



# Operação do SIN

**PEA3496**

Prof. Marco Saidel



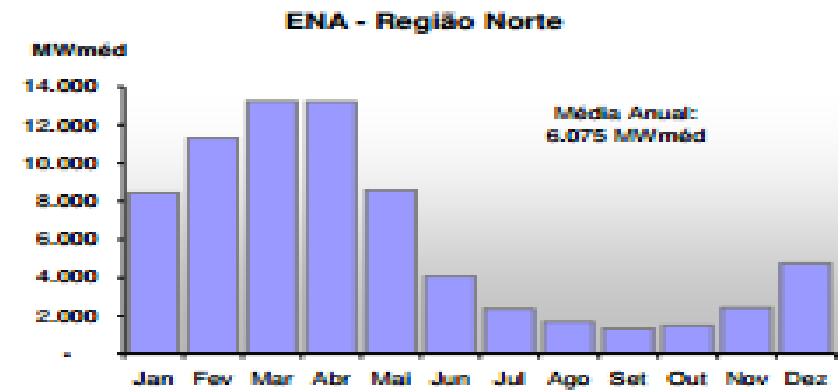
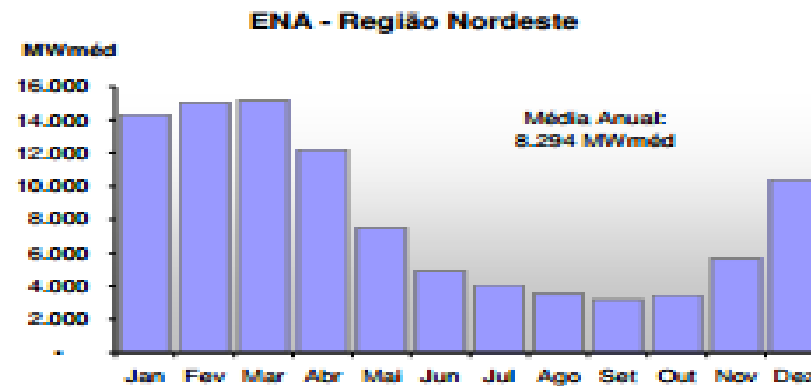
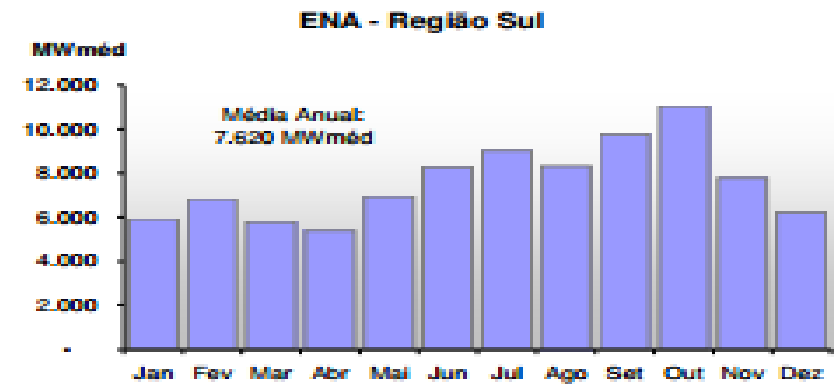
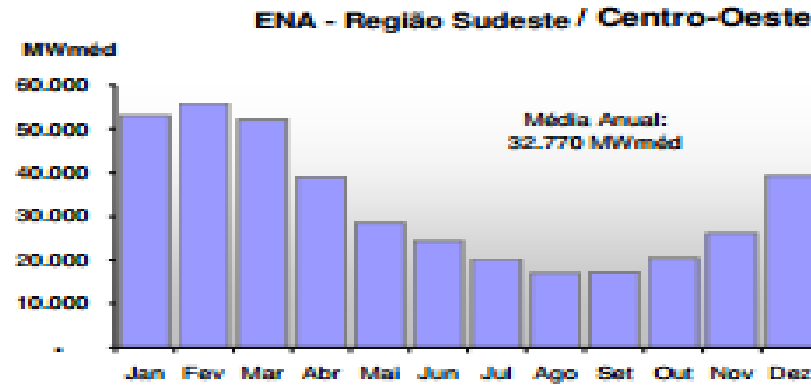
# SIN: Sistema Interligado Nacional

