



NECESSIDADE DE RESERVA GIRANTE E IMPACTOS NO SIN DEVIDO À INSERÇÃO DE GERAÇÃO INTERMITENTE

Grupo IX – Celso Dall’Orto

MOTIVAÇÃO E OBJETIVO

Motivação

- A utilização de fontes renováveis para a geração de energia elétrica tem crescido significativamente em todo o mundo, principalmente a energia eólica e solar fotovoltaica. Para evitar problemas operativos por causa da intermitência dessas fontes, é necessário deixar algumas usinas operando ou prontas para operar como reserva.

Objetivo

- Propor uma metodologia para calcular a necessidade de reserva girante para compensar a variabilidade das fontes intermitentes
- Quantificar o impacto do acréscimo de reserva nos custos operativos e de investimento do SIN

INTRODUÇÃO

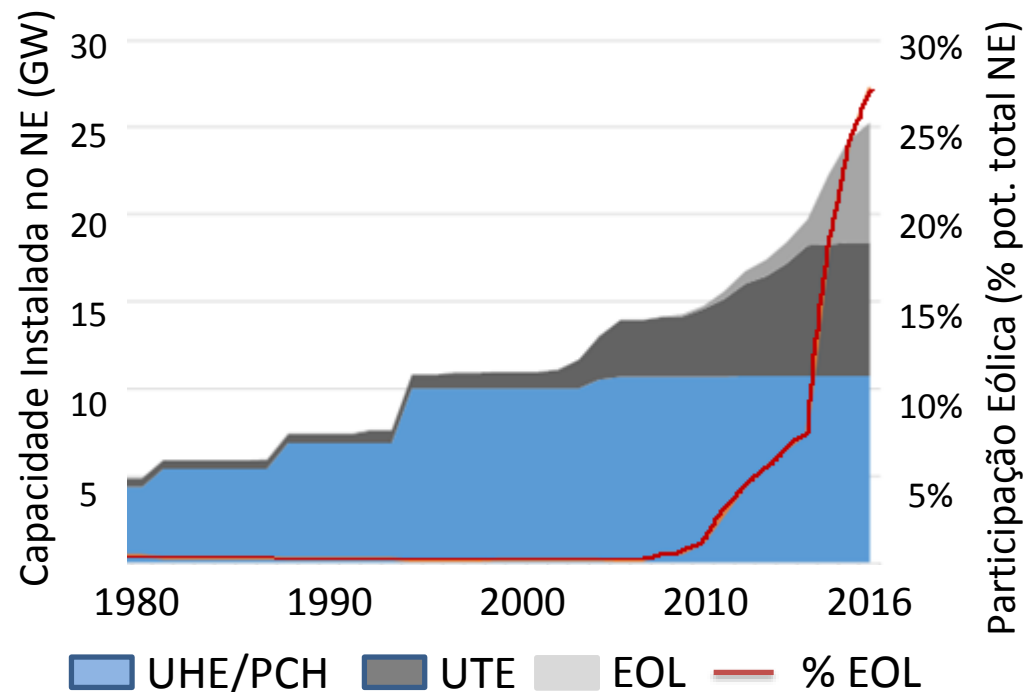
Aumento na participação de fontes renováveis na matriz energética

- Principalmente eólica e solar;
- Metas de redução de emissões (COP 21): meta de 23% em 2030 de fontes renováveis não convencionais;
- Problemas no licenciamento ambiental de fontes convencionais, tanto hidroelétricas (principalmente com reservatórios) e termoeletricas.
- Embora o aumento da participação de fontes renováveis seja positivo sob o ponto de vista ambiental, implica em aumento na complexidade no planejamento e operação do sistema – necessidade de reserva operativa

