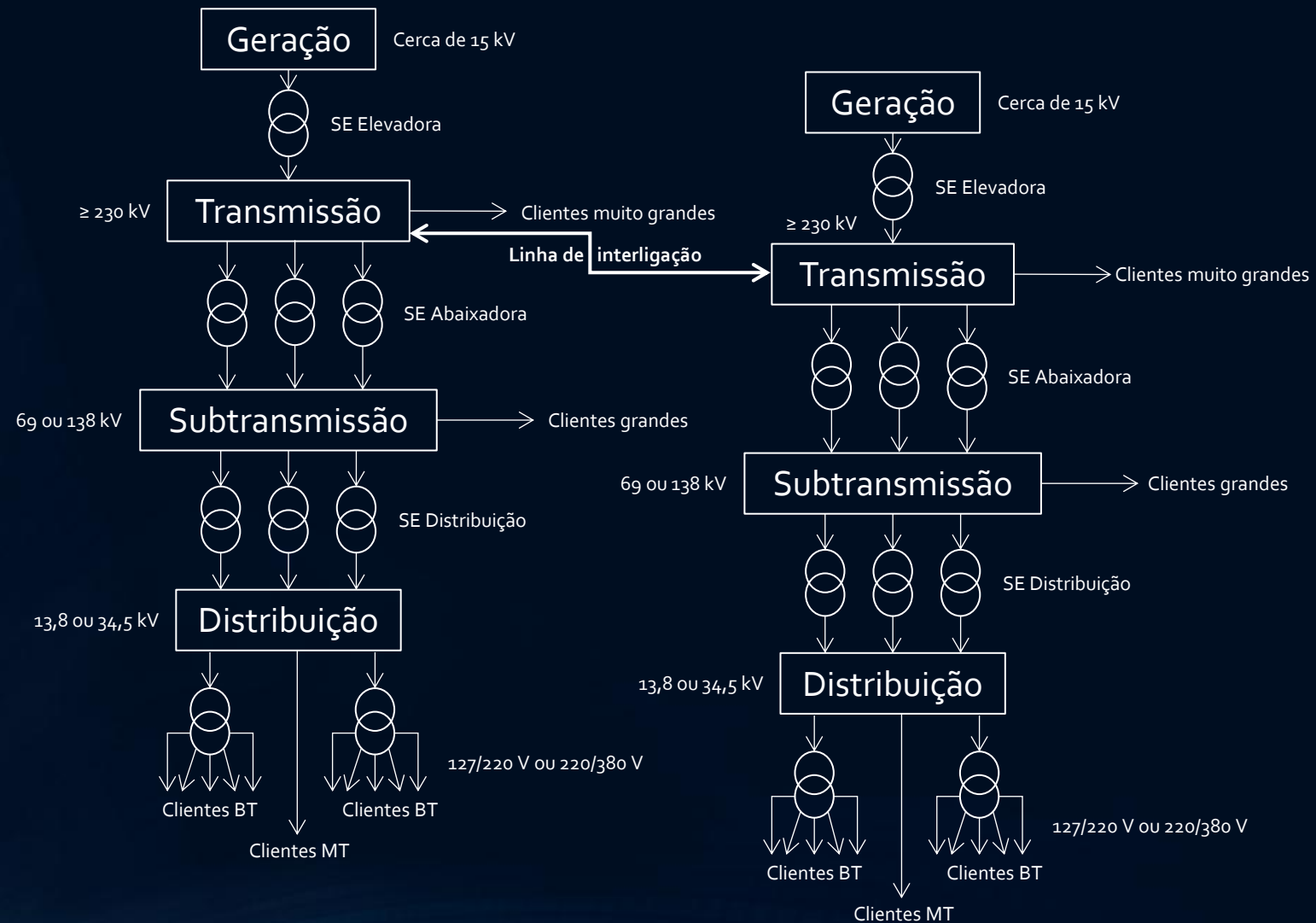
# SISTEMAS ELÉTRICOS DE POTÊNCIA

# Sistemas Elétricos de Potência

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



