



## WORKSHOP EPE

Rio de Janeiro, 15 de Maio de 2019.



**“Análise da complementaridade entre duas ou mais Fontes de Energia objetivando a otimização do uso dos Sistemas de Escoamento e ajuste dos Processos Regulatórios em Projetos Híbridos”**



- Estudos recentes apontam para **complementaridade entre os recursos solares e eólicos** em algumas regiões do Brasil, em particular no nível diário.
- Nesse sentido, a associação destas duas fontes quando compartilhando sites, pode produzir sinergias adicionais que permitem a obtenção de resultados que superam a sua exploração individualizada de modo significativo.

Os **parques híbridos do tipo eólico-solar FV** se apresentam **como interessantes alternativas** para investimento e de elevado potencial de viabilização para implantação efetiva, sobretudo se for considerada a tendência de expansão dessas duas fontes no território nacional.

  
Por conseguinte ...

*Exemplo de projeto “híbrido” com duas fontes compartilhando o mesmo site - **Complexo Fontes** – com operação iniciada em 2015, formado pelos parques solares fotovoltaicos Fontes Solar I e II (11 MW) e o eólico Fonte dos Ventos (80 MW), implantado pela Enel Green Power Brasil em **Tacaratu-PE**.*



Parque Híbrido: Complexo Fontes, Tacaratu-PE.

# Objetivos do Estudo e Associados financiadores

- **O estudo teve como foco principal fomentar o debate sobre os Projetos Híbridos, em particular Solar FV / Eólico, de forma a atender os interesses dos empreendedores e, ao mesmo tempo, os princípios do Regulador.**
  - Para tanto, é oportuno sublinhar algumas importantes questões técnicas e regulatórias a serem observadas no tratamento deste tipo de empreendimento.

## # Empresa

1	Brennand	ABEEólica
2	Casa dos Ventos	ABEEólica
3	Echoenergia	ABEEólica
4	EDP Renováveis	ABEEólica
5	Enel Green Power	ABEEólica
6	GE	ABEEólica
7	Queiroz Galvão Energia	ABEEólica
8	Renova	ABEEólica
9	Siemens Gamesa	ABEEólica
10	Statkraft	ABEEólica
11	Vestas	ABEEólica
12	Voltalia	ABEEólica
13	Votorantim Energia	ABEEólica
14	WEG	ABEEólica
15	Atlas	ABSOLAR
16	Brametal	ABSOLAR
17	Solairedirect ENGIE	ABSOLAR
18	AES Tietê	APINE
19	CESP	APINE
20	CPFL Renováveis	APINE
21	ENGIE	APINE
22	Neoenergia	APINE
23	Serveng	APINE



*Avançando, pode-se ponderar que ....*

***para a viabilização técnico, econômica e financeira de Usinas Híbridas/Associadas é necessária a proposição de mudanças/ajustes regulatórios que garantam uma melhoria da atratividade comercial deste tipo de usinas frente às suas particularidades e condições atuais de mercado.***

*Nesse contexto, surgem análises que direcionam propostas.....*

## FASE I – Metodologia e Viabilidade

- ✓ **Metodologia de cálculo de Custos e Benefícios para Parques híbridos**
- ✓ **Acesso de projetos Híbridos à Rede Básica e avaliação do MUST**
- ✓ **Análise econômica e financeira**
  - Equacionamento do Risco Operativo / Diretrizes de operação
  - Adaptação de Projetos Existentes – Cadeia de Procedimentos e Estudos

## FASE II – Aperfeiçoamentos Regulatórios

- ✓ **Outorga**
- ✓ **Garantia Física**
- ✓ **Proposta de aspectos gerais de leilão para contratação de energia produzida por projetos híbridos**
- ✓ **Mudanças regulatórias gerais**
- ✓ **Proposta de critérios de precificação e comercialização da energia híbrida produzida**

### **Status dos temas:**

- ✓ **Finalizado**
  - Finalizado mas ainda não aprovado pelos Patrocinadores

- ✓ Atualmente não há tratamento regulatório específico para as Usinas Associadas e/ou Híbridas.
- ✓ Na prática, os empreendedores estão ‘anexando’ projetos solares FV aos parques eólicos com vistas a auferir os benefícios em relação a implantação da nova usina com o compartilhamento de algumas instalações e compartilhamento da operação de ambas.
- ✓ Neste processo, as usinas são tratadas individualmente, segundo regulação específica para cada fonte. Não existe, portanto, um tratamento diferenciado focado no conjunto.
- ✓ Por conseguinte, no contexto de interesse dos potenciais empreendedores:

Existe ‘**necessidade regulatória**’ de se definir um enquadramento específico para usinas do tipo Associadas e Híbridas, de modo a contemplar as características destas tipologias e dar tratamento específico às mesmas.

- ✓ Dentro desta ótica e do amplo universo de questões regulatórias que envolvem a temática, pode-se destacar as seguintes:
  - ❑ Contratação do Montante do Uso do Sistema (MUST ou MUSD) e critérios para inibir ultrapassagens, como p.ex. *drop generation* (corte intencional de geração) compulsório
  - ❑ Garantia Física dos Empreendimentos

# ANÁLISE DE CONTRATAÇÃO DO MUST

- ✓ O tratamento regulatório vigente, dado pelas **RNs nº 666/2015 e nº 506/2012 da ANEEL**, indica a contratação de um MUST equivalente à 100% da Potência Nominal Líquida da fonte Solar FV/Eólica (Potência Injetada = Potência Nominal – Consumo Interno – Perdas até Ponto de Entrega).
- ✓ Dessa forma, em usinas híbridas/associadas isso implicaria, estrito senso, na contratação da **soma da potência nominal líquida das fontes**.
- ✓ Esta contratação agregada não contribui com o (quase) frequente “gargalo”, caracterizado pela necessidade de implantação de projetos em pontos com rede de conexão, muitas vezes já esgotada em termos de potência contratada e que, por este fato ...
  - **um dos objetivos/interesse em se constituir um projeto híbrido/associado seria justamente o de explorar o compartilhamento da conexão (e a otimização no uso da rede advindo da complementaridade) .**
- ✓ Uma vez que um dos interesses de se viabilizar essas tipologias reside no compartilhamento da rede, em razão dos benefícios técnicos-financeiros gerados, seria coerente a proposição de ajustes normativos que permitam tratamento específico em relação à contratação do MUST no caso desse tipo de projeto.