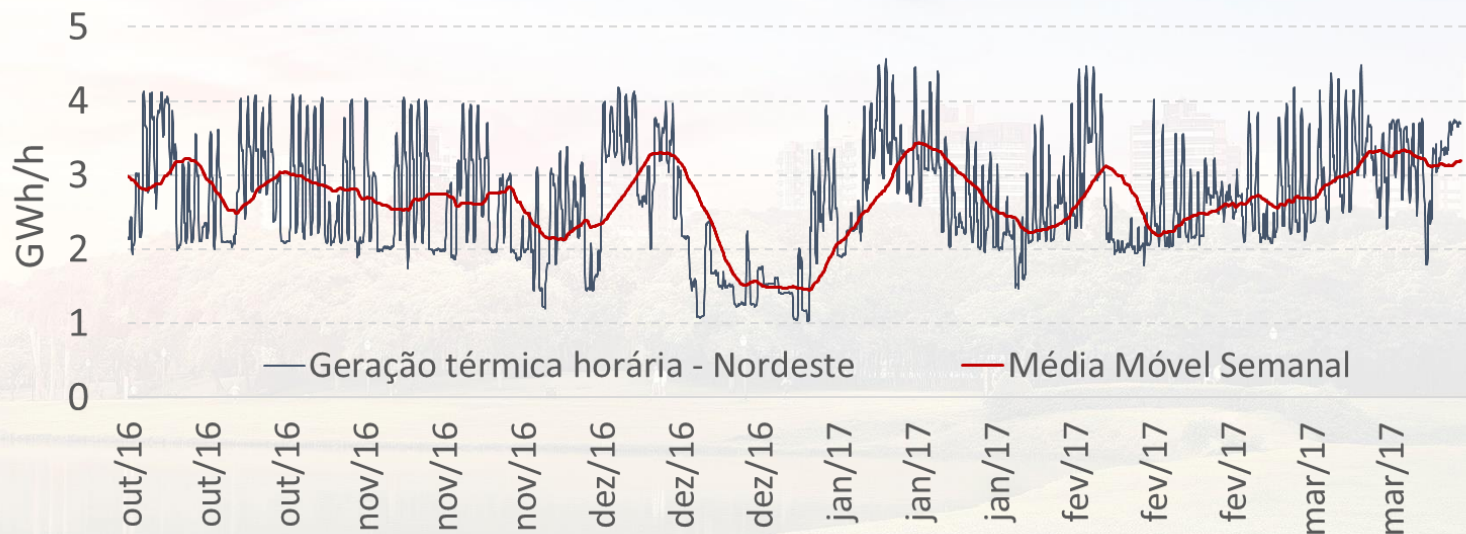
Concepção original:

- Reservatórios das usinas compensariam as flutuações da geração eólica e sazonalidade da biomassa de cana-de-açúcar
- Eólicas sem obrigações de entrega de potência
- Fonte saiu de 1% da capacidade do nordeste para 27% em 2016

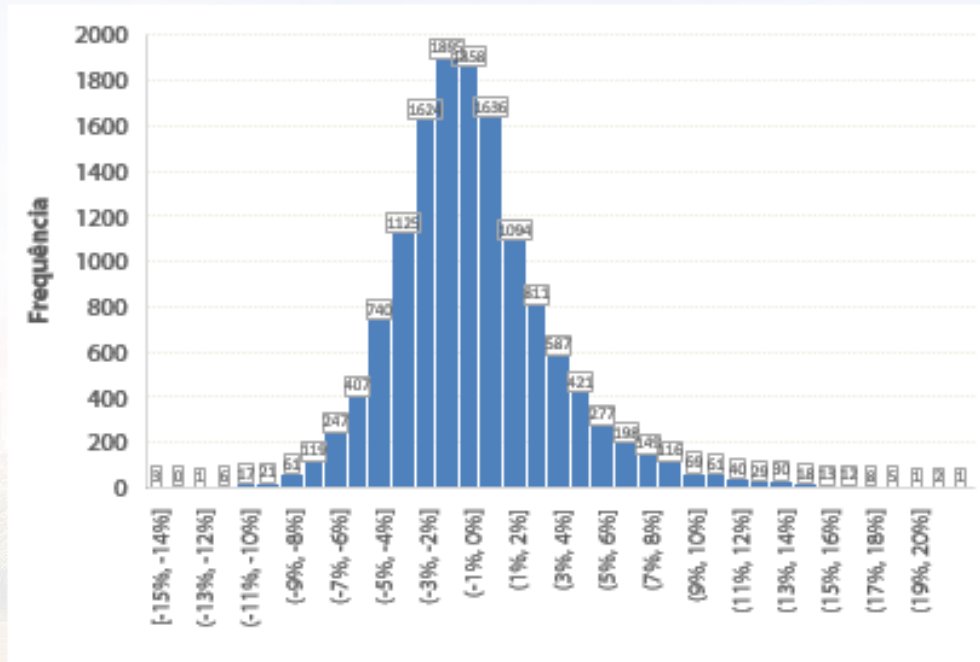
Futuro: Baterias e usinas reversíveis



- Região Nordeste tem apresentado grande redução na capacidade de modulação do parque hidrelétrico: redução na regularização e restrições no rio São Francisco
 - Como resultado, intercâmbio de energia e geração termelétrica sendo utilizado para fechamento do balanço energético da região



