



# VARIABILIDADE DO RECURSO EÓLICO E POSSÍVEIS IMPACTOS NO SIN

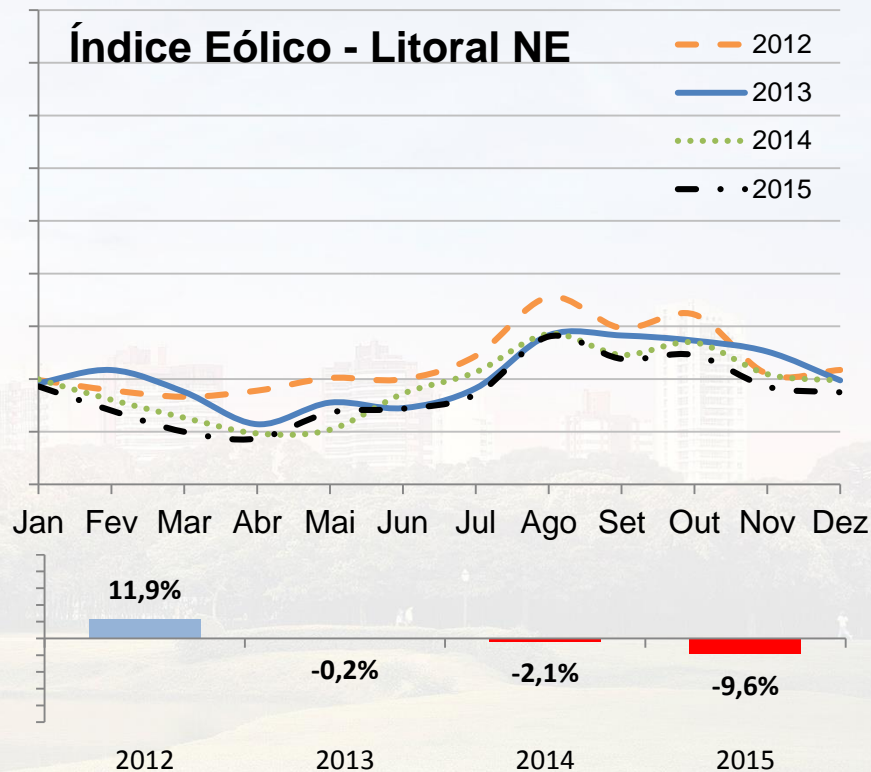
GPL / Gustavo Haydt,  
Juarez Lopes e Flávio Rosa



## Potência Eólica Instalada (MW)



## VARIABILIDADE DO RECURSO EÓLICO E POSSÍVEIS IMPACTOS NO SIN - GPL / Gustavo Haydt



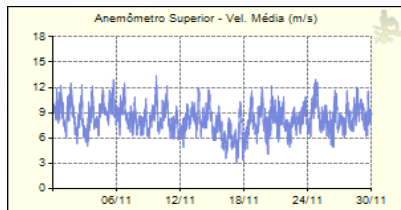


# Geração horária de um parque no Nordeste

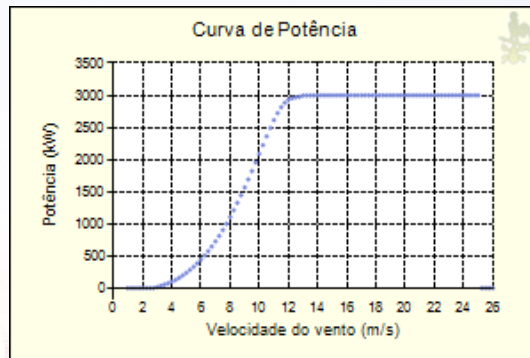
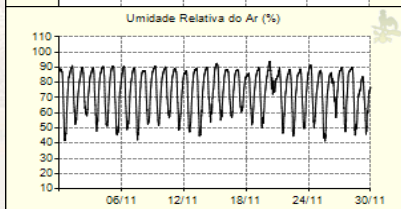
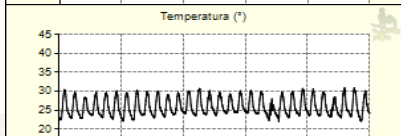
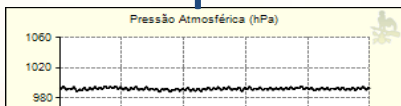


