

CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA ELÉTRICO BRASILEIRO

PROF. DR. ALEXANDRE RASI AOKI e MATEUS DUARTE TEIXEIRA

- ▶ Características do Sistema Elétrico Brasileiro
- ▶ Sistema Interligado Nacional
- ▶ Sistemas Isolados
- ▶ Sistema Elétrico da COPEL GET

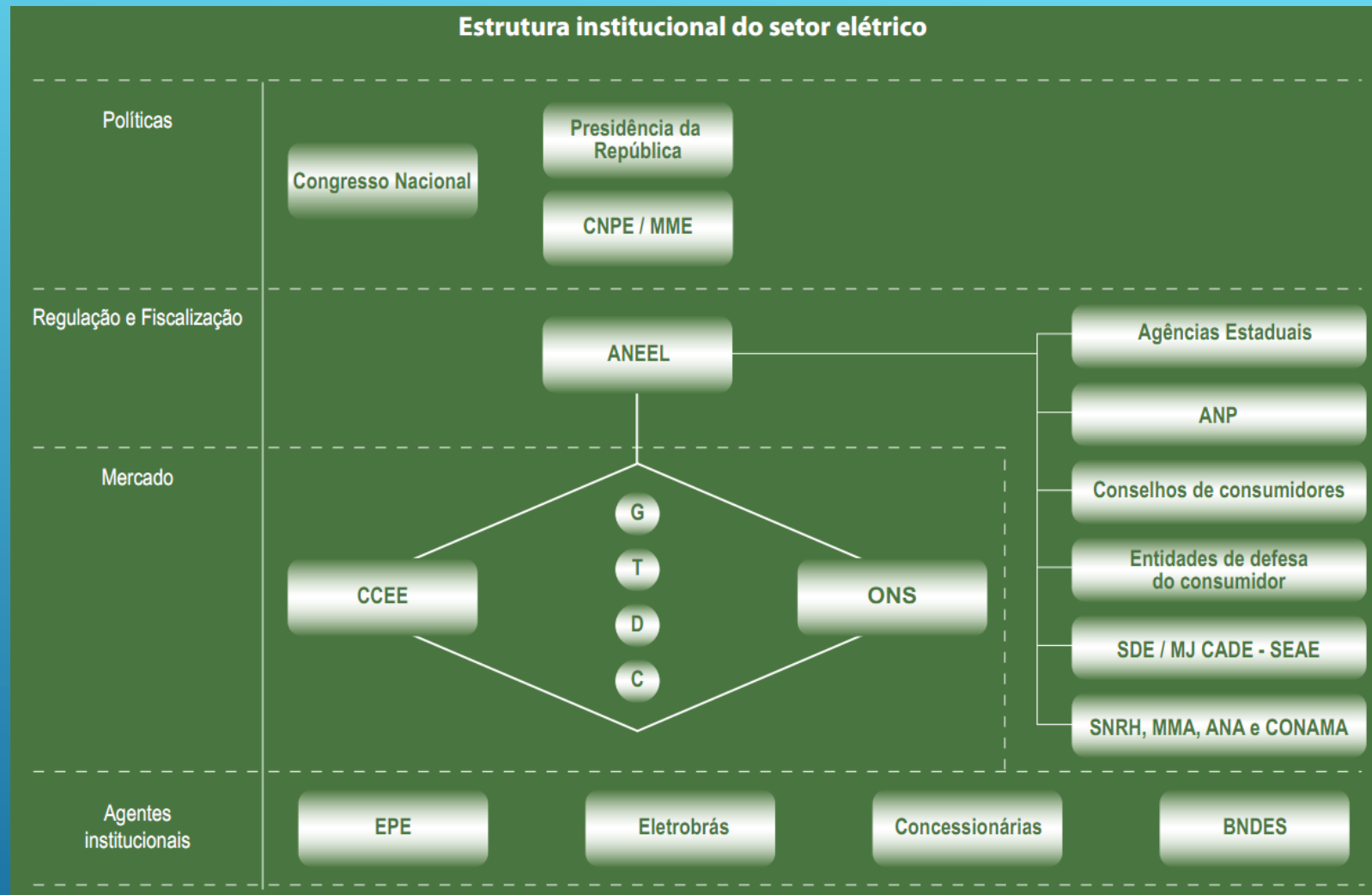


AGENDA

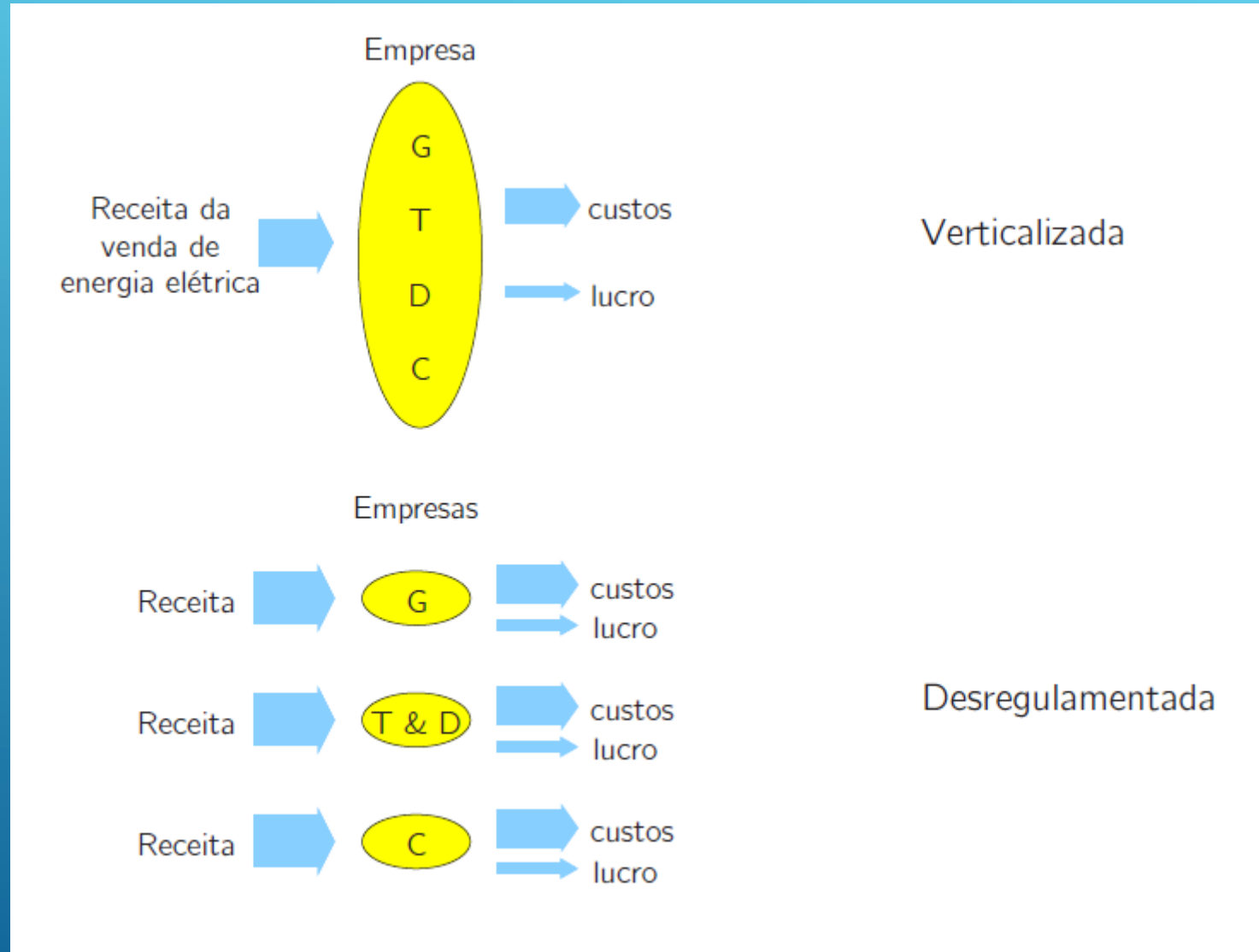
CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA ELÉTRICO BRASILEIRO