- De forma simplificada:
 - Histórico de produção 72 parques no CE, BA e RN
 - Jan/15 a jul/16
 - Variações em horas consecutivas, convertidas em frações da capacidade instalada
 - Histograma mostra variações de mais de 20%



- Metodologia proposta:

1- **Obtenção de dados** sobre recursos eólicos: *NCEP Climate Forecast System Reanalysis (CFSR)*

2- **Tratamento dos dados**: software RStudio para identificar a posição geográfica de interesse, inclusive regiões com grande potencial eólico e solar.

3- **Simulação** do parque renovável: software *System Model Advisor (SAM)* desenvolvido pelo NREL: escolha da altura das torres e os modelos das turbinas eólicas e dos painéis solares

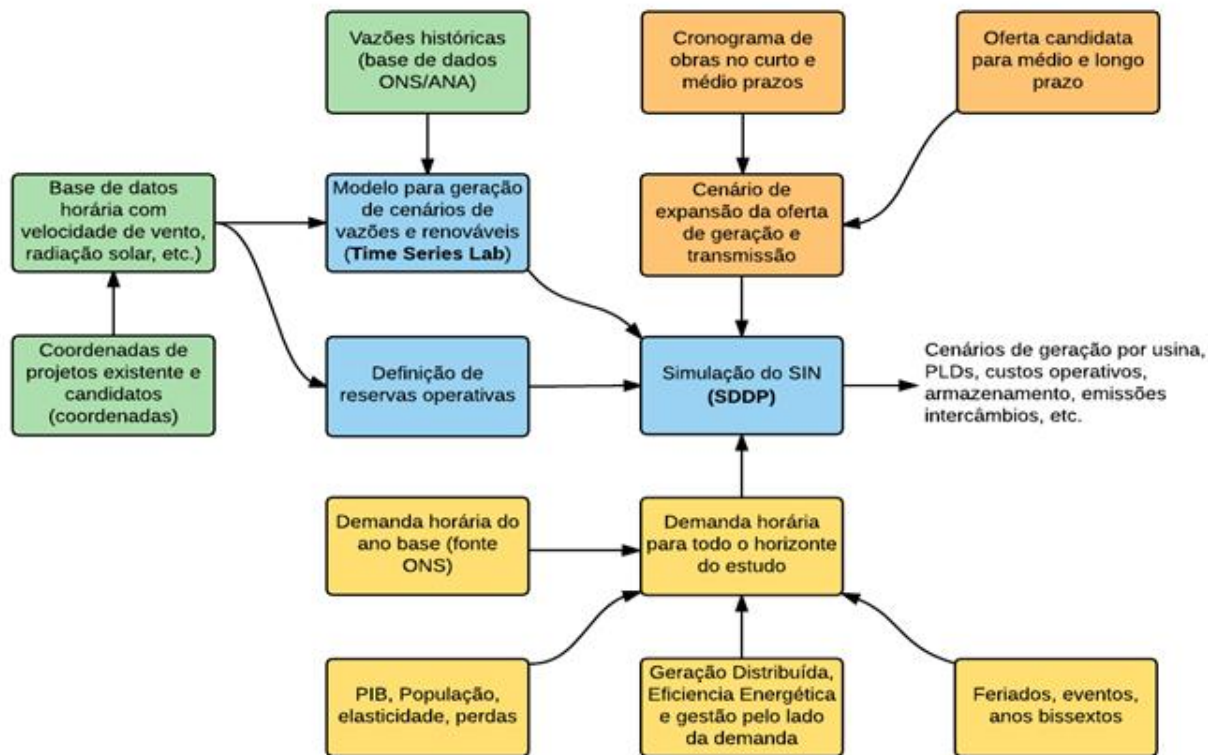
4- **Análise e geração de séries**: software TimeSeriesLab (TSL), desenvolvido pela PSR, para tratamento estatístico e criação de cenários de geração renovável considerando a correlação temporal dos dados, a correlação espacial entre os parques eólicos e a correlação espacial com as vazões das hidrelétricas

- Metodologia proposta (cont.):

5- **Simulação Operativa:** utilizando o modelo SDDP, desenvolvido pela PSR, com discretização horária, com restrições de reserva girante, restrições de transmissão e "Curtailment" de geração renovável

6- **Cálculo da reserva operativa:** Subtrair da demanda prevista (ou cenário) a geração renovável horária do cenário, que precisa ser suficiente para acomodar variações naturais da demanda, das fontes renováveis e saída intempestiva de grandes geradores. Calcular a maior e menor variação da demanda líquida em intervalo de 24 horas para cada cenário simulado.