**Necessidade de aprimoramento das Resoluções Normativas vigentes de forma a permitir contratação do montante de uso do sistema de forma diferenciada para os casos de usinas híbridas e associadas.**

- **CARACTERIZAÇÃO DAS SÉRIES TEMPORAIS UTILIZADAS NO ESTUDO**
  - Com base em séries medidas e oriundas de modelos de mesoescala.
- **ANÁLISE DE PENALIDADE POR ULTRAPASSAGEM**
  - Metodologia para análise de penalidade
  - Resultados e Conclusões
- **ANÁLISE DE OTIMIZAÇÃO DE CONTRATAÇÃO DO MUST**
  - Metodologia aplicada e premissas
  - Resultados e Conclusões

Agenda do Tópico



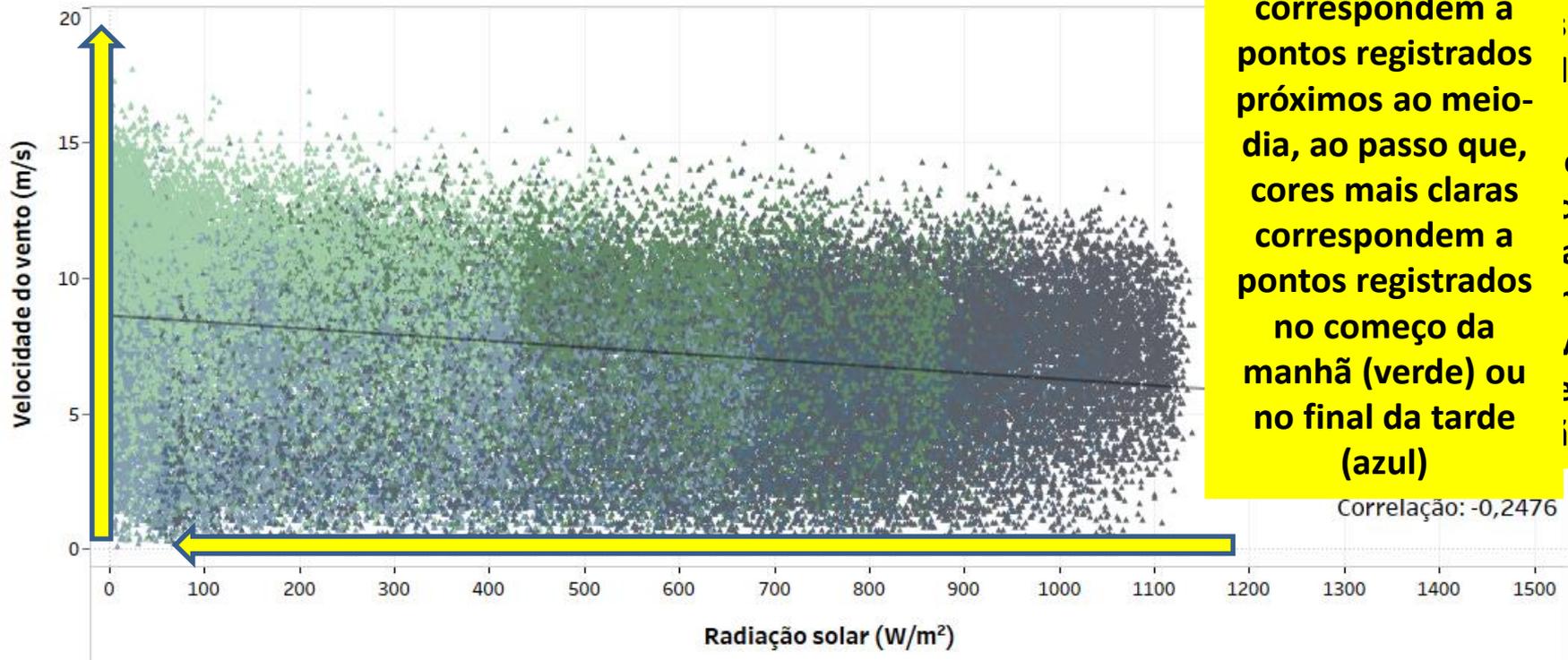
## Considerações Iniciais:

- Neste estudo foram analisadas **nove localidades das regiões nordeste e sul do país, para tanto, foram utilizadas séries de dados de modelos de mesoescala.**
- Buscou-se refinar os métodos de aferição da complementariedade de geração entre estas duas fontes com foco na otimização do Montante de Uso dos Sistemas de Transmissão (MUST).

Locais de análise	Séries de dados	Resolução	Local	Período
C-BA-1	Mesoescala	Horária	Interior da Bahia	Janeiro de 1999 a Março de 2014
C-BA-2	Mesoescala	Horária	Interior da Bahia	Dezembro de 2002 a Janeiro de 2018
C-BA-4	Mesoescala	Horária	Interior da Bahia	Janeiro de 1999 a Março de 2014
C-CE-2	Mesoescala	Horária	Litoral do Ceará	Janeiro de 1999 a Fevereiro de 2014
C-PI-1	Mesoescala	Horária	Litoral do Piauí	Dezembro de 2004 a Fevereiro de 2018
C-RN-1	Mesoescala	Horária	Litoral do Rio Grande do Norte	Janeiro de 2000 a Fevereiro de 2014
C-RN-2	Mesoescala	Horária	Litoral do Rio Grande do Norte	Janeiro de 2002 a Julho de 2018
C-RN-3	Mesoescala	Horária	Litoral do Rio Grande do Norte	Janeiro de 2002 a Julho de 2018
C-RS-1	Mesoescala	Horária	Litoral do Rio Grande do Sul	Janeiro de 2000 a Fevereiro de 2014

### C-BA-1

Dispersão dos eventos ao longo do dia



**Cores mais escuras correspondem a pontos registrados próximos ao meio-dia, ao passo que, cores mais claras correspondem a pontos registrados no começo da manhã (verde) ou no final da tarde (azul)**

entada  
linhação  
pontos  
outras  
do a  
ativa,  
mento  
vento é  
uma  
io solar.

Correlação: -0,2476

Local  
C-BA-1  
 Mostrar histórico

O gráfico de dispersão acima apresenta a relação observada entre as variáveis aleatórias: velocidade do vento (m/s) e radiação solar (W/m<sup>2</sup>), paginado pelos locais de análise. Os pontos da dispersão estão classificados por cores em função do horário. Também é exibida a correlação entre as duas séries calculada para cada mês.

Note que o gráfico também apresenta a linha de referência: Radiação Extraterrestre (W/m<sup>2</sup>). Esta linha evidencia os limites do horizonte analisado, sendo a radiação extraterrestre o limite teórico de radiação solar excetuado-se os efeitos de absorção e reflexão da radiação solar pela atmosfera.