- ▶ Sistema hidrotérmico de grande porte
  - ▶ Predominância de usinas hidrelétricas
- ▶ Regiões (subsistemas): Sul, Sudeste/Centro-Oeste, Nordeste e Norte
- ▶ Apenas 1,7% da energia elétrica do Brasil está fora do SIN
  - ▶ Pequenos sistemas isolados
- ▶ Responsável pela operação: ONS (Operador Nacional do Sistema Elétrico)
- ▶ Capacidade instalada disponível (2015): 140,9 TW
  - ▶ Usinas hidrelétricas: 91,7 TW
  - ▶ Usinas termelétricas: 39,6 TW
  - ▶ Usinas Nucleares: 2 TW
  - ▶ Eólica: 7,6 TW
  - ▶ Solar: 0,021 TW

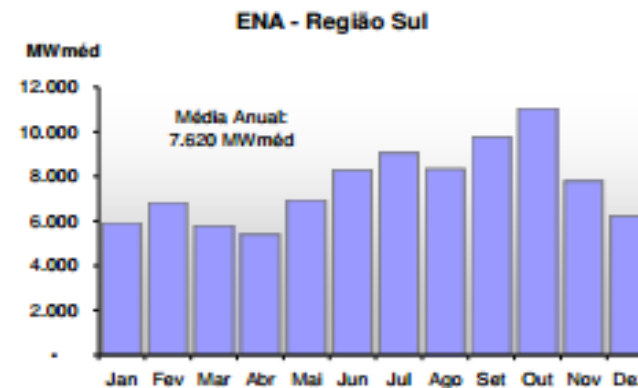
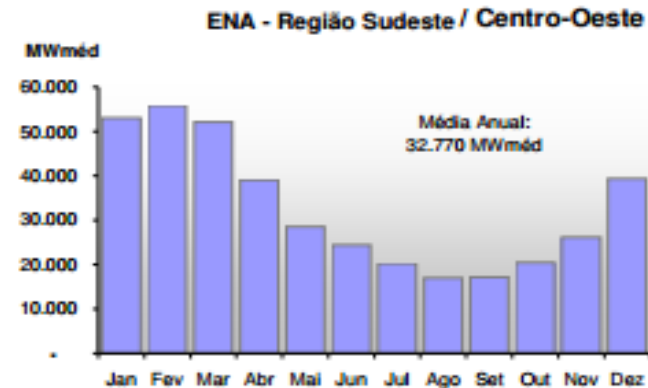


