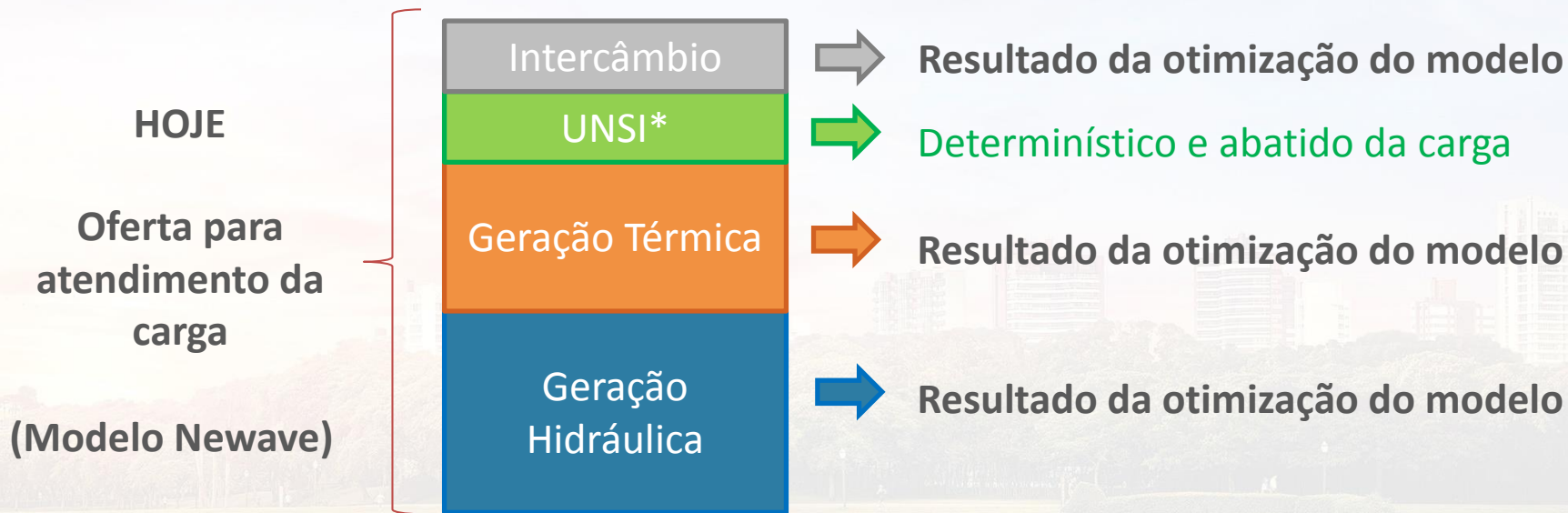


# Estudo e inserção da geração de séries sintéticas para a energia eólica na otimização de energia elétrica no Brasil

GPL/ Juliana F. Chade  
Mummey



- Usinas não simuladas (PCH, Biomassa e Eólica: antigas pequenas usinas) - Ilustração fora de escala

## VISÃO GERAL

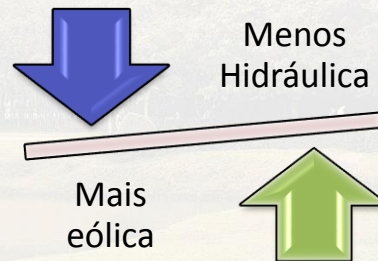
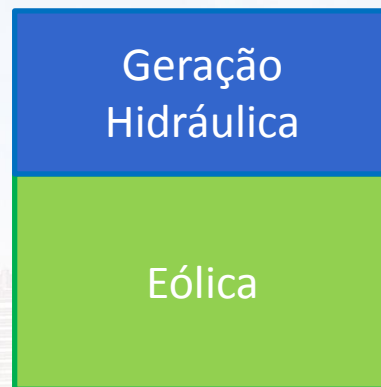
## Variabilidade da geração eólica devido às alterações das velocidades de vento