- **Base de dados com medições de velocidade e direção do vento**, temperatura, umidade e pressão
- **Medição realizada a cada 10 minutos** (padrão internacional), **sincronizada** e enviada para a EPE a cada 15 dias
- Análise periódica para garantir a **qualidade do histórico de longo prazo** do recurso eólico
- **553 estações, 50 empresas, + de 200 profissionais** envolvidos
- Médias horárias por mês do recurso eólico publicadas **por Unidade Federativa**

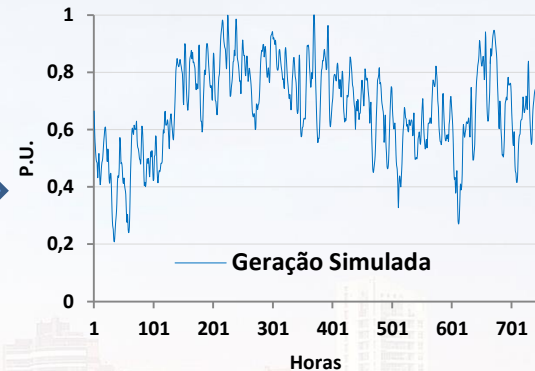
# SIMULAÇÃO DA GERAÇÃO EÓLICA



$\rho$

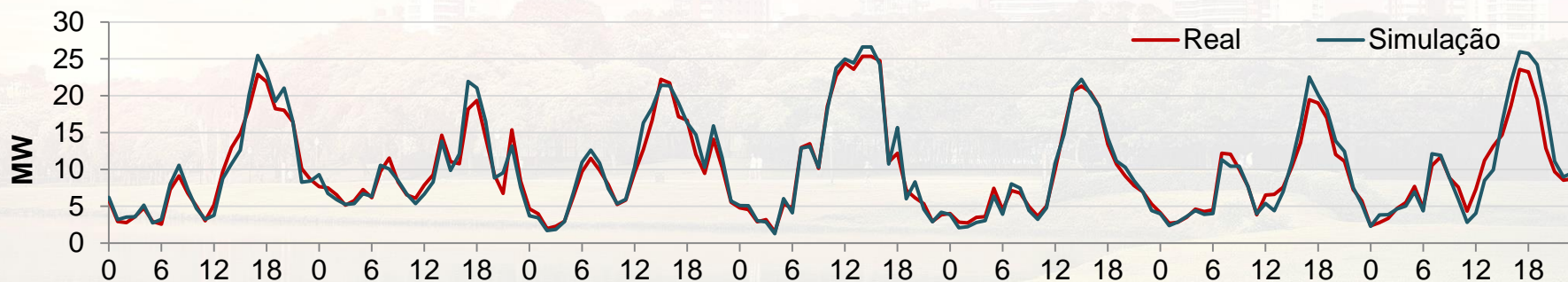
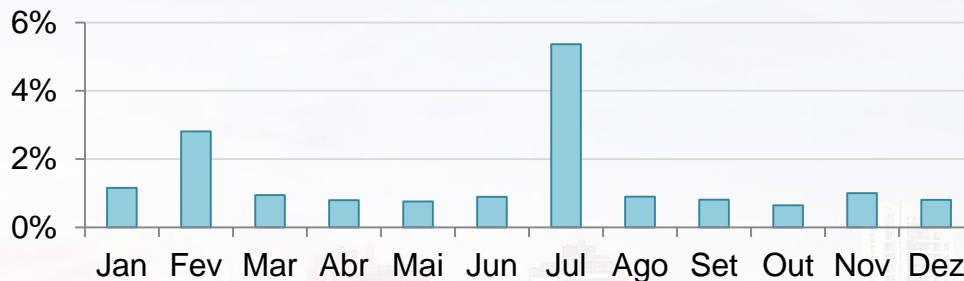