# Sistemas Elétricos de Potência

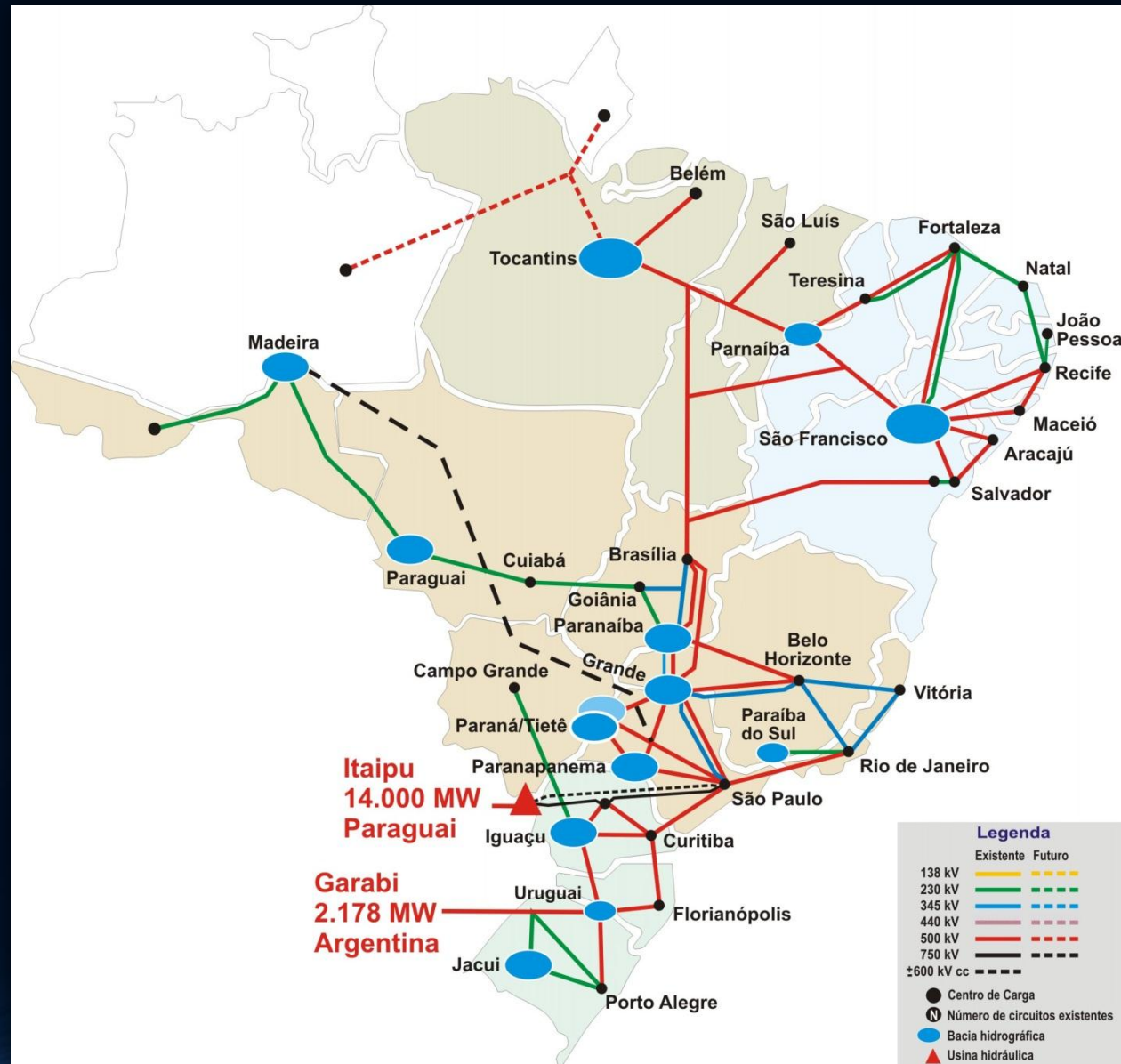


# SISTEMA INTERLIGADO NACIONAL

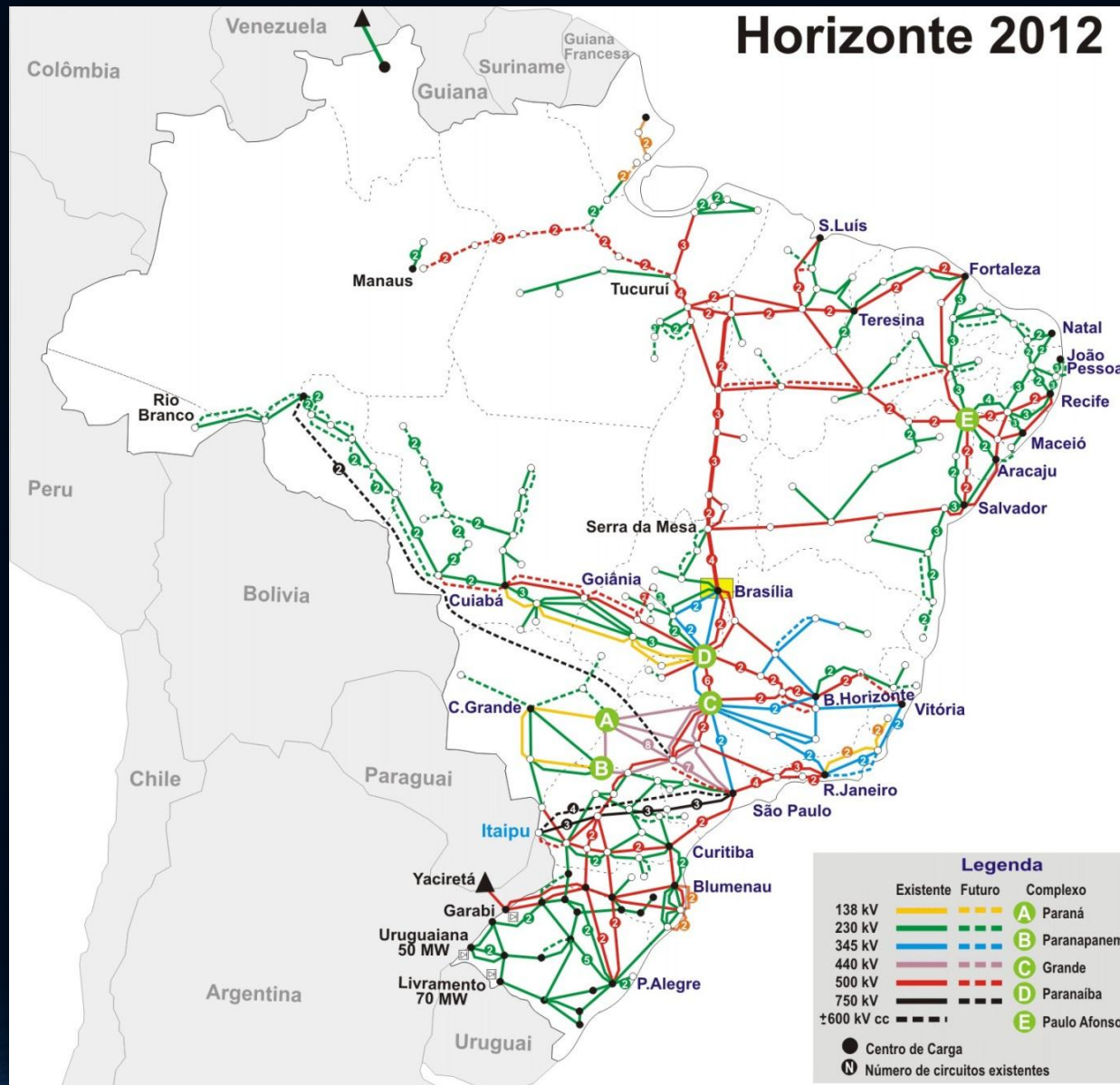
# Sistema Interligado Nacional

- 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:
  - 900 linhas de transmissão
  - Quase 90.000 km de linhas de transmissão
  - Operado por mais de 60 concessionárias
  - 96,6% da capacidade de produção