### Correlação entre as séries históricas eólicas (m/s) e fotovoltaicas (W/m<sup>2</sup>) por localidade

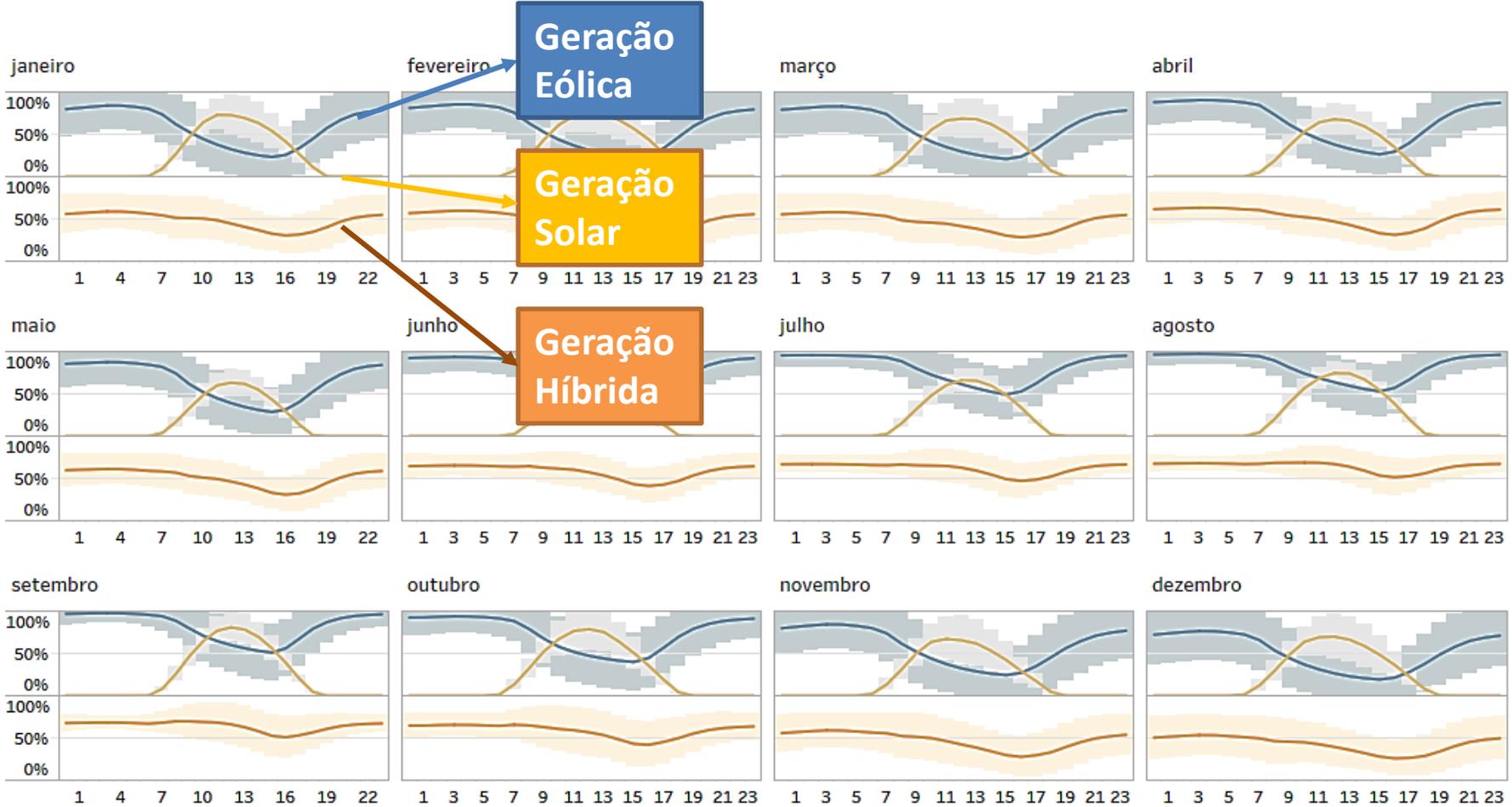
	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
C-BA-1	-0,205	-0,243	-0,189	-0,311	-0,376	-0,412	-0,422	-0,411	-0,318	-0,183	-0,095	-0,117
C-BA-2	-0,107	-0,136	-0,172	-0,280	-0,344	-0,303	-0,251	-0,328	-0,368	-0,195	-0,151	-0,122
C-BA-4	-0,069	-0,082	-0,094	-0,140	-0,226	-0,193	-0,196	-0,221	-0,251	-0,137	-0,062	-0,021
C-CE-2	0,245	0,249	0,222	0,201	0,161	0,069	0,006	-0,107	-0,180	-0,069	0,044	0,168
C-PI-1	0,075	0,059	0,041	0,058	-0,020	-0,066	-0,066	-0,055	-0,020	0,122	0,130	0,090
C-RN-1	0,097	0,096	0,071	0,043	-0,047	-0,055	0,025	-0,005	-0,086	-0,082	-0,099	-0,010
C-RN-2	0,222	0,177	0,083	-0,018	-0,074	-0,041	0,064	0,054	0,082	0,100	0,110	0,143
C-RN-3	0,158	0,118	0,017	-0,010	0,005	0,053	0,158	0,135	0,104	0,102	0,068	0,093
C-RS-1	0,085	0,048	-0,016	-0,121	-0,122	-0,083	-0,094	-0,031	-0,043	0,012	0,023	0,021

- Os dados em azul correspondem aos valores negativos de correlação entre as séries eólica e fotovoltaica. Ou seja, representam conjuntos de ocorrências em cada site e cada mês, onde se observou uma tendência de redução nas velocidades do vento quando a radiação solar aumentava.
- Paralelamente, o dados assinalados em vermelho correspondem aos meses de correlação positiva. Ou seja, representam conjuntos de ocorrências em cada site e cada mês em que se observou uma tendência da radiação solar aumentar concomitantemente ao crescimento da velocidade do vento.
- Pelos cálculos das correlações entre as séries constantes da Tabela apresentada, percebe-se que as **localidades na Bahia apresentaram as correlações mais interessantes entre as séries analisadas.**
- Embora a correlação seja um indicador importante na análise da complementaridade entre as séries, é importante salientar que este indicador representa tão somente uma tendência comportamento entre as séries, sendo em si um indicativo para o aprofundamento nas análises de sinergia entre os potenciais de geração solar e eólica em cada caso.

# Análise de Complementaridade – Contratação do MUST



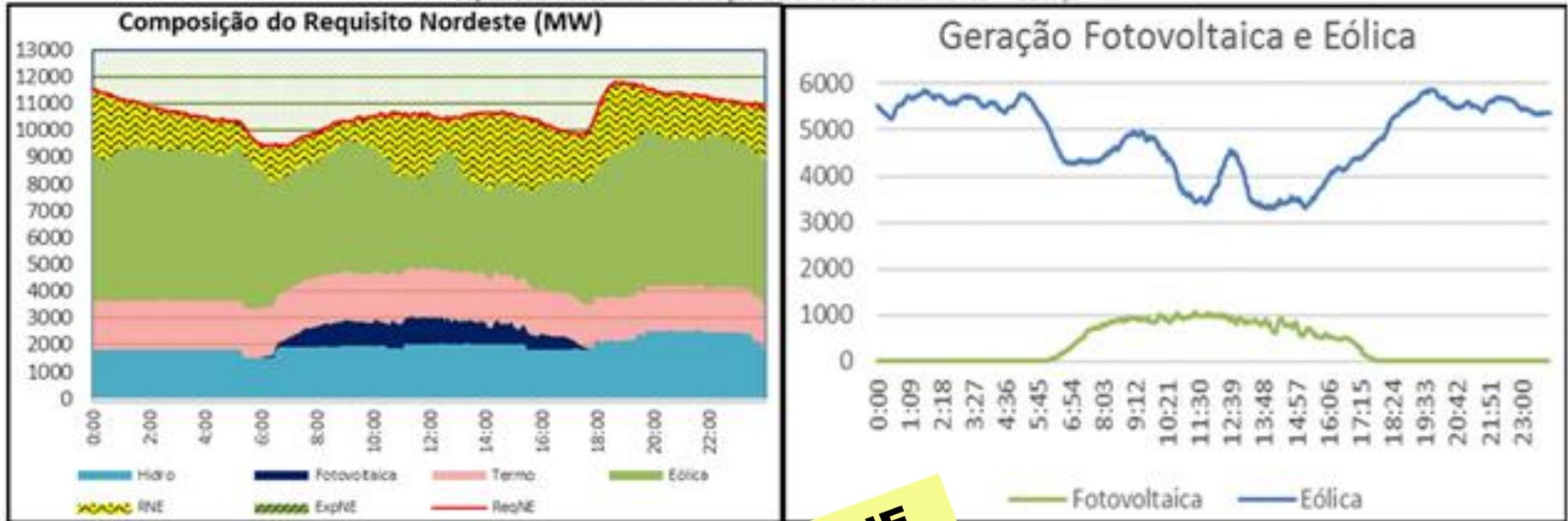
Estudos realizados no âmbito do Projeto analisaram diversas proporções de combinação das fontes solar e eólica, em diferentes locais de implantação. Para fins de exemplificação, apresenta-se a seguir algumas análises para um parque híbrido de **composição 30% solar FV e 70% eólico no interior do estado da Bahia**. O perfil de geração nesta região é apresentado no gráfico a seguir, onde se observa a **complementação diária entre estes recursos energéticos que, como efeito, produz uma “planificação” no perfil de geração deste parque**.