# Complementariedade Hidrológica

## Energias Naturais Afluentes (1931 – 2006)

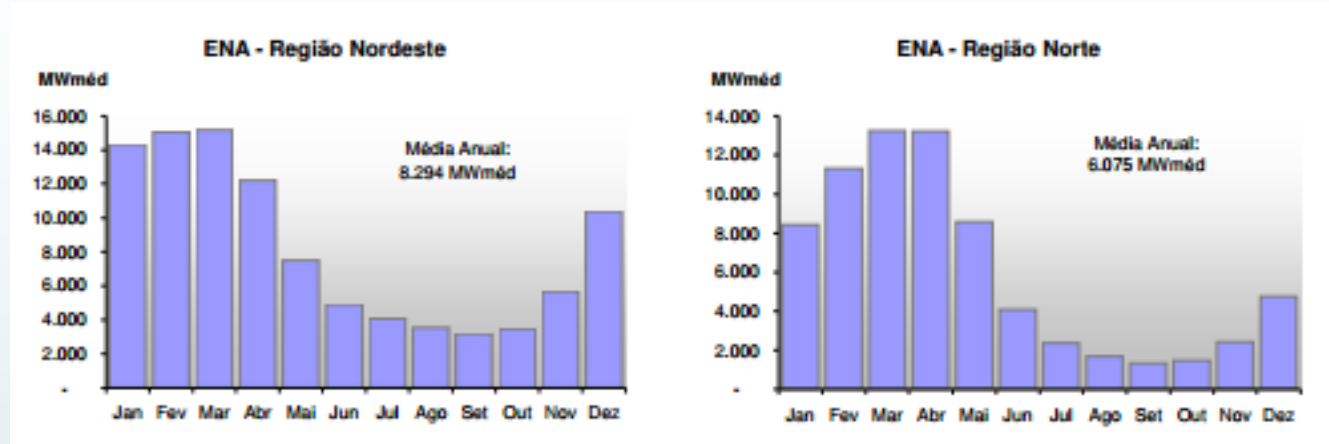


# Complementariedade Hidrológica



- ▶ Região SE/CO: período seco é de maio – novembro (afluências menores que a média anual)
  - ▶ Quando as afluências estão acima da média na região S: Sul exporta os excedentes energéticos para o SE/CO
- ▶ Região SE/CO : período úmido é de dezembro – abril (afluências superiores à média anual)
  - ▶ Quando as afluências estão abaixo da média na região S: SE/CO exporta os excedentes energéticos para o S

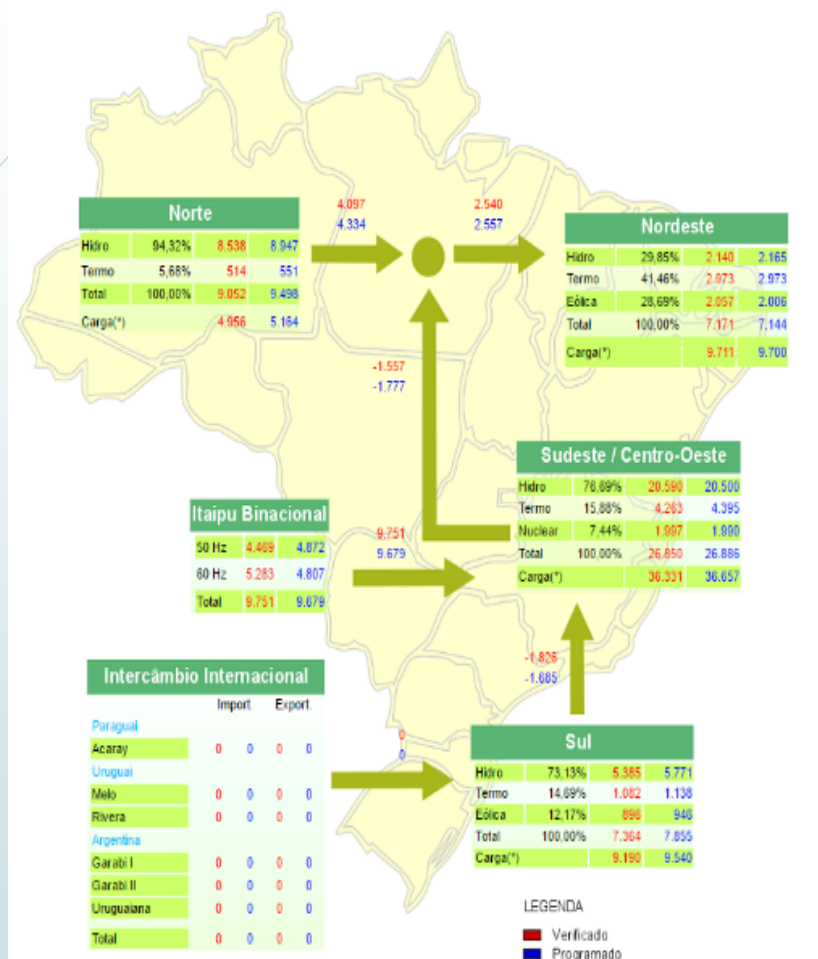
# Complementariedade Hidrológica



- ▶ Não existe complementariedade hidrológica entre NE e N
- ▶ Porém, no período úmido afluências na região N (UHE Tucuruí, por exemplo) são muito elevadas:
  - ▶ vertimentos turbináveis e exportação de energia
- ▶ Na década de 80 interligaram:
  - ▶ SE/CO com S
  - ▶ NE com N
- ▶ Em 1999 o N foi interligado ao S

# BOLETIM DIÁRIO DA OPERAÇÃO ONS

Boletins anteriores



(\*) Carga = Consumo + Perdas atendidas por usinas Tipo I, Tipo II-A, Tipo II-B, conjuntos de usinas e parcela de usinas Tipo III consideradas na programação diária de geração.