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

CONTEXTO



Estrutura verticalizada × estrutura desregulamentada

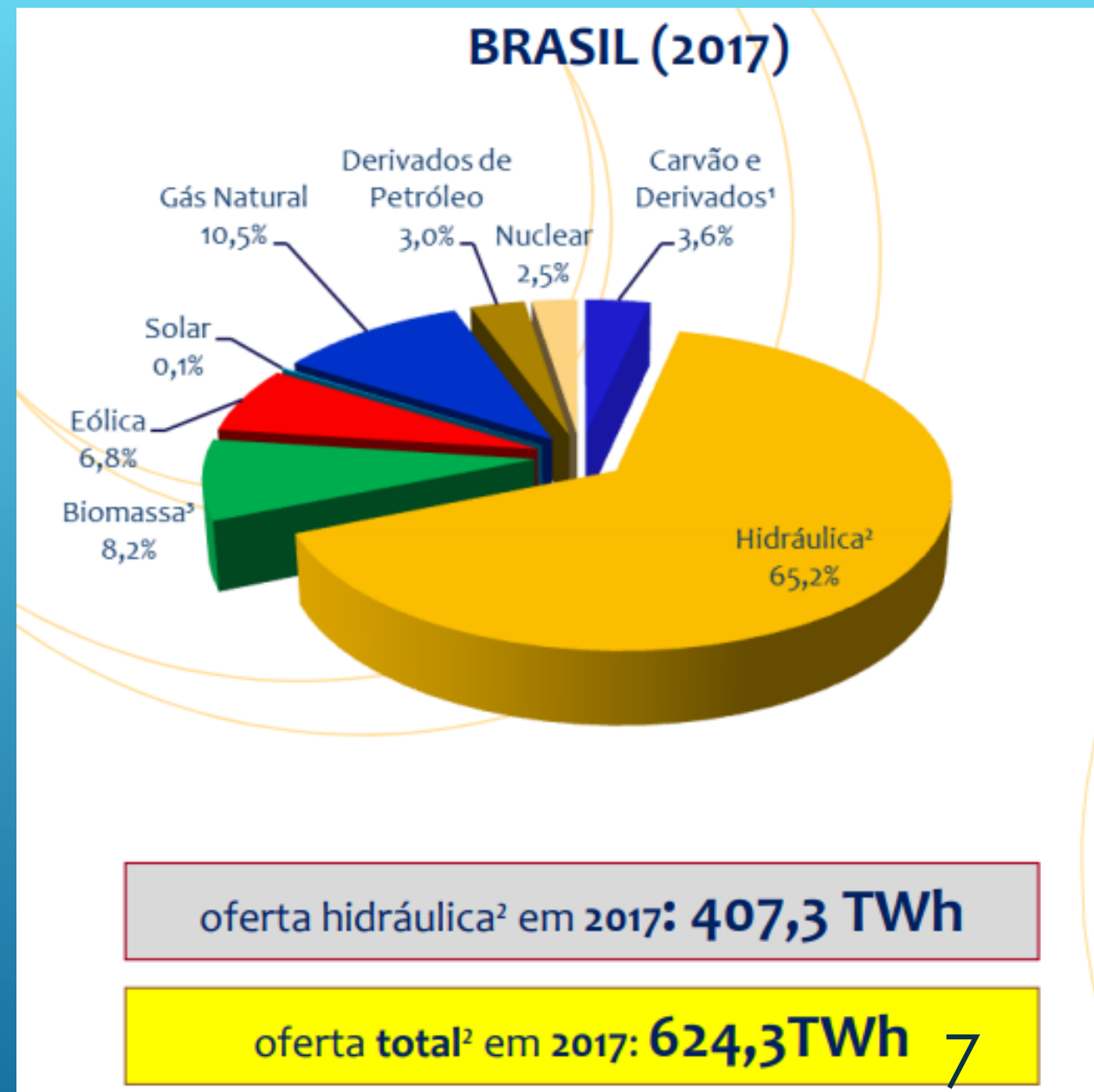


MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA

► Fontes de energia para produção de energia elétrica

CONTEXTO

Fonte:
EMPRESA DE PESQUISA
ENERGÉTICA. Balanço Energético
Nacional 2017. Rio de Janeiro:
EPE, 2018.