Horas

# Complementaridade Solar / Eólica no “mundo real”

No dia 09/03/2019 ocorreu novo recorde de Geração Solar Fotovoltaica no Subsistema Nordeste.  
Máxima diária de 1.072 MW às 11h21 com fator de capacidade de **92%**.  
Capacidade instalada de Geração Solar Fotovoltaica no NE = 1167,7 MW



**Complementaridade do agregado NE**

## ANÁLISE DAS PROBABILIDADES HORÁRIAS POR PATAMAR DE POTÊNCIA DAS SÉRIES GERAÇÃO

### Objetivo:

- Investigar a probabilidade da produção do parque híbrido se encontrar em determinado patamar para cada hora do dia e, assim, mapear os riscos de ultrapassagem das restrições de potência determinadas para a usinas.

### Observações:

- As séries eólica e solar foram normalizadas pela capacidade máxima de geração do equipamento empregado nas simulações das respectivas séries (potência e fabricante).
- Para exibição dos gráficos a seguir foi escolhida a composição de referência com **30% de SOLAR e 70% de EÓLICA**. Não obstante, ressalta-se que este arranjo foi adotado apenas a título de exemplificação, **sem correlação direta com uma otimização da composição dos portfólios destas fontes**.
- Foram determinadas as probabilidades do Parque Híbrido se encontrar em um determinado patamar de Potência de Saída (entre 0 e 100% de sua capacidade nominal), para cada hora do dia e para cada mês do ano.

### C-BA-1: Janeiro

- Durante a noite, as elevadas probabilidades de produção na faixa entre 65 e 70 % da capacidade máxima atestam a elevada probabilidade do parque eólico estar produzindo energia a seu máximo, que é de aproximadamente 70% da capacidade instalada no exemplo apresentado. Este comportamento ressalta a predominância da fonte eólica durante o período noturno.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
95 a 100%												1%	1%	1%											
90 a 95%											4%	5%	2%	2%	1%	0%									
85 a 90%										6%	7%	4%	5%	2%	1%	2%	0%								
80 a 85%									6%	14%	7%	4%	5%	3%	2%	1%	3%	0%							
75 a 80%								0%	21%	6%	6%	4%	3%	4%	2%	1%	2%	4%							
70 a 75%							17%	42%	9%	6%	5%	5%	3%	3%	3%	2%	2%	4%	10%	2%					
<b>65 a 70%</b>	<b>66%</b>	<b>67%</b>	<b>68%</b>	<b>71%</b>	<b>71%</b>	<b>67%</b>	<b>45%</b>	<b>11%</b>	<b>7%</b>	<b>6%</b>	<b>5%</b>	<b>6%</b>	<b>4%</b>	<b>3%</b>	<b>4%</b>	<b>2%</b>	<b>2%</b>	<b>4%</b>	<b>7%</b>	<b>25%</b>	<b>42%</b>	<b>54%</b>	<b>59%</b>	<b>62%</b>	
60 a 65%	4%	4%	4%	4%	3%	5%	6%	6%	5%	4%	5%	5%	5%	4%	4%	3%	3%	4%	4%	8%	7%	5%	5%	6%	
55 a 60%	2%	3%	2%	2%	2%	3%	5%	5%	4%	5%	4%	5%	6%	5%	4%	4%	3%	4%	7%	6%	6%	5%	4%	3%	
50 a 55%	2%	1%	2%	2%	3%	2%	2%	3%	7%	4%	5%	5%	4%	6%	4%	5%	4%	4%	4%	4%	4%	3%	2%	2%	2%
45 a 50%	2%	1%	3%	2%	2%	2%	1%	5%	4%	5%	4%	5%	6%	6%	5%	5%	5%	5%	5%	4%	4%	4%	2%	2%	
40 a 45%	1%	2%	2%	2%	1%	3%	3%	3%	4%	4%	6%	6%	6%	5%	6%	5%	5%	5%	6%	6%	4%	2%	2%	3%	
35 a 40%	3%	3%	2%	1%	1%	1%	2%	2%	4%	6%	8%	8%	8%	6%	7%	7%	6%	5%	4%	3%	2%	2%	2%	1%	
30 a 35%	2%	3%	2%	3%	4%	2%	1%	3%	5%	5%	4%	8%	7%	8%	8%	7%	6%	6%	4%	3%	3%	1%	2%	2%	
25 a 30%	3%	3%	2%	2%	1%	2%	4%	2%	3%	5%	7%	9%	11%	12%	9%	10%	8%	4%	6%	3%	2%	3%	2%	2%	
20 a 25%	2%	1%	2%	2%	2%	2%	4%	3%	4%	6%	13%	10%	11%	11%	11%	12%	8%	7%	5%	4%	3%	2%	3%	3%	
15 a 20%	2%	2%	2%	1%	2%	2%	1%	4%	5%	8%	5%	6%	6%	7%	11%	12%	15%	8%	6%	5%	4%	5%	3%	2%	
10 a 15%	2%	2%	1%	2%	1%	1%	2%	3%	4%	6%	3%	2%	3%	6%	6%	9%	14%	14%	8%	4%	3%	2%	2%	1%	
5 a 10%	2%	2%	2%	1%	2%	2%	2%	2%	6%	2%	1%	1%	3%	3%	6%	7%	8%	13%	9%	6%	4%	4%	3%	3%	
0 a 5%	7%	6%	5%	5%	4%	4%	5%	6%	3%	0%	0%	0%	1%	2%	3%	4%	6%	8%	15%	15%	12%	9%	9%	8%	