# Sistema Interligado Nacional



# Sistema Interligado Nacional

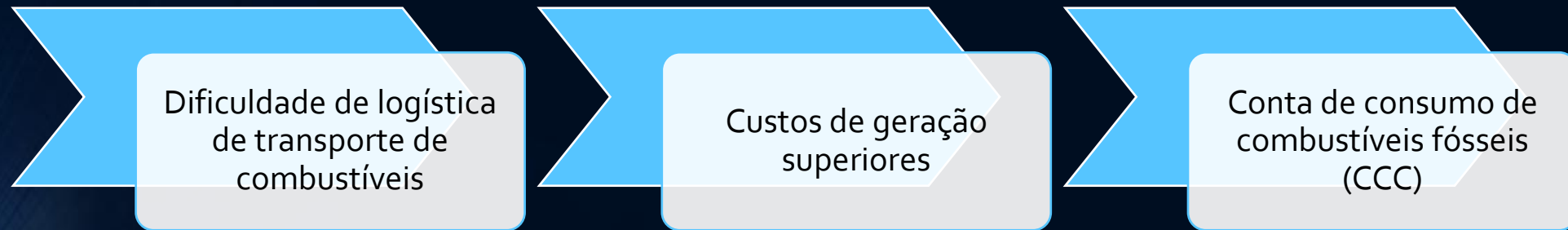


# SISTEMAS ISOLADOS

# 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





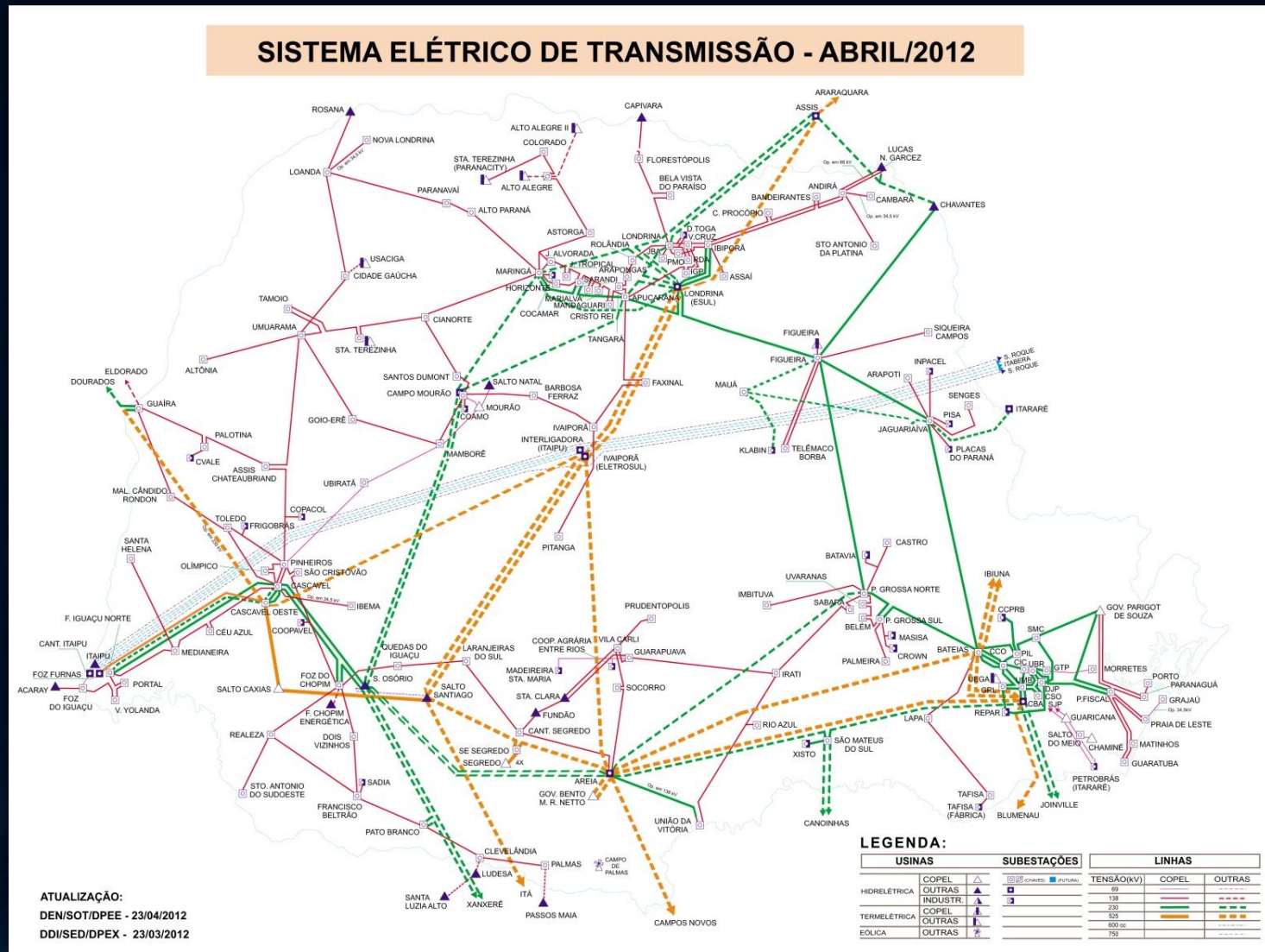