Simula-se o sistema considerando a reserva operativa

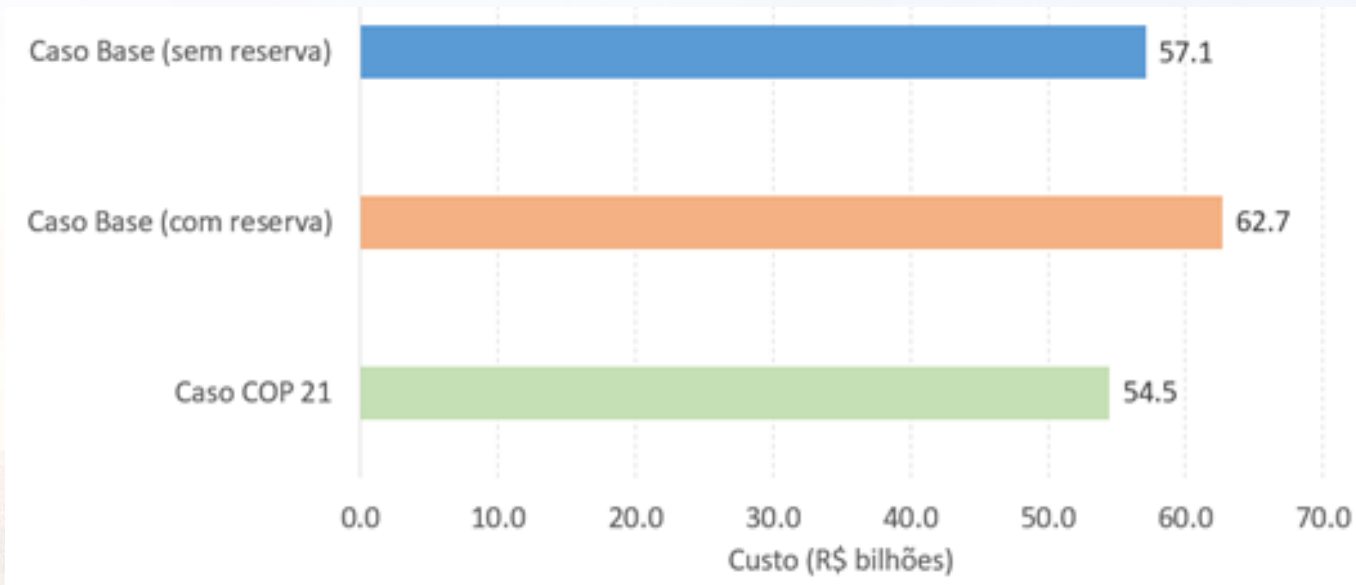


- Caso Base: ~30 GW de eólicas em 2030:
 - Máximo 30% da capacidade de intercâmbio para reserva (2,2 GW)
 - 30% da capacidade das hidrelétricas do subsistema Nordeste (Paulo Afonso IV, Itaparica, Xingó) (2,8 GW)
 - Para atingir os 6 GW necessários à reserva, admitiu-se acréscimo de oferta térmica a gás natural em ciclo aberto (i.e. com operação flexível) (1 GW)
- Caso alternativo: atinge a meta de 23% de renováveis em 2030 (COP 21)
 - Eólicas atingem ~40 GW de potência instalada
 - Necessidade de mais 2,5 GW de potência térmica
 - Considera maior eficiência energética (10% em vez de 3% do caso base)