### C-BA-1: Março

- Para a localidade estudada, dada a característica da série eólica de apresentar baixa geração no período da tarde, observa-se no gráfico o acúmulo de ocorrências de geração na região das faixas de potência inferiores a 30%, ou seja, nota-se predominância da geração solar nesses horários, que corresponde a 30% da potência máxima do parque no exemplo apresentado.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
95 a 100%												0%	0%												
90 a 95%											2%	3%	2%	1%	0%										
85 a 90%										3%	5%	3%	1%	1%	1%	0%									
80 a 85%										9%	6%	4%	4%	2%	1%	1%	1%								
75 a 80%									16%	7%	4%	4%	3%	3%	1%	0%	1%	2%							
70 a 75%								37%	15%	10%	5%	3%	4%	4%	2%	2%	1%	2%	5%						
65 a 70%	67%	68%	70%	71%	70%	67%	61%	15%	7%	6%	7%	5%	4%	4%	5%	2%	3%	5%	7%	29%	44%	57%	63%	65%	
60 a 65%	3%	3%	3%	4%	4%	5%	6%	8%	6%	4%	5%	7%	6%	5%	5%	3%	4%	5%	8%	6%	8%	4%	3%	4%	
55 a 60%	2%	2%	2%	4%	4%	2%	4%	5%	6%	4%	4%	5%	6%	6%	4%	5%	4%	5%	8%	8%	6%	4%	3%	3%	
50 a 55%	1%	2%	2%	1%	1%	2%	3%	3%	5%	4%	4%	5%	5%	5%	6%	5%	4%	6%	6%	5%	3%	2%	2%	1%	
45 a 50%	1%	3%	2%	2%	1%	3%	3%	3%	5%	6%	6%	3%	5%	5%	6%	5%	6%	5%	3%	3%	2%	1%	1%	2%	
40 a 45%	4%	2%	2%	2%	2%	3%	3%	3%	4%	4%	5%	6%	4%	5%	6%	6%	5%	7%	5%	5%	4%	2%	1%	1%	
35 a 40%	1%	1%	1%	0%	1%	1%	1%	3%	2%	4%	6%	7%	5%	6%	7%	6%	6%	4%	5%	3%	3%	1%	1%	2%	
30 a 35%	2%	1%	1%	1%	1%	1%	3%	3%	4%	5%	5%	8%	8%	7%	8%	9%	7%	6%	4%	3%	1%	2%	2%	2%	
25 a 30%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	2%	5%	4%	7%	9%	9%	11%	9%	7%	7%	3%	5%	2%	3%	2%	2%	3%	
20 a 25%	2%	3%	2%	2%	2%	1%	2%	2%	4%	8%	11%	11%	11%	11%	12%	12%	6%	6%	4%	5%	3%	3%	3%	2%	
15 a 20%	4%	3%	3%	1%	1%	2%	2%	3%	3%	6%	10%	9%	9%	9%	10%	13%	12%	7%	5%	4%	2%	3%	3%	3%	
10 a 15%	1%	1%	2%	3%	3%	2%	1%	2%	4%	8%	5%	3%	6%	6%	8%	10%	16%	8%	5%	3%	3%	3%	2%	1%	
5 a 10%	3%	3%	3%	3%	2%	3%	3%	3%	6%	5%	2%	3%	4%	4%	5%	9%	11%	17%	8%	5%	5%	3%	2%	4%	
0 a 5%	8%	8%	7%	6%	6%	6%	8%	8%	6%	2%	2%	2%	2%	3%	5%	5%	7%	12%	21%	19%	15%	12%	11%	8%	

## Distribuições horárias de probabilidade de geração

### C-BA-1: Maio

- Devido ao movimento de translação da terra, a radiação solar se reduz nos meses de outono e, assim, a probabilidade do parque híbrido atingir as faixas mais elevadas de potência passa a ser desprezável.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
95 a 100%																									
90 a 95%												1%	2%	1%											
85 a 90%											3%	4%	3%	2%	1%										
80 a 85%									4%	8%	5%	4%	3%	2%	1%	0%									
75 a 80%								9%	11%	9%	6%	5%	3%	3%	3%	2%									
70 a 75%							42%	29%	14%	7%	8%	5%	4%	3%	2%	3%	5%	3%							
65 a 70%	72%	75%	77%	77%	76%	74%	70%	23%	14%	10%	7%	6%	6%	6%	4%	3%	3%	4%	12%	28%	45%	59%	64%	69%	
60 a 65%	5%	4%	3%	3%	5%	4%	5%	7%	10%	8%	6%	5%	6%	6%	6%	4%	4%	5%	8%	9%	9%	5%	7%	6%	
55 a 60%	3%	3%	3%	2%	2%	4%	4%	3%	7%	4%	6%	4%	6%	6%	5%	5%	5%	6%	7%	9%	7%	7%	6%	4%	
50 a 55%	2%	2%	1%	2%	1%	2%	2%	3%	5%	7%	6%	7%	6%	7%	6%	5%	5%	8%	8%	7%	4%	4%	3%	3%	
45 a 50%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	3%	2%	3%	7%	7%	6%	6%	5%	8%	6%	6%	4%	6%	5%	4%	3%	3%	1%	
40 a 45%	2%	1%	2%	2%	2%	1%	2%	3%	3%	8%	8%	8%	6%	7%	5%	7%	3%	5%	6%	4%	6%	3%	2%	3%	
35 a 40%	1%	2%	1%	1%	0%	2%	0%	3%	3%	5%	7%	9%	9%	7%	6%	5%	6%	7%	5%	4%	3%	2%	2%	0%	
30 a 35%	1%	1%	1%	0%	1%	2%	1%	1%	3%	3%	5%	5%	9%	8%	7%	7%	7%	6%	6%	6%	2%	2%	1%	1%	
25 a 30%	1%	1%	2%	2%	1%	1%	2%	1%	2%	4%	5%	6%	7%	9%	11%	8%	6%	6%	6%	4%	2%	1%	1%	0%	
20 a 25%	1%	1%	1%	1%	2%	2%	1%	2%	2%	3%	6%	12%	11%	14%	12%	11%	9%	6%	6%	3%	3%	1%	1%	1%	
15 a 20%	1%	2%	2%	1%	1%	2%	2%	2%	3%	5%	9%	5%	8%	9%	14%	16%	12%	10%	5%	2%	2%	2%	1%	2%	
10 a 15%	2%	1%	1%	2%	2%	1%	1%	2%	2%	6%	2%	1%	3%	4%	6%	12%	14%	6%	4%	3%	2%	2%	3%	2%	
5 a 10%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	3%	2%	4%	1%	0%	0%	0%	1%	1%	5%	12%	9%	5%	4%	4%	4%	2%	2%	
0 a 5%	5%	5%	4%	4%	3%	4%	4%	4%	1%				0%	0%	1%	1%	3%	13%	14%	10%	8%	6%	6%	5%	