▶ 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

CONTEXTO

Itaipu



UEG Araucária



▶ 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

CONTEXTO

Ventos do Araripe III – Fronteira PE/PI



Termoelétrica-Cogeração Usina Gasa



▶ 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

CONTEXTO

Usina Nuclear Angra I

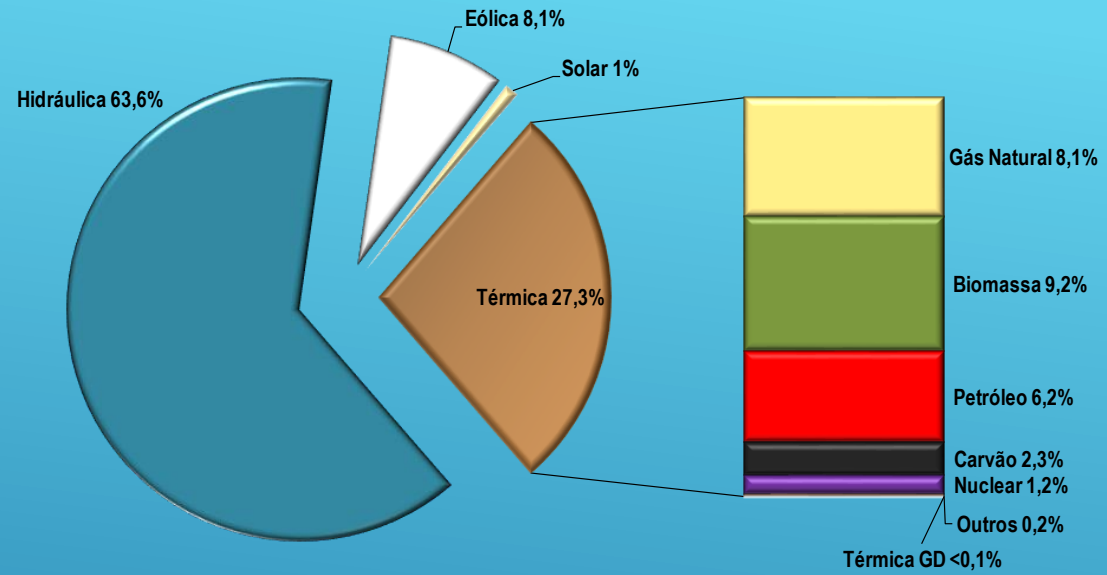


Usina Solar Tubarão /SC



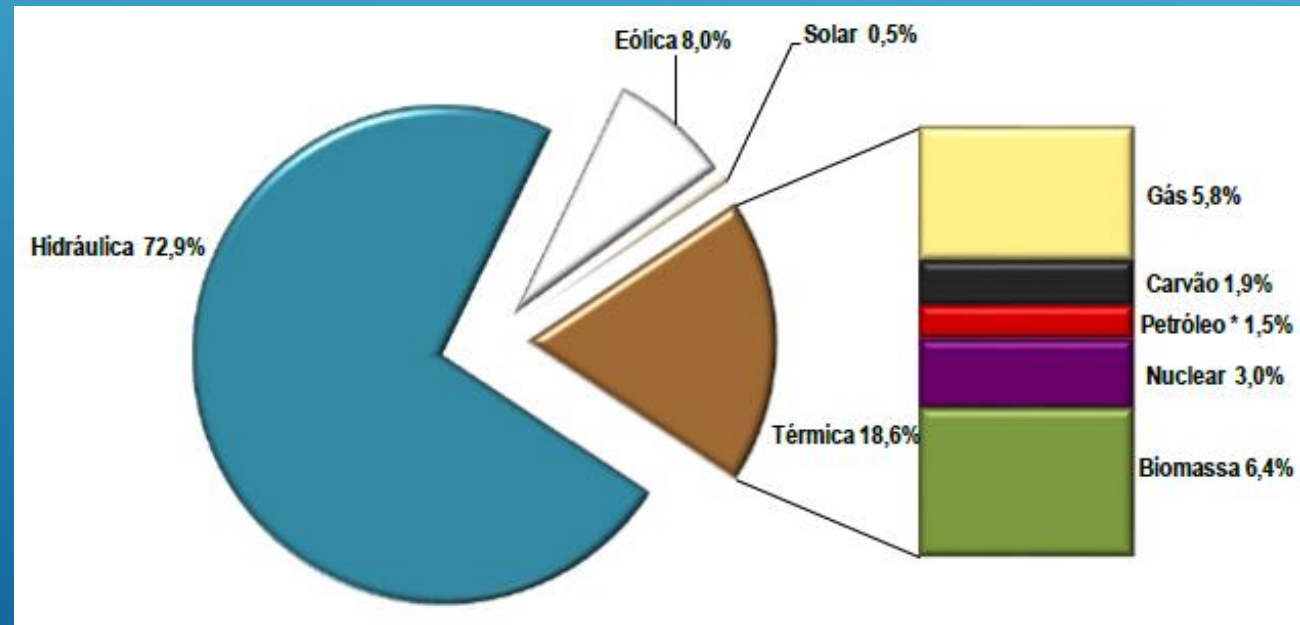
Capacidade Instalada Maio/2018

Fonte: MME

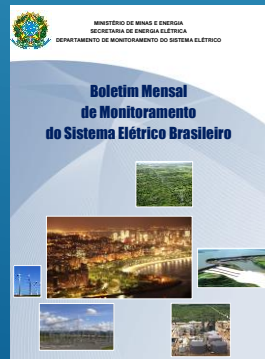


Produção em Maio/2018

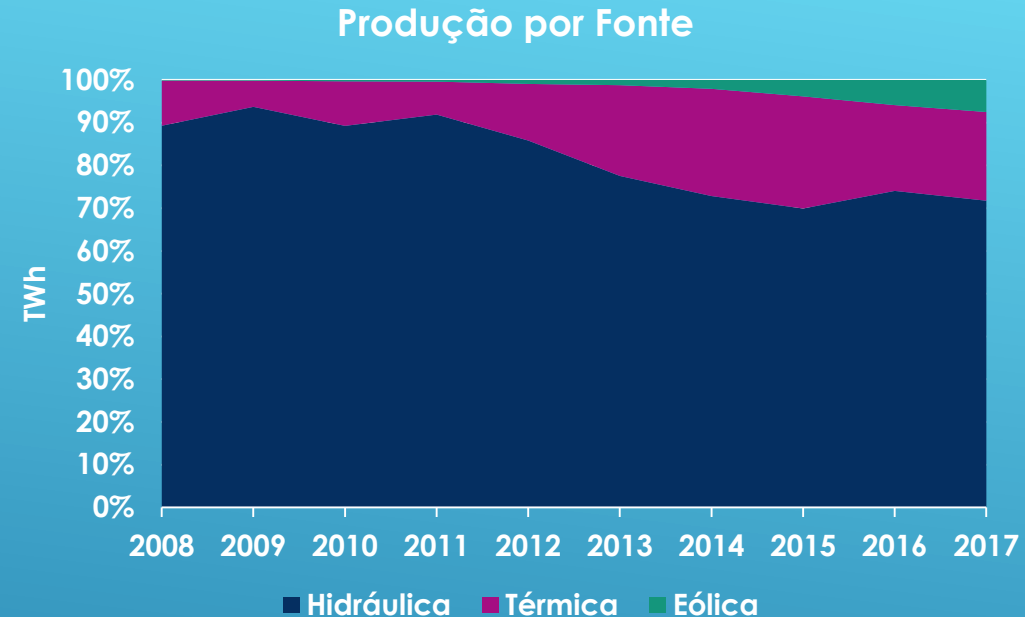
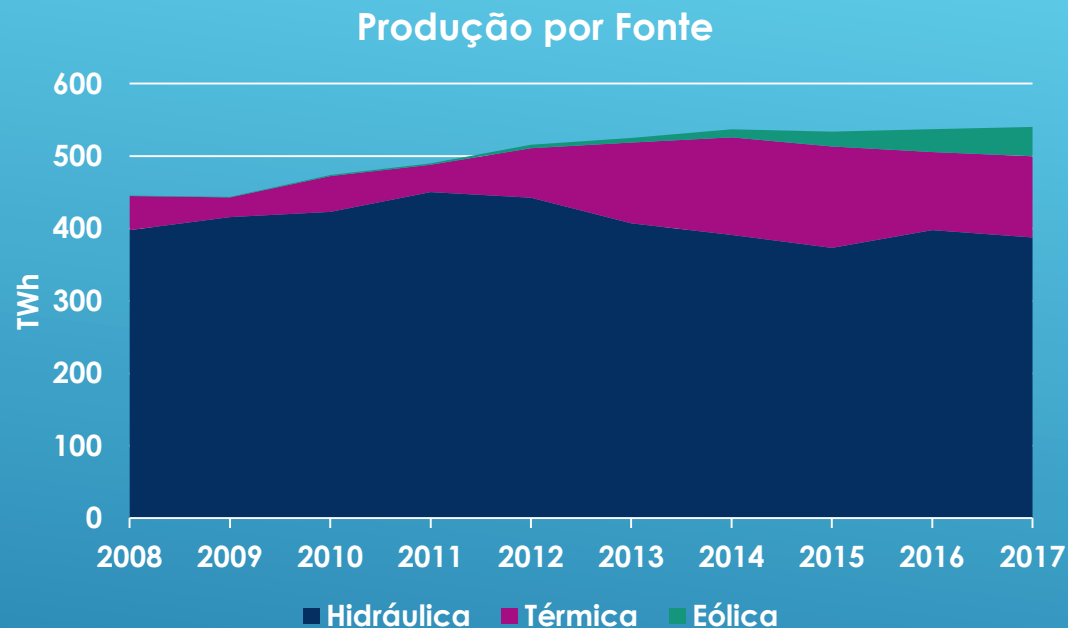
Fonte: MME



Fonte:



Produção de Eletricidade nos Últimos Anos



- ▶ Fim da construção de novos reservatórios de acumulação
- ▶ Produção de hidroeletricidade influenciada pelo regime hidrológico do ano (desfavorável nos últimos anos)
- ▶ Aumento substancial da participação das térmicas e início da participação eólica na matriz