# SISTEMA ELÉTRICO DA COPEL GET

# Sistema Elétrico da COPEL GET

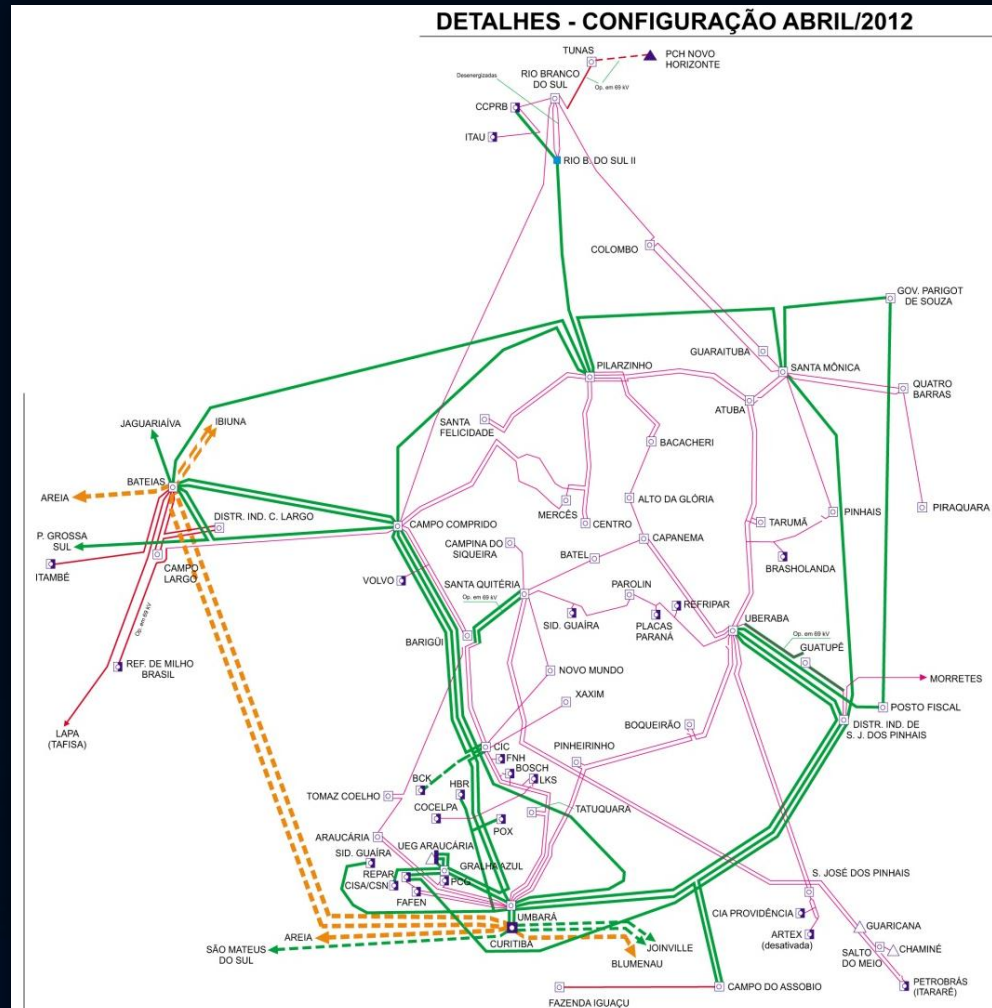
- O sistema elétrico da Copel Geração e Transmissão é formado por:
  - 2.023 km de linhas de transmissão
  - 31 subestações
  - COS em Curitiba
  - CORs espalhados por todo o Paraná