IMPACTO DA RESERVA

Estudo de Caso

- Impactos nos custos operativos: aumento de ~10%

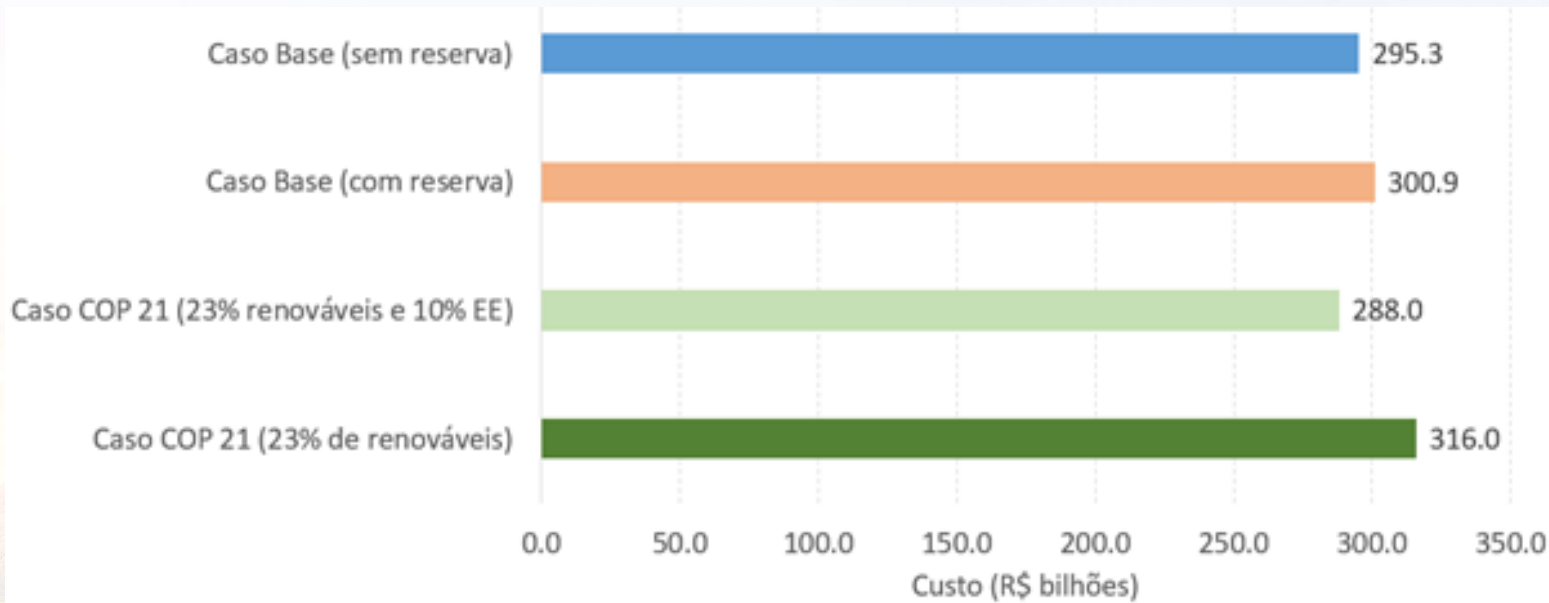


- Com o aumento das renováveis ($CVU = 0$) o custo operativo é menor, mesmo considerando a necessidade da reserva operativa

IMPACTO DA RESERVA

Estudo de Caso

- Impacto nos custos totais: operativos + custos de investimento:



- Mesmo considerando todos os custos, o caso da COP 21 permanece com ligeira vantagem, entretanto esse fato é resultado das premissas da eficiência energética

CONCLUSÕES

- Existe a tendência de aumento da intermitência na geração do sistema elétrico devido à inserção de fontes renováveis. Isso ocasiona maiores desafios na operação e necessidade de reserva operativa para garantia de segurança de suprimento;
- Este trabalho apresentou uma metodologia para cálculo da necessidade de reserva no sistema, considerando geração de cenários renováveis correlacionados, de forma a atender as possíveis variações com a confiabilidade desejada;
- Para verificar o impacto da reserva no sistema, realizou-se um estudo de caso, com abordagem direta da necessidade de reserva, no qual se verificou o aumento nos custos operativos e de investimento;
- Uma conclusão adicional é a boa relação custo benefício da eficiência energética, ressaltando a importância de se investir em tal iniciativa;
- Para trabalhos futuros, indica-se incorporar a necessidade de reserva no problema de expansão da geração, de maneira a elaborar um plano mais robusto e adequado.

CELSO DALL'ORTO

 (21) 3906-2100

 (19) 98111-2980

 celso@psr-inc.com