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

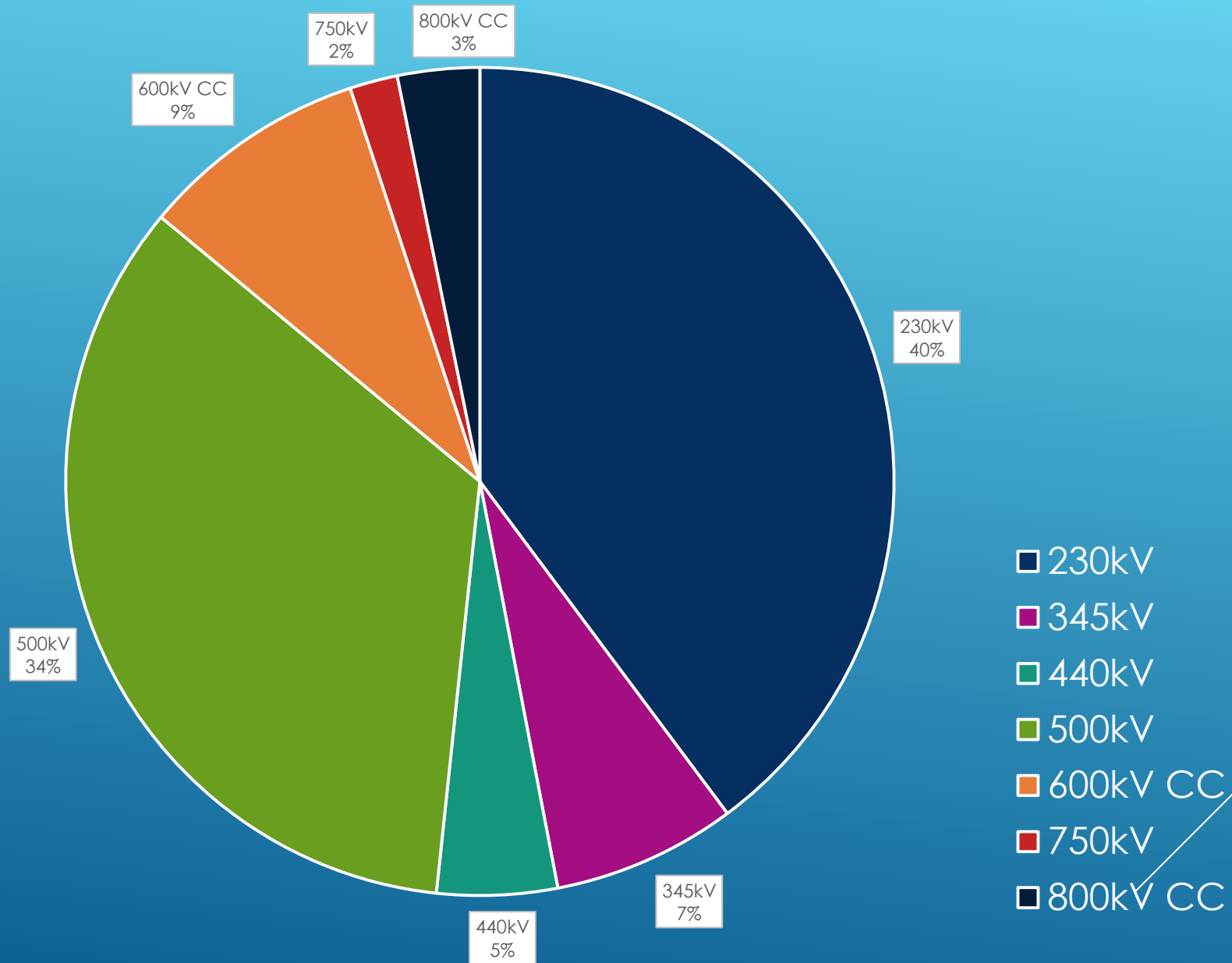
Horizonte 2017



Extensão das Linhas de Transmissão do SIN - km

Tensão	2008	2010	2012	2014	2016	2018
230kV	37.709,9	43.184,5	48.123,6	52.580,0	55.816,0	57.214,0
345kV	9.772,1	10.060,5	10.223,8	10.303,0	10.319,0	10.319,0
440kV	6.671,2	6.670,5	6.732,5	6.728,0	6.748,0	6.748,0
500kV	31.868,3	34.356,2	35.689,4	40.617,0	46.565,0	49.359,0
600kV CC	3.224,0	3.224,0	3.224,0	12.816,0	12.816,0	12.816,0
750kV	2.683,0	2.683,0	2.683,0	2.683,0	2.683,0	2.683,0