### C-BA-1: Julho

- Devido ao movimento de translação da terra, a radiação solar se reduz nos meses de inverno e, assim, a probabilidade do parque híbrido atingir as faixas mais elevadas de potência passa a ser desprezável.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
95 a 100%																									
90 a 95%												3%	5%	3%	0%										
85 a 90%											10%	14%	8%	5%	4%	1%									
80 a 85%										14%	17%	14%	11%	10%	6%	5%	1%								
75 a 80%									17%	25%	14%	9%	11%	9%	7%	6%	8%	1%							
70 a 75%								61%	43%	17%	11%	9%	11%	10%	10%	6%	8%	14%	9%						
65 a 70%	88%	89%	89%	88%	88%	87%	86%	21%	14%	9%	9%	9%	7%	10%	10%	8%	7%	10%	22%	49%	67%	78%	84%	87%	
60 a 65%	4%	3%	3%	3%	2%	3%	2%	6%	8%	7%	6%	7%	8%	7%	7%	8%	9%	12%	14%	14%	11%	6%	6%	3%	
55 a 60%	2%	2%	2%	2%	3%	2%	3%	1%	4%	8%	7%	7%	8%	7%	8%	8%	9%	9%	12%	12%	7%	6%	3%	3%	
50 a 55%	1%	2%	2%	1%	1%	2%	2%	2%	3%	5%	6%	7%	6%	6%	7%	7%	8%	8%	9%	5%	3%	2%	2%	0%	
45 a 50%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	2%	2%	2%	2%	4%	4%	5%	7%	6%	7%	6%	8%	9%	4%	3%	2%	1%	1%	
40 a 45%	1%	0%	0%	2%	1%	1%	1%	1%	2%	2%	3%	3%	4%	6%	8%	7%	6%	7%	5%	3%	3%	1%	1%	1%	
35 a 40%	0%	0%	0%	0%	1%	1%	0%	1%	3%	3%	2%	4%	3%	5%	6%	8%	7%	5%	5%	2%	0%	1%	1%	1%	
30 a 35%	0%	0%	0%	0%	1%	1%	1%	1%	1%	3%	3%	3%	5%	2%	5%	7%	6%	6%	3%	2%	2%	1%	0%	0%	
25 a 30%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	1%	1%	2%	3%	4%	3%	5%	3%	6%	8%	4%	3%	2%	1%	0%	0%	0%	
20 a 25%	1%	1%	1%	1%	0%	1%	0%	1%	1%	2%	3%	5%	6%	6%	6%	4%	3%	3%	2%	1%	1%	0%	0%	0%	
15 a 20%		0%	0%	0%	0%	0%	1%		1%	1%	2%	0%	1%	2%	4%	8%	5%	3%	3%	2%	1%	0%	0%	0%	
10 a 15%	1%	0%	0%		0%	0%	0%	1%	1%	0%		0%		1%	2%	2%	8%	3%	2%	1%	1%	1%	1%	1%	
5 a 10%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	1%	0%					0%	1%	1%	2%	5%	3%	1%	1%	1%	0%	0%	
0 a 5%	1%	1%	1%	0%	1%	1%	1%	0%							0%	1%	0%	1%	2%	2%	1%	1%	1%	1%	

**Ociosidade do sistema de transmissão associado**

## Distribuições horárias de probabilidade de geração

### C-BA-1: Setembro

- O mês de setembro se apresenta como um dos melhores meses no que tange ao regime de ventos, na medida em que a constância de ventos fortes, associada ao aumento da radiação solar com a chegada da primavera, intensifica a produção do parque híbrido a patamares elevados.

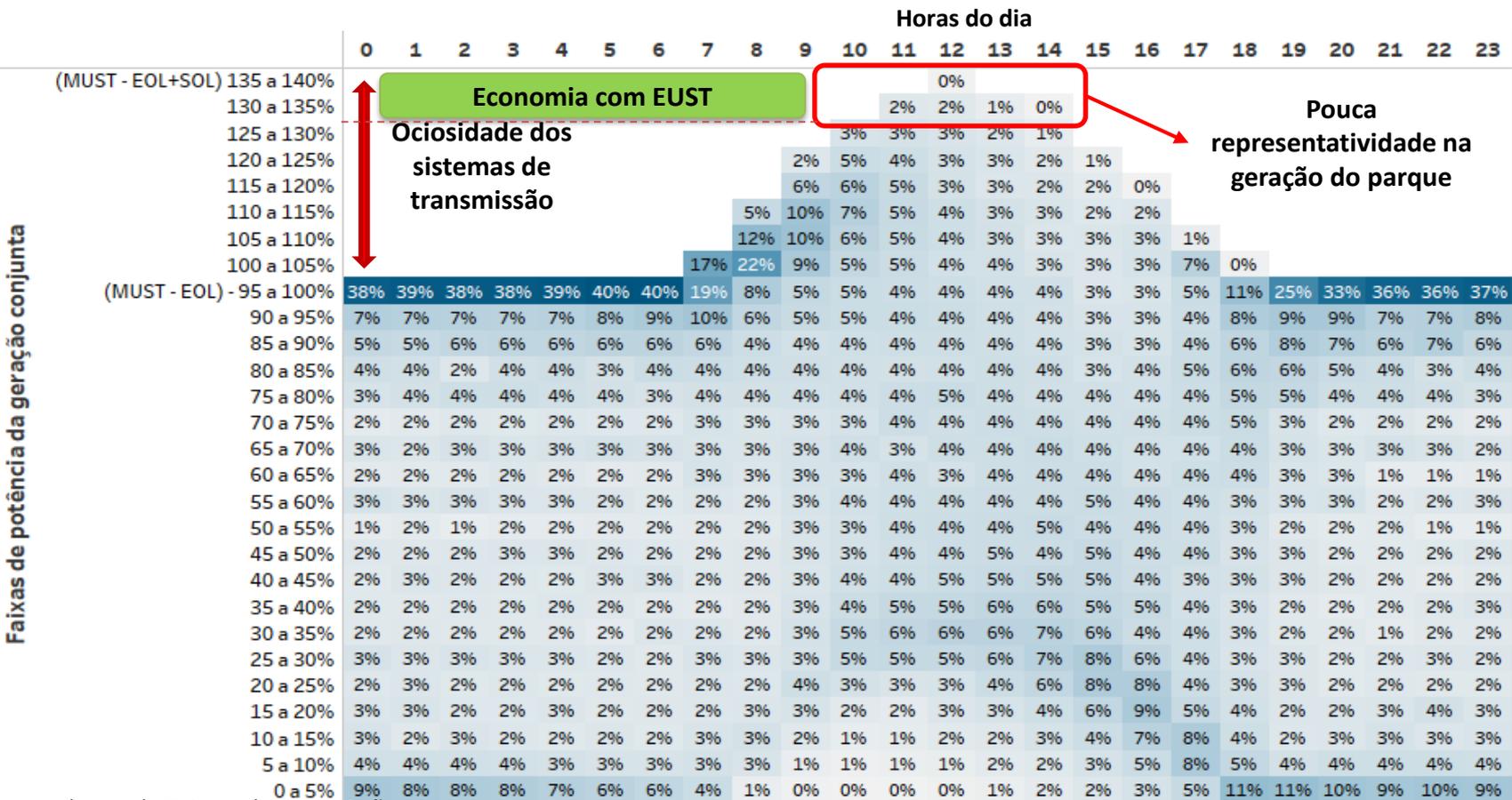
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
95 a 100%												6%	10%	6%										
90 a 95%											14%	16%	11%	10%	8%									
85 a 90%										17%	16%	9%	7%	9%	8%	7%								
80 a 85%									6%	24%	14%	12%	11%	9%	9%	8%	10%							
75 a 80%									46%	15%	8%	7%	7%	7%	7%	10%	12%	13%						
70 a 75%							3%	81%	23%	10%	7%	7%	8%	7%	6%	7%	10%	21%	36%					
65 a 70%	94%	94%	94%	94%	93%	91%	87%	7%	7%	8%	6%	6%	8%	7%	7%	7%	6%	10%	24%	70%	81%	87%	90%	92%
60 a 65%	1%	1%	1%	1%	1%	2%	2%	4%	3%	4%	6%	5%	5%	6%	7%	5%	6%	9%	7%	6%	4%	2%	3%	2%
55 a 60%	1%	1%	2%	2%	2%	2%	1%	0%	4%	3%	6%	4%	3%	5%	5%	7%	6%	7%	5%	5%	2%	3%	1%	1%
50 a 55%	0%	1%	1%	1%	1%	1%	2%	0%	1%	3%	4%	5%	5%	4%	5%	6%	7%	5%	4%	2%	2%	1%	1%	0%
45 a 50%		0%	0%	1%	2%	0%	1%	1%	1%	3%	3%	5%	4%	4%	6%	5%	4%	3%	3%	3%	1%	1%	1%	0%
40 a 45%	1%	0%	0%	1%	0%	1%	1%	1%	2%	3%	3%	4%	4%	5%	4%	6%	6%	4%	4%	2%	2%	1%	0%	0%
35 a 40%	0%	0%	0%		0%	1%	0%	1%	1%	2%	2%	2%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	1%	1%	0%	1%	0%	0%
30 a 35%	0%	0%	0%	0%		1%	1%	0%	1%	1%	2%	4%	4%	3%	4%	5%	4%	4%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
25 a 30%		0%	0%		0%	0%	1%	1%	1%	2%	3%	3%	3%	5%	4%	4%	4%	3%	3%	1%	1%	1%	0%	0%
20 a 25%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	1%	1%	1%	2%	3%	3%	3%	5%	5%	4%	2%	2%	2%	1%	1%	0%	
15 a 20%	1%	0%		0%		0%	0%	0%	1%	2%	2%	1%	1%	2%	4%	5%	5%	3%	2%	1%	1%	0%	0%	0%
10 a 15%	0%	0%						1%	1%	1%	1%	1%	2%	1%	3%	4%	5%	4%	1%	1%	1%		0%	0%
5 a 10%	1%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	1%	1%	1%	2%	2%	2%	3%	3%	4%	3%	2%	0%	0%	0%	1%
0 a 5%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		0%	0%	1%	1%	2%	4%	4%	4%	2%	2%	2%	2%	1%