# Sistema Elétrico da COPEL GET



# Sistema Elétrico da COPEL GET



**DETALHE DA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA**

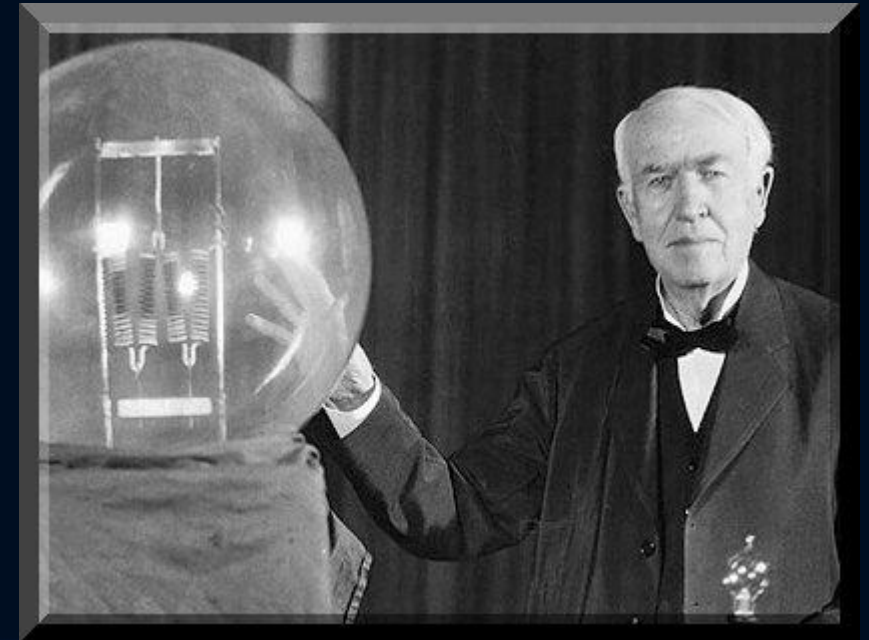
**LEGENDA:**

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

# EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

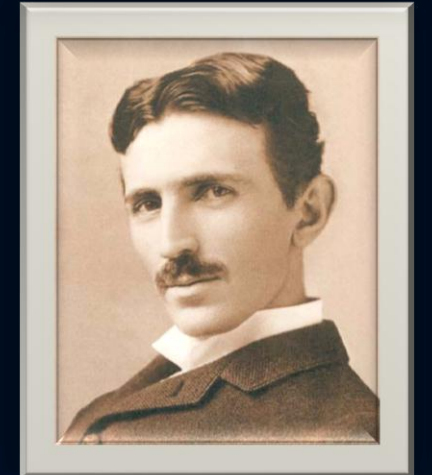
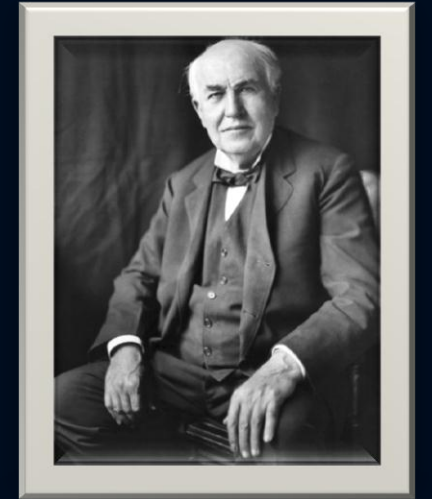