800kV CC	-	-	-	-	-	4.600,0
SIN	91.928,4	100.178,7	106.676,3	125.727,0	134.947,0	143.739,0

Extensão das Linhas de Transmissão do SIN - km



Rede Básica

Valores em mil km

TRANSMISSÃO	2010	2020	2030
Rede Básica	96,0	142	182

2010



2020



2030



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

Dificuldade de
logística de transporte
de combustíveis

Custos de geração
superiores

Conta de consumo de
combustíveis fósseis
(CCC)

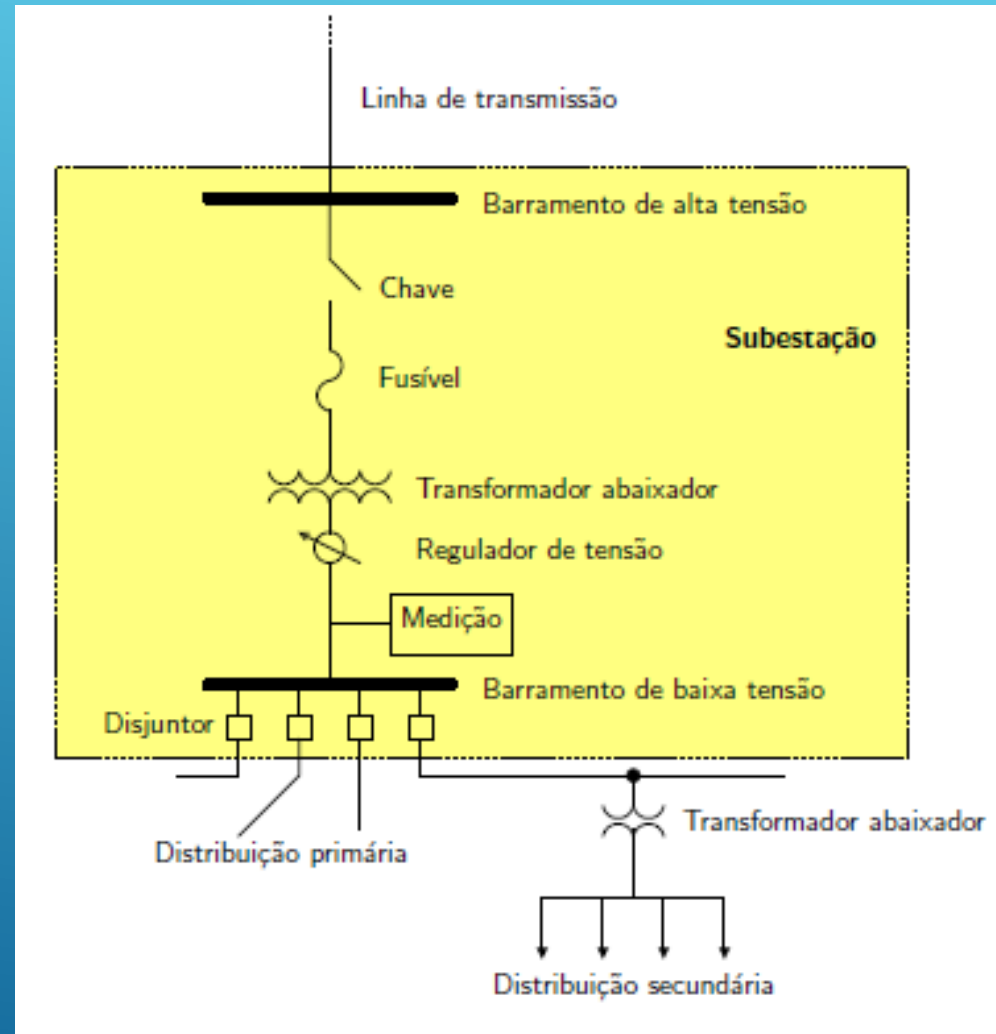
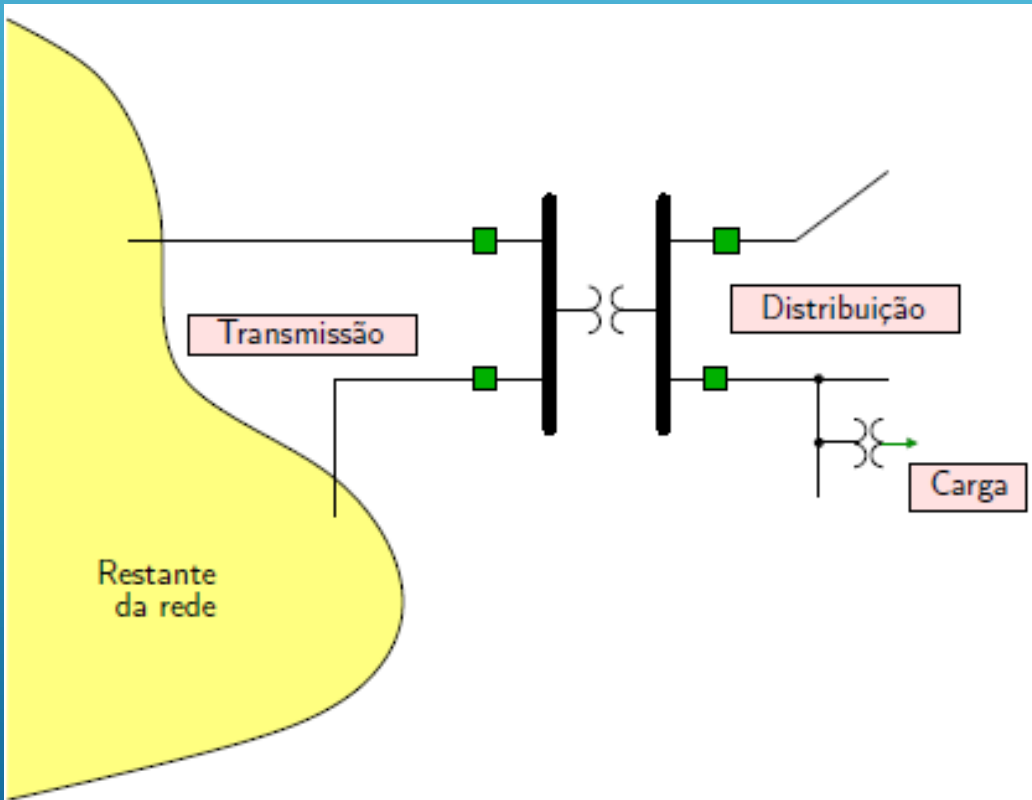