$$P = \frac{1}{2} \rho A v^3$$





## Erro Médio Quadrado

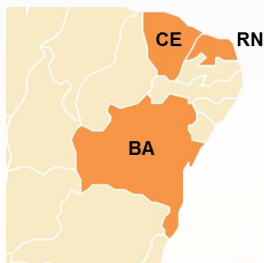

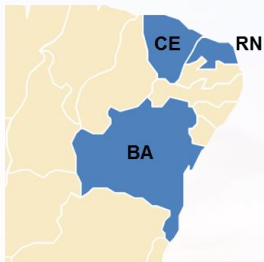

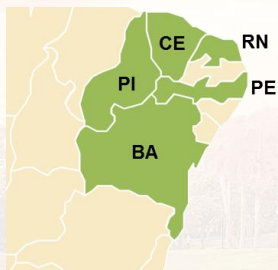

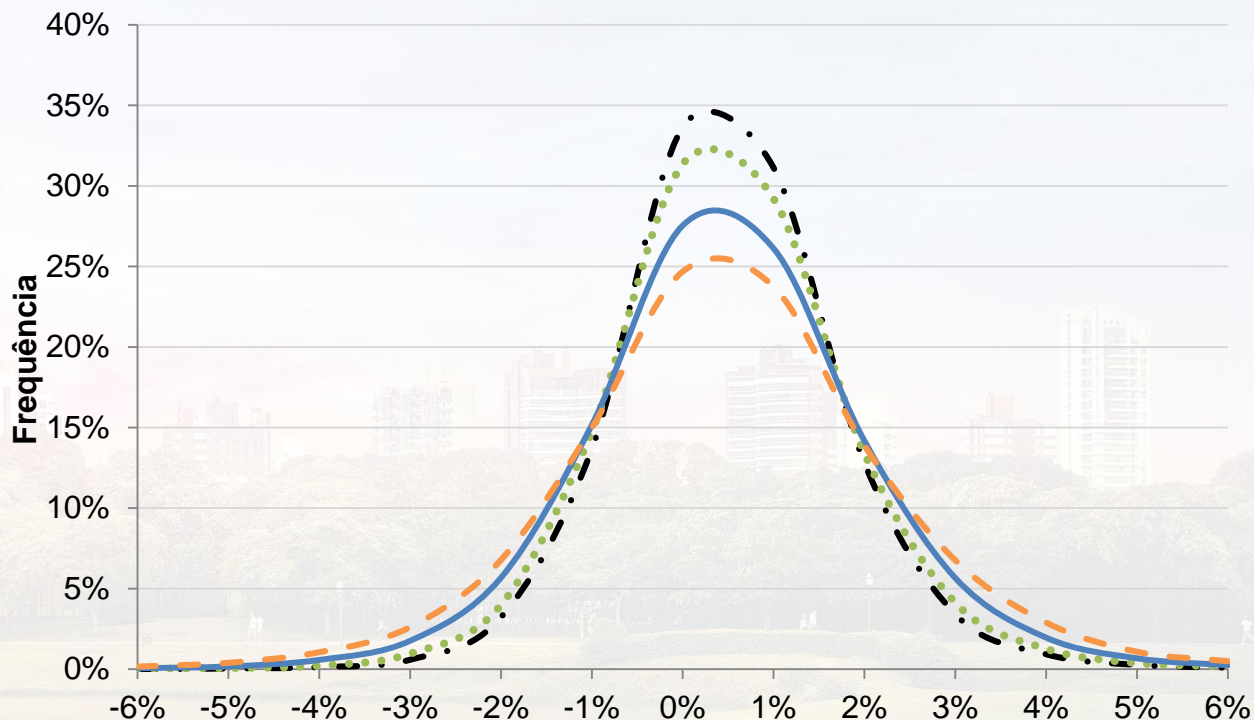




- Avaliação da variabilidade de curto prazo (variação horária e em 10 minutos) da geração eólica
- Contabilização dos períodos de calmaria (baixa geração)
- Efeitos da dispersão geográfica:
  - Disponibilidade da geração
  - Variabilidade
  - Períodos de calmaria