# Análise de Complementaridade – Contratação do MUST



Consolidando as análises apresentadas, em uma das possíveis abordagens do problema de conexão de Pqs. Híbridos, foi analisado o perfil de geração do arranjo híbrido ao longo do dia e as probabilidades associadas a patamares de potência distribuídos entre zero e a soma das potências dos parques eólico e solar FV.

Os eventos nos quais a associação das fontes atinge sua máxima capacidade de produção são pouco representativos frente a geração total do parque. Portanto, **existe a possibilidade de redução de despesas por meio do emprego de uma estratégia de curtailment de geração e redução do MUST contratado.**



EUST: Encargo do Uso do Sistema de Transmissão.

### ANÁLISE DA HIBRIDIZAÇÃO DE PARQUE EÓLICO EXISTENTE

#### Objetivo:

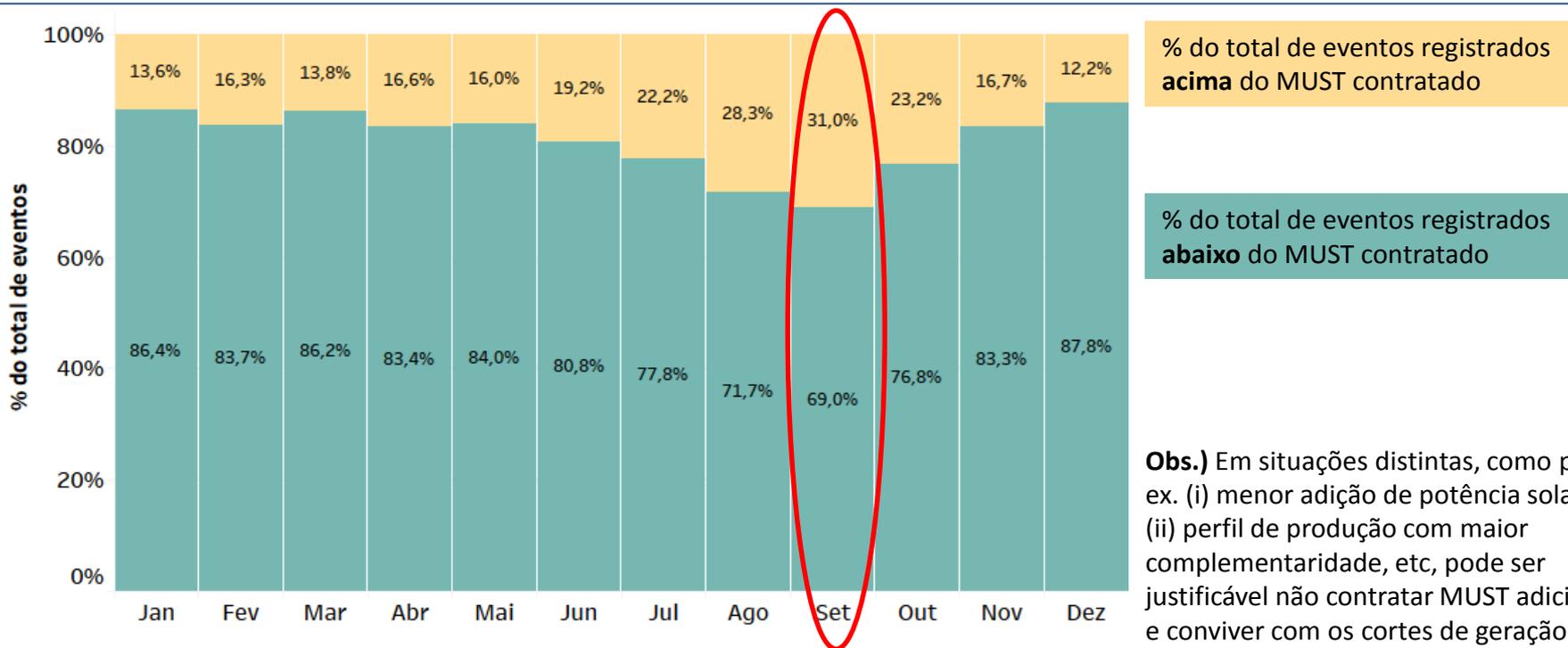
- Como a fonte eólica já possui presença considerável na matriz energética brasileira, é de evidente interesse analisar o cenário em que os parques híbridos serão conformados partindo-se de parques eólicos já existentes. Assim, nesta análise, buscou-se avaliar o comportamento da geração de um parque híbrido atendendo-se as restrições já aplicáveis ao parque eólico existente como, por exemplo, potência máxima para o escoamento da energia (assumido como o MUST previamente contratado).

#### Premissas:

- Foi analisada a possibilidade do parque híbrido ultrapassar o MUST já contratado do parque eólico existente.
- Foi assumido que o parque eólico **existente** em análise possui um MUST contratado de 100% de sua capacidade máxima de geração (eólica).
- As séries eólica e solar foram normalizadas pela capacidade máxima de geração do equipamento empregado no cálculo da respectiva série de geração.

## Hibridização de Parque Eólico Existente – Análise de sensibilidade a sobrecargas na rede

- ✓ Considerando uma composição final hipotética de 40% Solar FV e 60% eólico, **foi simulado o cenário de inserção de uma usina solar FV em um parque eólico existente, cujo MUST já esteja definido e contratado.**
- ✓ Nesta configuração a potência entregue pelo parque híbrido supera o MUST originalmente contratado pela usina eólica em até 31% do tempo, durante o mês de setembro.
- ✓ Deste modo, nessa situação hipotética, mesmo a solução de corte automático de geração seria onerosa, mas a alternativa de **pagamento de penalidades de transmissão para evitar cortes de carga nesse arranjo de geração seria recorrente e potencialmente prejudicial ao sistema de transmissão, desaconselhando totalmente a sua consideração.**



**Obs.)** Em situações distintas, como por ex. (i) menor adição de potência solar FV, (ii) perfil de produção com maior complementaridade, etc, pode ser justificável não contratar MUST adicional e conviver com os cortes de geração para evitar sobrecarga.