SISTEMAS ISOLADOS

SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO NO BRASIL

- ▶ O mercado de distribuição de energia elétrica é atendido por 64 concessionárias, estatais (20%) ou privadas (80%), de serviços públicos que abrangem todo o país;
- ▶ As concessionárias estatais estão sob controle dos governos federal, estaduais e municipais ;
- ▶ Em várias concessionárias privadas verifica-se a presença, em seus grupos de controle, de diversas empresas nacionais, norte-americanas, espanholas, portuguesas e chinesas;
- ▶ São atendidos cerca de 47 milhões de unidades consumidoras, das quais 85% são consumidores residenciais, em mais de 99% dos municípios brasileiros.

SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO



Há muitas configurações de subestações possíveis, desde que as seguintes funções básicas sejam satisfeitas:

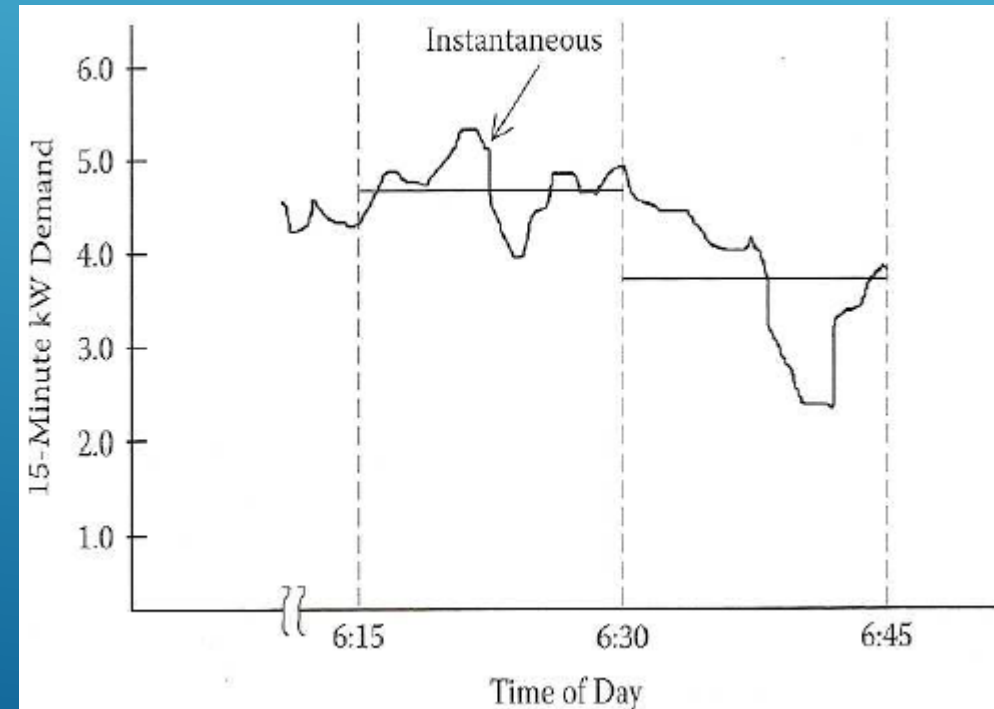
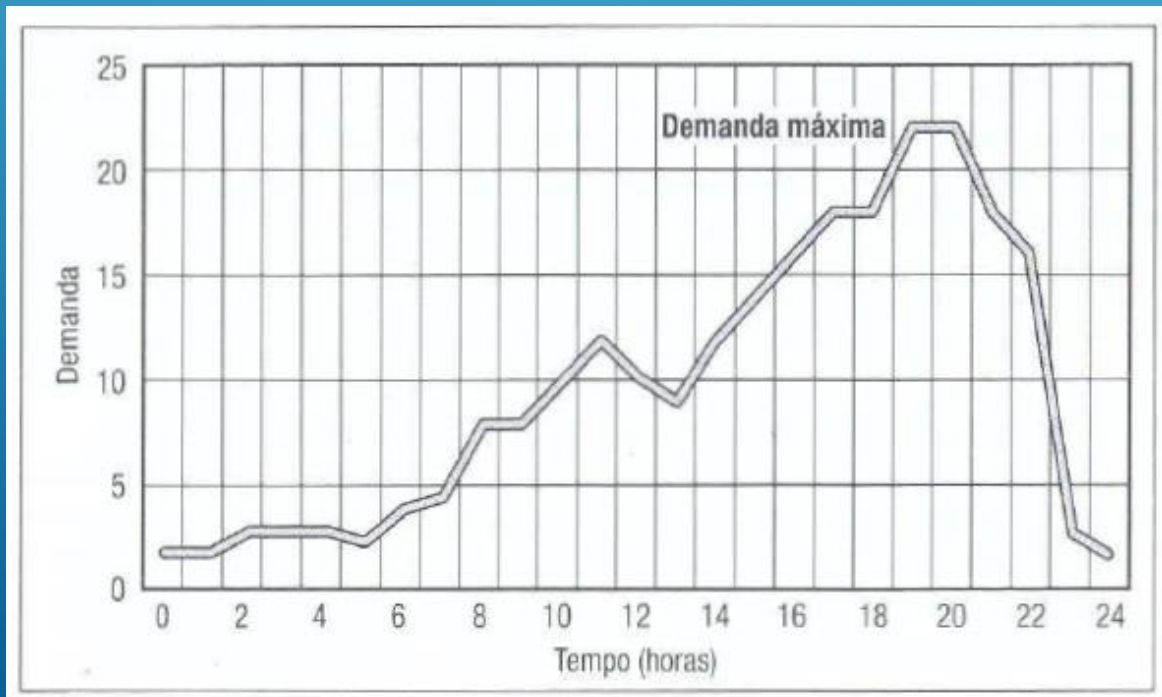
- ▶ a configuração deve representar um bom balanço entre a confiabilidade e custo
- ▶ possibilidades de chaveamento nos lados de alta e baixa tensões
- ▶ transformação de tensão
- ▶ regulação de tensão (através de reguladores de tensão ou transformadores com tap variável)
- ▶ proteção
- ▶ possibilidade de manobras
- ▶ medição (analógica ou digital)