## Balanço de Energia Diário

Valores - MWmed

SISTEMA INTERLIGADO NACIONAL - SIN - MWmed			
<b>Produção</b>			
Hidro Nacional	37.383	36.654	60,90%
Itaipu Binacional	9.679	9.751	16,20%
Termo Nuclear	1.990	1.997	3,32%
Termo Convencional	9.057	8.831	14,67%
Eólica	2.952	2.954	4,91%
<b>Total SIN</b>	<b>61.061</b>	<b>60.188</b>	<b>100,00%</b>
Intercâmbio Internacional	0	0	
<b>Carga (*)</b>	<b>61.061</b>	<b>60.188</b>	



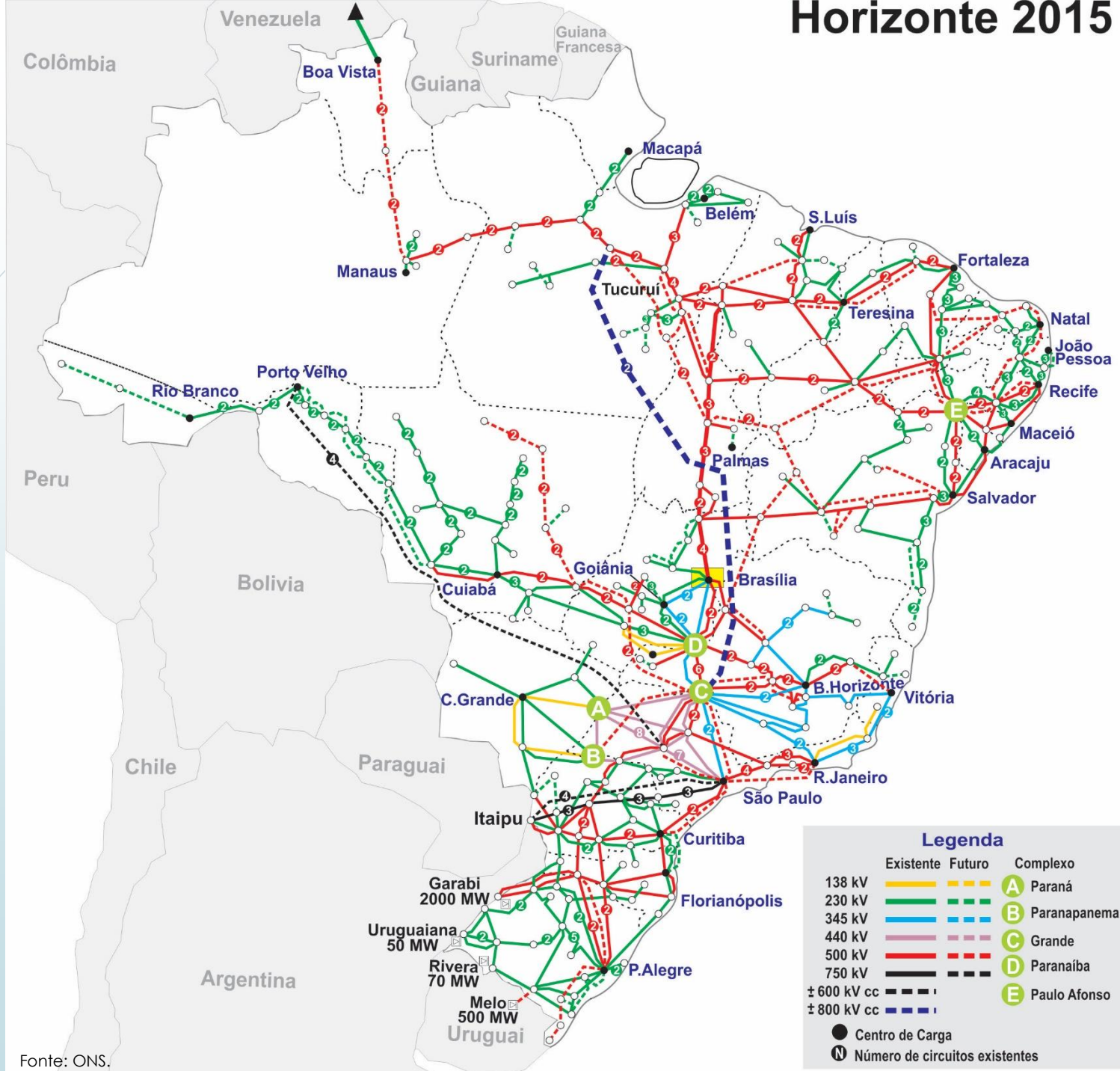




# Características dos Subsistemas

- ▶ SE/CO
  - ▶ Maior demanda do país
  - ▶ Importador de outros submercados e países vizinhos
  - ▶ Grande capacidade de armazenamento em reservatórios
- ▶ S
  - ▶ Grande variabilidade de armazenamento
  - ▶ Importante supridor para região SE/CO
  - ▶ Também importa energia do SE/CO
- ▶ NE
  - ▶ Importador ou exportador
  - ▶ Potencial de exportação de energia para SE/CO no período de ponta
  - ▶ Crescente mercado de demanda
- ▶ N
  - ▶ Exportador de energia (principalmente para o período de ponta) durante 9 meses do ano

# Horizonte 2015



Fonte: ONS.



# Operação otimizada e coordenada

- ▶ Integração entre as regiões
- ▶ Integração entre bacias
  - ▶ Possibilidade de explorar a diversidade hidrológica das regiões
- ▶ Integração Hidrotérmica
  - ▶ complementação termelétrica se a hidrologia não for favorável
    - ▶ Geração termelétrica é mais cara
- ▶ Ganho de 22% de energia disponível em relação a um sistema não integrado.





# SIN

## Vantagens

- ▶ Ganho em energia firme
- ▶ Minimização de riscos de interrupção no fornecimento de energia