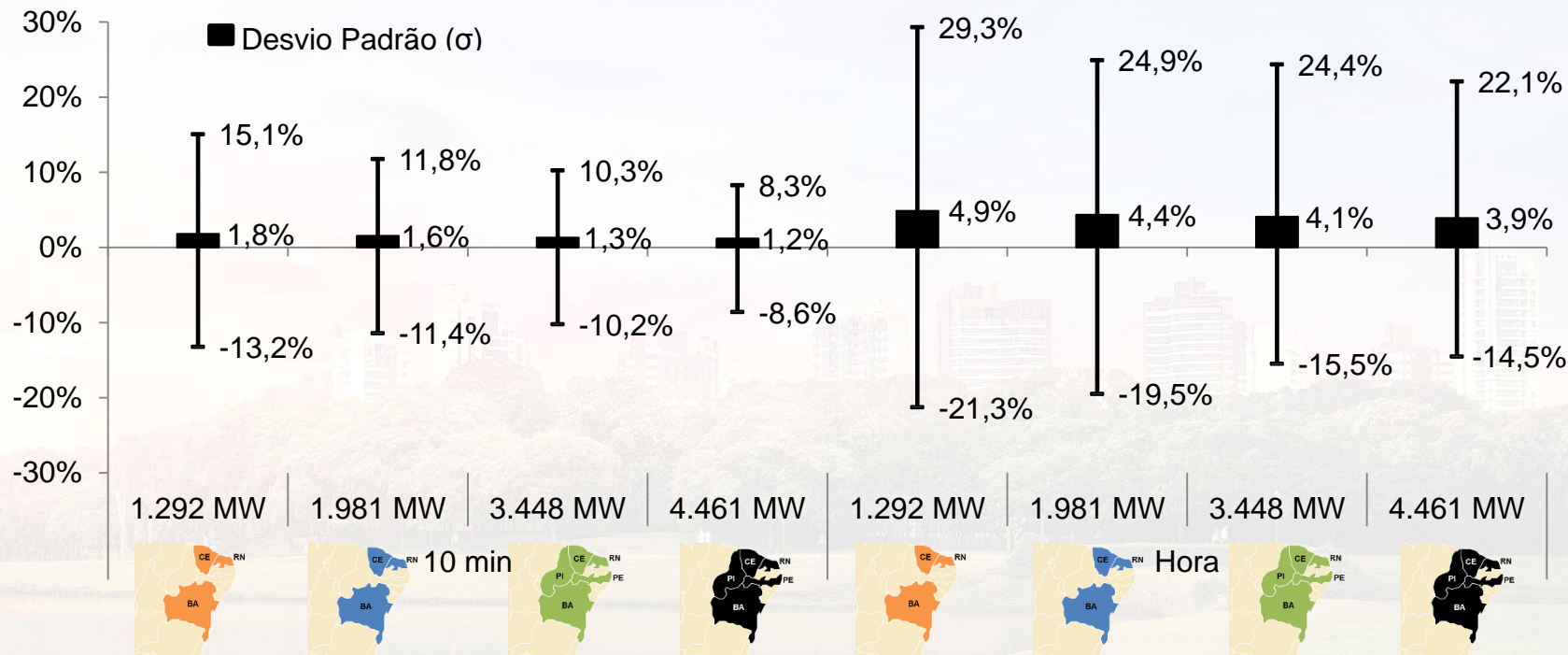


# Configurações

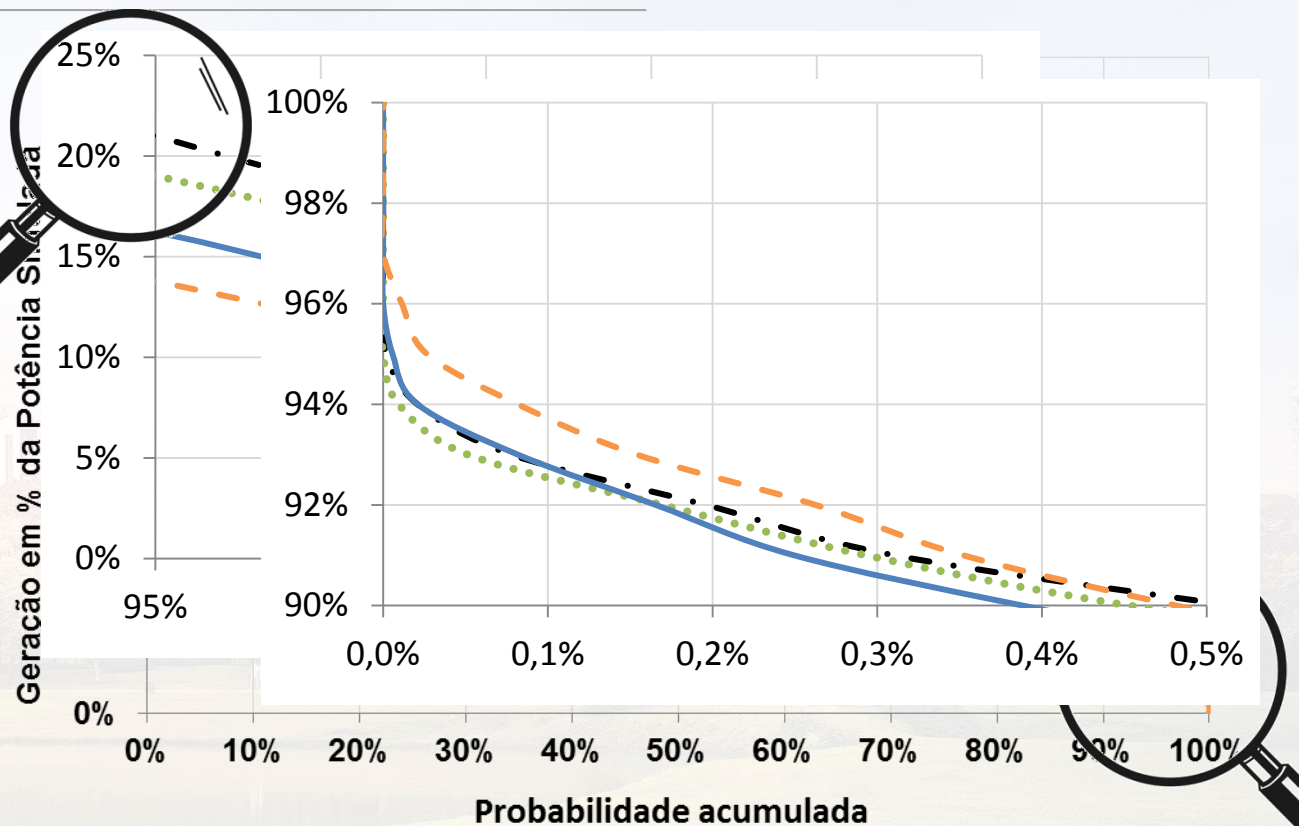
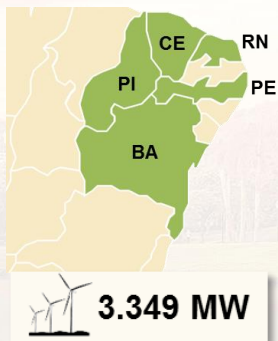
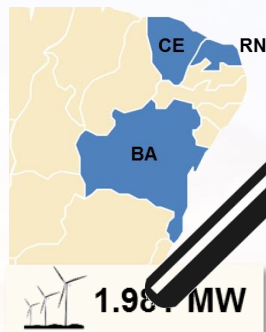
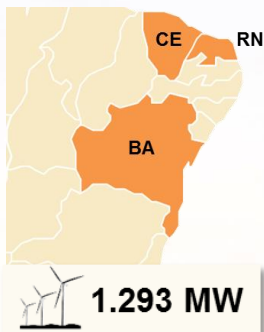