Tipos de cargas:

- Residenciais
- Comerciais de iluminação e condicionamento de ar em prédios, lojas, edifícios de escritórios, etc
- Industriais trifásicas em geral, com predomínio de motores de indução
- Rurais de agroindústrias, irrigação, etc
- Municipais e governamentais (serviços e poderes públicos)
- De iluminação pública

Demanda: carga nos terminais receptores tomada em valor médio em um determinado intervalo de tempo

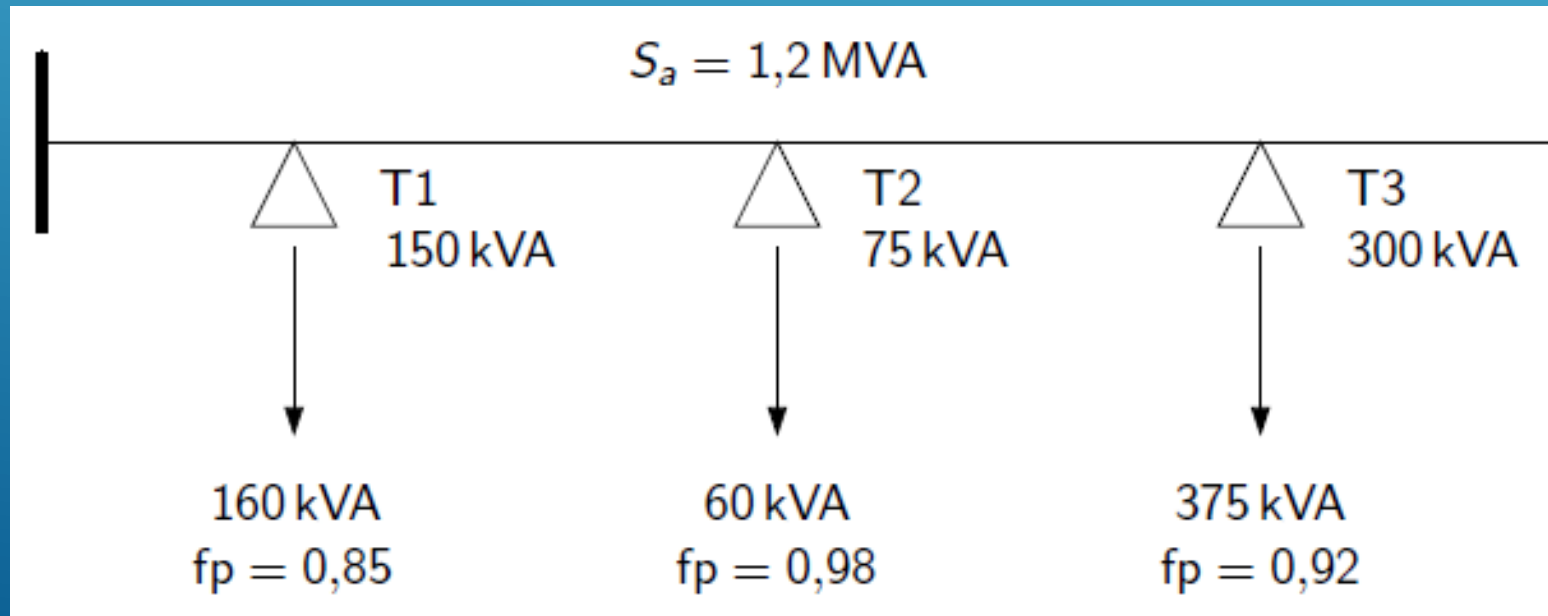
- ▶ **Fator de demanda:** num certo intervalo de tempo, é a relação entre sua demanda máxima e a carga nominal ou instalada total
- ▶ **Fator de utilização:** num determinado período de tempo, é a relação entre a demanda máxima do sistema e a sua capacidade



Exercício:

Considere o alimentador primário a seguir, em que representa-se a capacidade do alimentador, as potências nominais dos transformadores abaixadores e as demandas máximas mensais. Calcule:

- Fatores de demanda individuais dos transformadores
- Demanda máxima para o conjunto de transformadores
- Fator de demanda do conjunto
- Fator de utilização