  - ▶ Maior confiabilidade do sistema
- ▶ Diminuição de custos operativos e preço de energia elétrica
  - ▶ Aproveitamento hidrológico de outras regiões
- ▶ Outros usos para os reservatórios: controle de cheias, navegação, irrigação etc.

## Desvantagens

- ▶ Propagação de problemas técnicos
- ▶ Perdas proporcionais à distâncias das linhas de transmissão



# Planejamento da operação

- ▶ Longo prazo
  - ▶ Horizonte: 2 a 5 anos
  - ▶ Discretização: mensal
  - ▶ Objetivo: geração total do sistema, nível de complementação e intercâmbio entre subsistemas
- ▶ Médio prazo
  - ▶ Horizonte: meses a 1 ano
  - ▶ Discretização: semanal
  - ▶ Objetivo: operação energética e aquisição de metas energéticas para as usinas hidrelétricas
- ▶ Curto prazo
  - ▶ Horizonte: 1 dia
  - ▶ Discretização: horas e minutos
  - ▶ Objetivo: despacho da geração considerando as restrições elétricas e operacionais



# Situação em 2015 (BEN 2016)

- ▶ Redução na oferta interna de energia elétrica: - 1,3%
- ▶ Condições hidrológicas desfavoráveis desde 2012
  - ▶ Redução da oferta de energia hidráulica: -3,2%
- ▶ Aumento da participação de renováveis na matriz elétrica: 74,6% para 75,5%
  - ▶ devido à queda da geração térmica a base de derivados de petróleo e ao incremento da geração a base de biomassa e eólica
  - ▶ Geração eólica: crescimento de 77,1% (ultrapassou a geração nuclear)
- ▶ Redução do consumo de eletricidade: -1,8%, principalmente residencial (-0,7%) e industrial (-5%)
- ▶ Setor elétrico emitiu 139,6 kg CO<sub>2</sub>/MWh produzido
  - ▶ Índice baixo comparado à União Europeia, EUA e China