# Complementaridade da geração eólica com a hidráulica no Nordeste



## Séries sintéticas de geração eólica

## Hidrologia Favorável

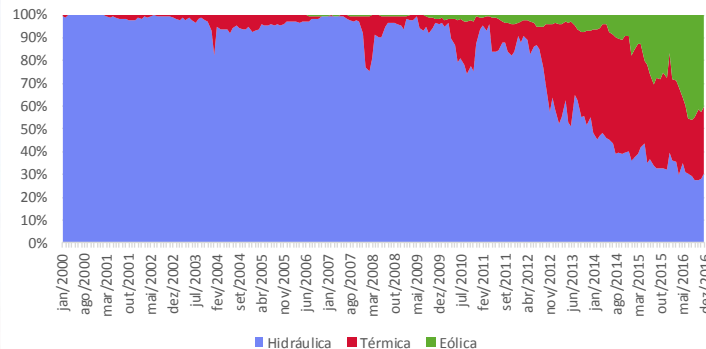




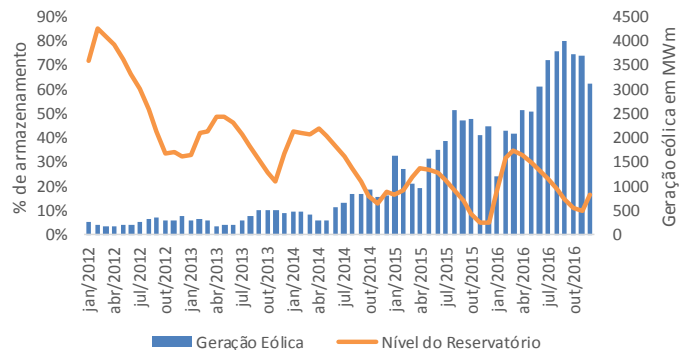
# INTRODUÇÃO

- Eólicas representam 7% da capacidade instalada Brasileira
- Mais de 10 GW instalados
- Principais Estados: Rio Grande do Norte, Bahia e Ceará
- 80% da capacidade instalada no Nordeste

Participação das fontes na geração de energia do Nordeste



Nível dos Reservatórios e Geração Eólica do Nordeste



## OBJETIVO

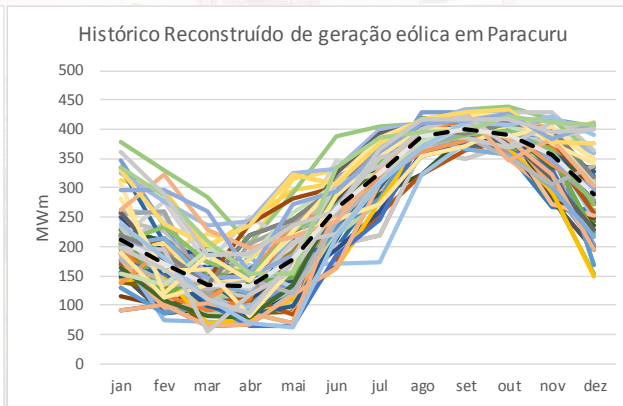
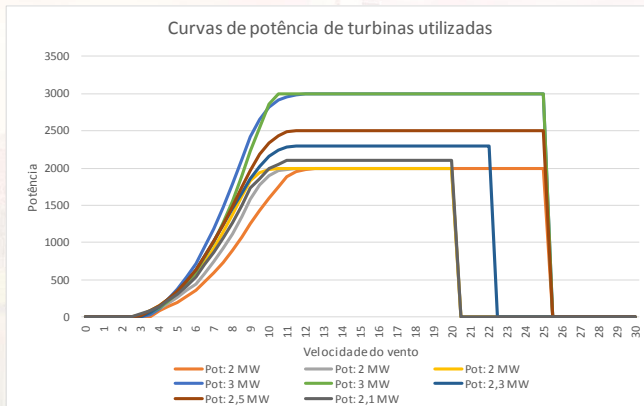
---

- Mostrar um primeiro estudo sobre a representação estocástica da geração eólica no Newave
- Impactos em relação ao modelo determinístico
- Complementaridade das fontes
- Custo Marginal de Operação