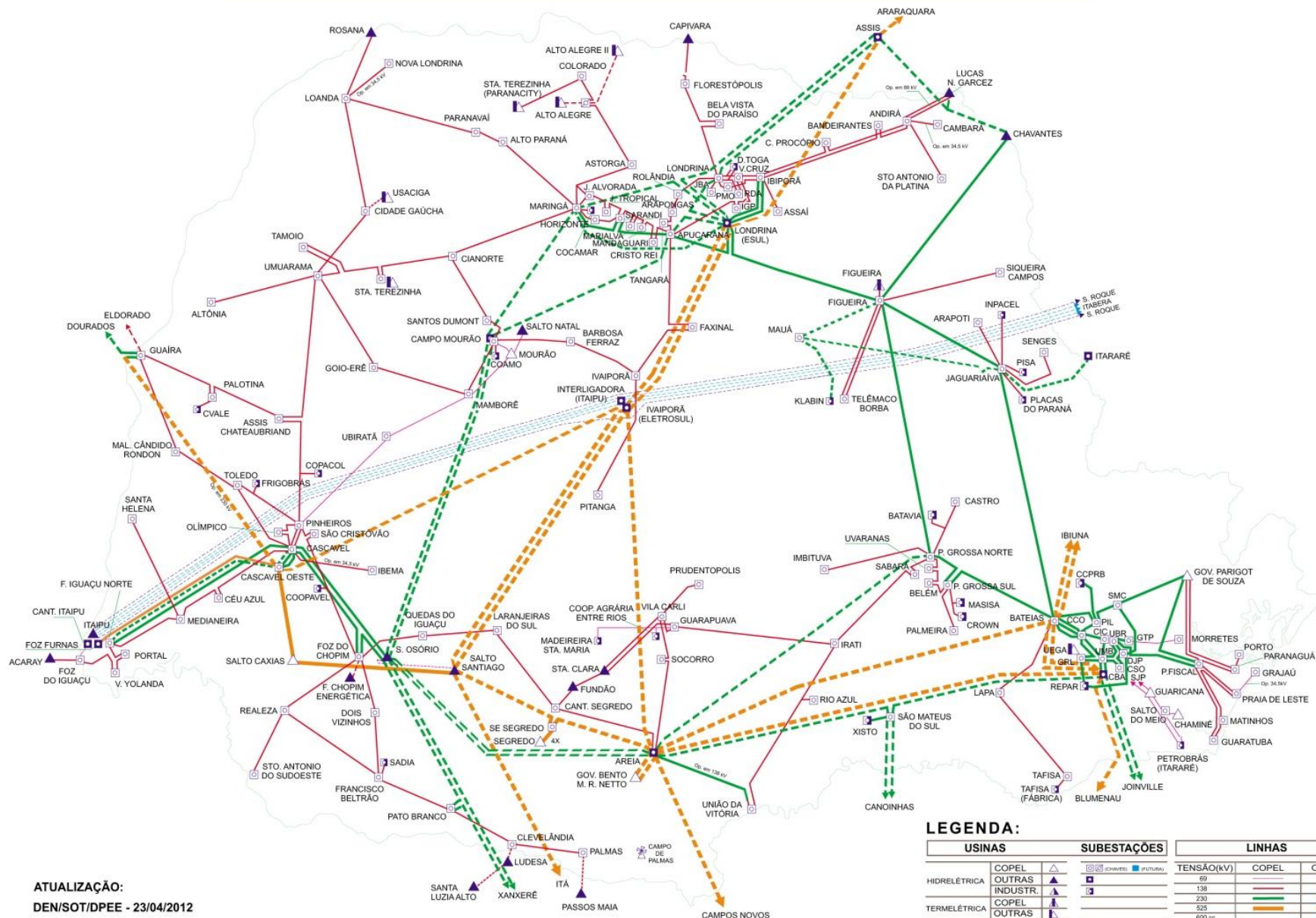
SISTEMA ELÉTRICO DA COPEL GET

- ▶ 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 DE TRANSMISSÃO - ABRIL/2012



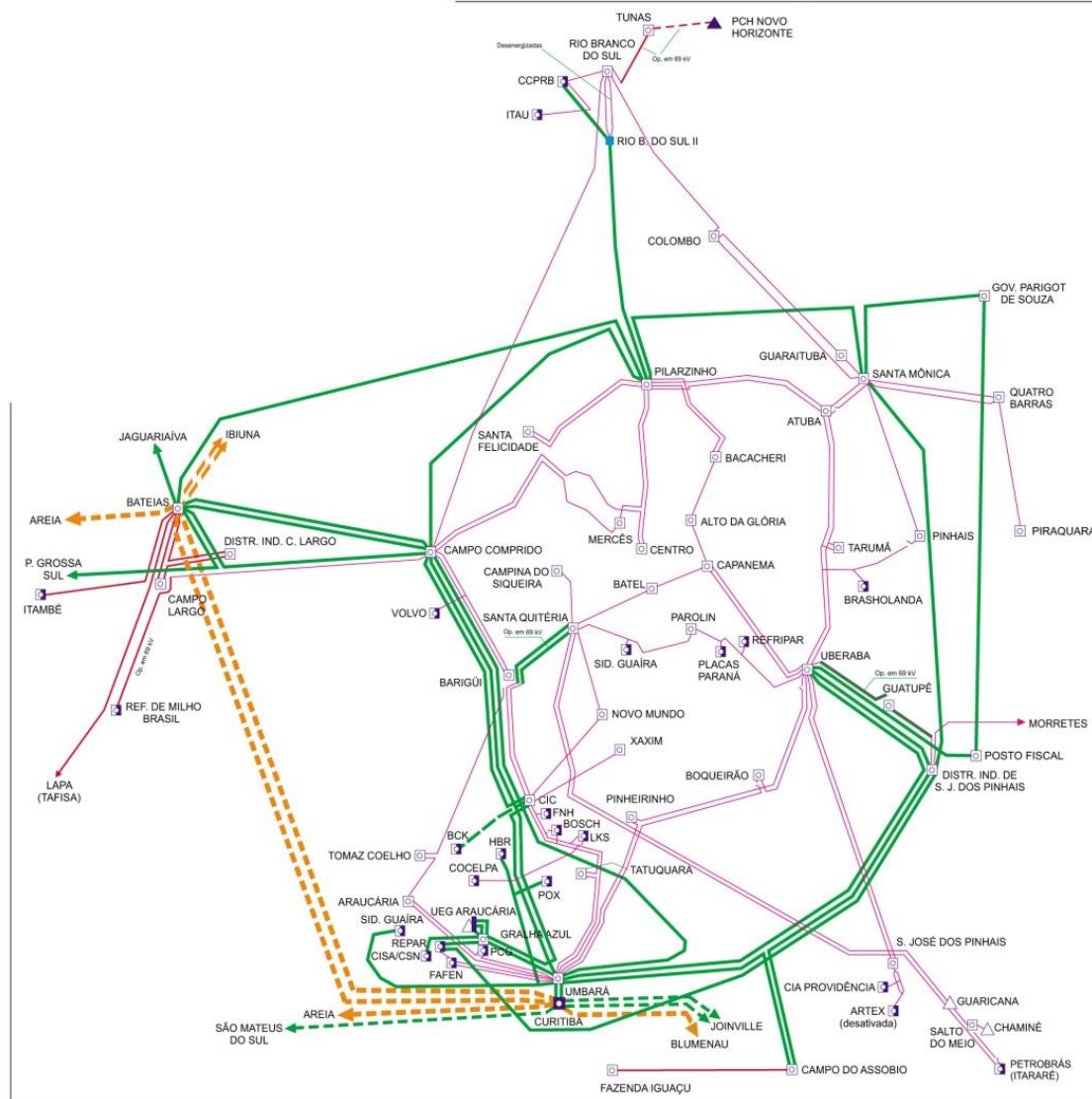
LEGENDA:

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

SISTE

ATUALIZAÇÃO:
DEN/SOT/DPEE - 23/04/2012
DDI/SED/DPEX - 23/03/2012

DETALHES - CONFIGURAÇÃO ABRIL/2012



DETALHE DA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA

LEGENDA:

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

SISTEMA ELÉTRICO

AMANHÃ...

OBRIGADO