**1.293 MW**
**1.981 MW**
**3.349 MW**
**4.462 MW**

### Amplitude da variação em 10 minutos em função da potencia nominal

## Variação em % da Potência Simulada



## Configurações





Configuração	1.293 MW (BA, CE e RN)			4.462 MW (BA, CE, PE, PI e RN)		
Nível de calma	5%	10%	15%	5%	10%	15%
Nº de ocorrências	25	43	95	3	27	33
Duração máxima (horas)	11	29	39	5	13	34



## CONSIDERAÇÕES

- Os resultados mostram a **importância da distribuição espacial dos parques** eólicos na atenuação da variabilidade da fonte
- A máxima **variação horária** observada passa de **29%** da potência na configuração de 1.293 MW (BA, CE e RN), **para 22%** em uma configuração de 4.462 MW (BA, CE, PE, PI e RN), **resultado da maior dispersão geográfica**
- Para as mesmas configurações obteve-se uma **redução da calmaria** (geração até 5% da potência) de 25 ocorrências para 3 **na configuração com maior dispersão geográfica**
- Os **períodos de calmaria e máxima variação horária** podem ser interessantes **indicadores** para o dimensionamento de **reserva** (potência e energia)
- **Benefício na disponibilidade e na potência** instantânea, com ganho médio de 6% da capacidade instalada **na configuração com maior dispersão geográfica**

## CONSIDERAÇÕES


- O **aproveitamento do recurso eólico**, inicialmente concentrado no litoral do CE e RN, se expandiu para BA, MA, PB, PE, PI e SE. Nesse processo, a agregação **de diferentes regimes de vento**, resultado de leilões de energia, **resulta** numa tendência de **redução** da amplitude e frequência **das variações** de potência e de **calmaria**, com **consequente melhora na confiabilidade** do sistema.
- Com a **ampliação da oferta de fontes variáveis e não controláveis**, a **análise estatística** do comportamento dessas fontes **ganha** maior valor e **necessidade** de **atualização** periódica para garantir um planejamento adequado do sistema elétrico, com menores riscos e custos.

## Gustavo B. Haydt de Souza

---

 (21) 3512-3149

 [gustavo.souza@epe.gov.br](mailto:gustavo.souza@epe.gov.br)

 [www.epe.gov.br](http://www.epe.gov.br)