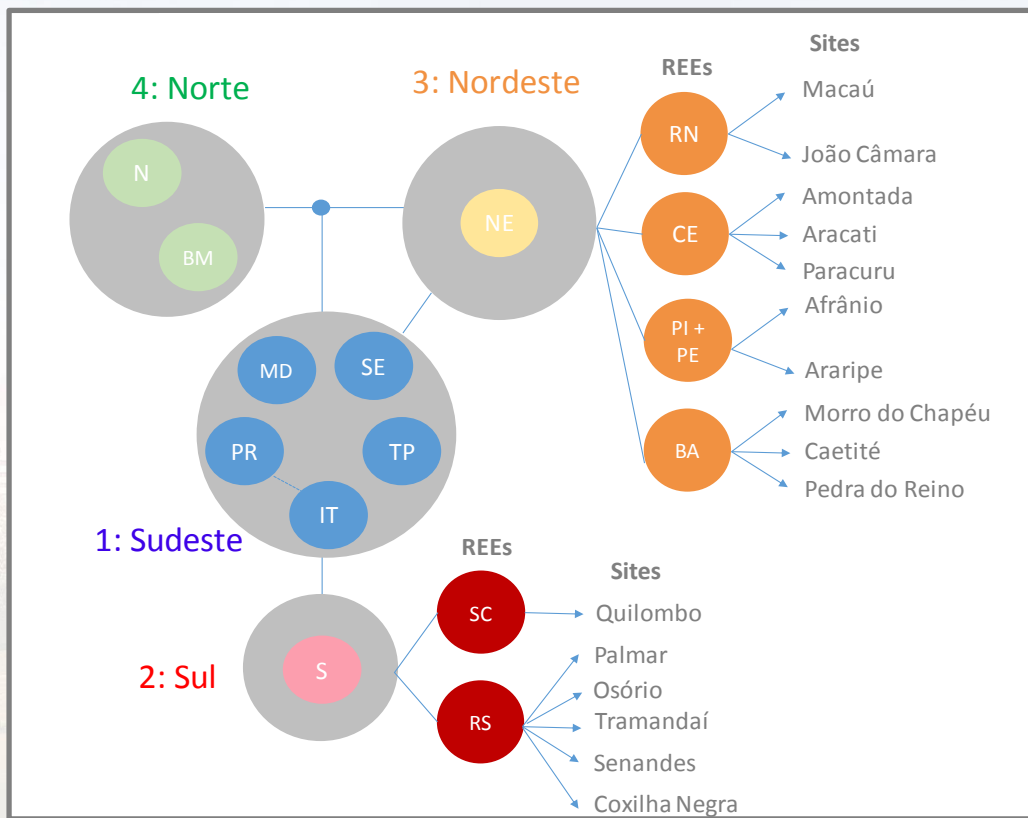
## BASE DE DADOS DE VELOCIDADE DE VENTO

- Velocidade de vento de 16 sites com base: Vortex e NOAA
- Base Vortex: velocidade de vento horária de 1982 a 2014
- Base NOAA: velocidade de vento diária desde 1947

**Mesma base para comparação e extrapolação para a mesma altura**



- Das UNSI, a geração eólica representa 92% de participação no Nordeste e 34% no Sul
- Valores determinísticos de geração eólica excluídos para a inserção da capacidade de produção através de usinas hidráulicas a fio d'água para utilizar o modelo PAR (P)





## SIMULAÇÕES

- Histórico reconstruído de geração eólica comparado com a simulação oficial de Agosto/16
- Aumento da capacidade instalada eólica em 10 vezes
- Idem ao primeiro, mas com séries sintéticas

1951-1955

2010 - 2014

- Baixas afluências no Nordeste;
- Média de geração eólica reconstruída com alguns meses abaixo da média
- Baixas afluências no Nordeste;
- Média de geração eólica reconstruída acima da média

## Caso oficial

Caso oficial				Média	1951-1955		2010 - 2014	
Agosto quarto ano	Oficial média	Oficial 1951-1955	Oficial 2010-2014					
CMO Sudeste (R\$/MWh)	27,75	152,14	5,51	8,70		46,85	1,84	
CMO Sul (R\$/MWh)	27,27	152,13	5,50	8,41		46,86	1,84	
CMO Nordeste (R\$/MWh)	21,46	85,15	5,50	1,17		-	-	
CMO Norte (R\$/MWh)	24,46	114,43	5,51	6,94		43,76	1,49	
Geração Hidráulica SE	25.965	23.088	27.885	25.801		28.764	21.857	
Geração Hidráulica S	11.711	11.373	13.736	10.302		6.660	13.634	
Geração Hidráulica NE	4.879	5.675	3.788	4.483		4.410	4.373	
Geração Hidráulica N	5.894	5.728	3.289	6.674		7.104	7.104	
Geração Hidráulica SIN	48.449	45.864	48.698	47.261		46.937	46.968	
Geração Térmica SE	2.866	3.828	2.709	2.735		2.879	2.709	
Geração Térmica S	807	976	779	780		779	779	
Geração Térmica NE	584	715	572	572		572	572	
Geração Térmica N	1.261	2.585	1.209	1.209		1.209	1.209	
Geração Térmica SIN	5.519	8.103	5.269	5.296		5.439	5.269	
Geração Eólica S	868	868	868	1.049	SECO	1.051	SECO	1.154
Geração Eólica NE	8.262	8.262	8.262	9.492		9.670	+	9.706
Geração Eólica SIN	9.130	9.130	9.130	10.541		10.721	VENTO	10.860

## Determinístico

- 

The figure consists of four subplots, each representing a different region of Brazil: Sudeste (Southeast), Sul (South), Nordeste (Northeast), and Norte (North). Each subplot displays three data series over time from August 2016 to November 2020:

- Diferença CMO** (Difference CMO): Represented by grey vertical bars, showing the difference between the official and simulated CMO values.
- CMO oficial média** (Official CMO average): Represented by a blue line, showing the official average CMO.
- CMO simulação média** (Simulated CMO average): Represented by an orange line, showing the average CMO from the simulation.

The y-axis for all charts is  $RS/MWh$  (Revenue per MWh). The left y-axis ranges from 0 to 140, and the right y-axis ranges from -20 to 50. The x-axis shows months from ago/16 to nov/20.

- Redução dos custos marginais
- A complementaridade reduz o despacho térmico
- Custos marginais mais constantes, aumentando a previsibilidade





## CONCLUSÕES

- Simulações confirmam a complementaridade da eólica com a hidráulica no Nordeste do Brasil
- Com hidrologia desfavorável, a eólica consegue gerar mais e ajudar no atendimento da carga, evitando-se custos com o despacho térmico
- Redução dos custos marginais e da volatilidade
- Melhor representação da variabilidade e complementaridade, identificando-se uma importante contribuição para o setor de energia elétrica

## JULIANA F. CHADE MUMMEY

---

 (11) 4573-0283

 (11) 98324-9528

 [Juliana.chade@comerc.com.br](mailto:Juliana.chade@comerc.com.br)

 [www.comerc.com.br](http://www.comerc.com.br)