# Evolução Histórica da Transmissão de Energia Elétrica

- 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



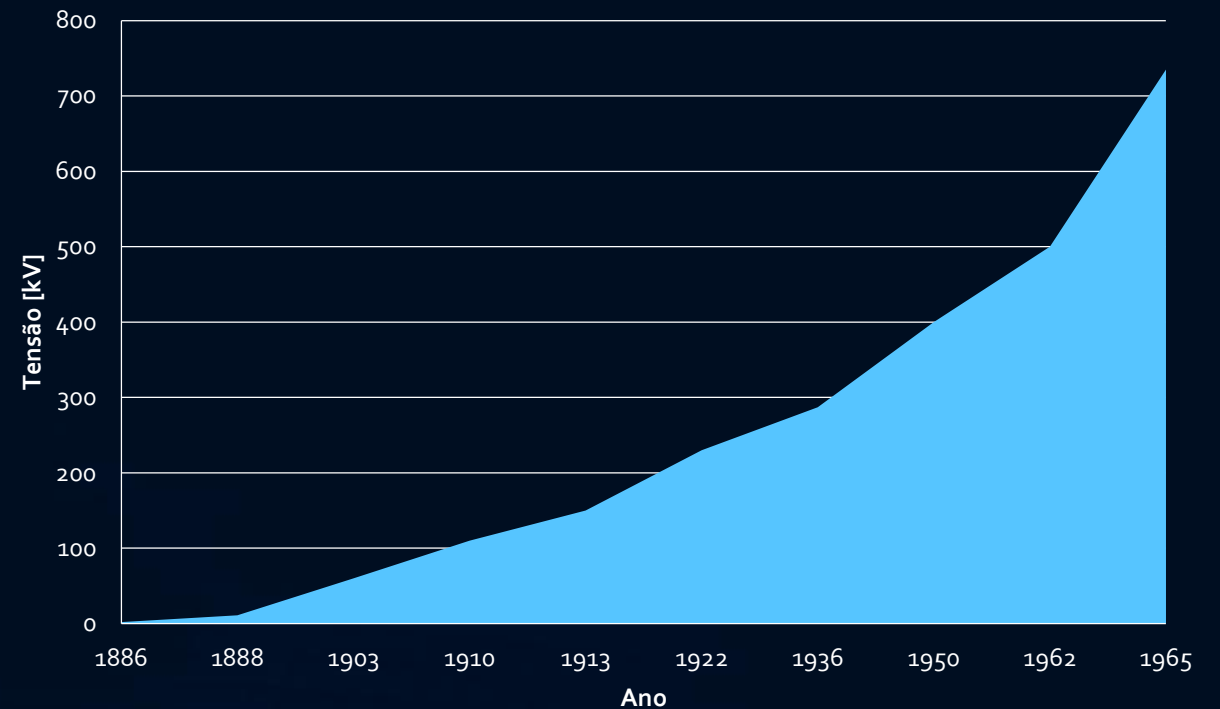
# Evolução Histórica da Transmissão de Energia Elétrica

- 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*<sup>1</sup>

18 – Sistemas e modelos computacionais

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

20 – Glossário de termos técnicos

23 – Critérios para estudos

# Hoje...

OBRIGADO