### C-BA-1: Descarte de geração acima da potência original do parque eólico

- Observa-se que, embora haja uma elevada probabilidade de ultrapassagem da potência original do parque gerador eólico quando da inserção de geração solar complementar, o descarte de geração a ser realizado de modo a garantir que não se ultrapasse os limites pré-estabelecidos para o parque eólico é relativamente reduzido.
- Esta constatação evidencia que, embora exista elevada probabilidade de ultrapassagem de potência, a amplitude da ultrapassagem, que perdura por pouco tempo, repercute na expectativa de geração mensal na forma de impacto pouco significativo na produção do parque.

SOL (MW)	EOL (MW)	CONJUNTO (MW)	PERCENTUAL DE DESCARTE DE GERAÇÃO												
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
0	100	100	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
10	100	110	-0,2%	-0,2%	-0,1%	-0,1%	-0,1%	-0,2%	-0,2%	-0,4%	-0,5%	-0,6%	-0,4%	-0,2%	
20	100	120	-0,6%	-0,5%	-0,3%	-0,3%	-0,3%	-0,4%	-0,7%	-1,0%	-1,3%	-1,4%	-0,9%	-0,5%	
30	100	130	-1,0%	-0,9%	-0,6%	-0,6%	-0,6%	-0,8%	-1,2%	-1,8%	-2,3%	-2,3%	-1,5%	-1,0%	
40	100	140	-1,6%	-1,4%	-1,0%	-0,9%	-0,9%	-1,3%	-1,9%	-2,7%	-3,5%	-3,4%	-2,2%	-1,5%	
50	100	150	-2,3%	-2,0%	-1,5%	-1,3%	-1,3%	-1,9%	-2,7%	-3,8%	-4,7%	-4,5%	-2,9%	-2,1%	
60	100	160	-3,0%	-2,7%	-2,1%	-1,9%	-1,8%	-2,6%	-3,5%	-4,9%	-6,1%	-5,7%	-3,8%	-2,8%	
70	100	170	-3,9%	-3,5%	-2,8%	-2,5%	-2,3%	-3,4%	-4,5%	-6,1%	-7,5%	-6,9%	-4,7%	-3,5%	
80	100	180	-4,8%	-4,4%	-3,7%	-3,3%	-2,9%	-4,2%	-5,5%	-7,4%	-8,9%	-8,2%	-5,7%	-4,4%	
90	100	190	-5,9%	-5,5%	-4,6%	-4,1%	-3,6%	-5,1%	-6,6%	-8,8%	-10,4%	-9,6%	-6,7%	-5,4%	
100	100	200	-7,0%	-6,6%	-5,6%	-5,1%	-4,3%	-6,0%	-7,7%	-10,1%	-12,0%	-11,0%	-7,8%	-6,5%	

## PREMISSAS para tratamento de ultrapassagens

Conceitualmente existiria a possibilidade do emprego de duas estratégias de otimização do MUST:

### Estratégia 1:

- Reduzir o percentual de contratação do MUST, buscando uma economia de custos fixos com a transmissão.
- Em complemento, limitar a potência de saída do parque a este montante, 'descartando' eventual geração que ocorreria acima deste patamar (e receitas associadas), buscando o trade-off com o valor financeiro da geração descartada.

### Estratégia 2:

- Reduzir a contratação da MUST, buscando a economia de custos fixos de transmissão e arcar com eventuais custos de ultrapassagem de demanda.



Estudos investigativos realizados no âmbito do Projeto atestam que a penalidade imposta atualmente pelas RNs são financeiramente inibidoras da ultrapassagem (de elevado valor) mas, além disso, subsistem implicações inerentes às questões operacionais (possibilidade de desligamento por reincidência).

**Nessa perspectiva, não é recomendável considerar a prática de pagamentos de penalidades para buscar economia na contratação do MUST.**



**Dispositivo para corte automático de geração necessariamente instalado !!**



**Alternativa não será considerada para efeito desse Estudo !**

# Contratação do MUST

## RESULTADOS

- Na composição de referência (30% Solar FV/70% Eólico) haveria aproximadamente 3% de economia com transmissão.

Cenários	Custos anuais com transmissão SEM otimização	Receita anual esperada	MUST Otimizado	Custos anuais com transmissão otimizados	Receita anual descartando geração acima do MUST	Economias com custos fixos de transmissão	Estratégia 1		Economia %
							Perda de receita por descarte de geração acima do MUST		
SOL 0% / EOL 100%	R\$ 3.420.000,00	R\$ 88.779.177,64	99,0%	R\$ 3.386.138,62	R\$ 88.779.177,64	R\$ 33.861,38	R\$	-	0,99%
SOL 5% / EOL 95%	R\$ 3.420.000,00	R\$ 85.560.830,38	98,7%	R\$ 3.377.091,29	R\$ 85.551.968,76	R\$ 42.908,71	-R\$	8.861,62	1,51%
SOL 10% / EOL 90%	R\$ 3.420.000,00	R\$ 82.502.846,93	98,6%	R\$ 3.370.416,73	R\$ 82.496.945,48	R\$ 49.583,27	-R\$	5.901,45	1,62%
SOL 15% / EOL 85%	R\$ 3.420.000,00	R\$ 79.443.937,01	98,3%	R\$ 3.362.555,81	R\$ 79.437.063,26	R\$ 57.444,19	-R\$	6.873,75	1,88%
SOL 20% / EOL 80%	R\$ 3.420.000,00	R\$ 76.385.027,10	98,1%	R\$ 3.354.694,91	R\$ 76.378.161,85	R\$ 65.305,09	-R\$	6.865,25	2,11%
SOL 25% / EOL 75%	R\$ 3.420.000,00	R\$ 73.326.117,18	97,9%	R\$ 3.347.590,96	R\$ 73.317.308,61	R\$ 72.409,04	-R\$	8.808,57	2,37%
SOL 30% / EOL 70%	R\$ 3.420.000,00	R\$ 70.267.207,26	97,5%	R\$ 3.333.051,44	R\$ 70.250.626,51	R\$ 86.948,56	-R\$	16.580,75	3,03%
SOL 35% / EOL 65%	R\$ 3.420.000,00	R\$ 67.208.297,34	97,2%	R\$ 3.323.345,92	R\$ 67.188.831,83	R\$ 96.654,08	-R\$	19.465,51	3,40%
SOL 40% / EOL 60%	R\$ 3.420.000,00	R\$ 64.149.387,42	96,7%	R\$ 3.306.681,15	R\$ 64.117.393,08	R\$ 113.318,85	-R\$	31.994,35	4,25%
SOL 45% / EOL 55%	R\$ 3.420.000,00	R\$ 61.090.477,51	96,7%	R\$ 3.307.428,44	R\$ 61.067.193,42	R\$ 112.571,56	-R\$	23.284,08	3,97%
SOL 50% / EOL 50%	R\$ 3.420.000,00	R\$ 58.031.567,59	96,5%	R\$ 3.300.015,34	R\$ 58.006.383,75	R\$ 119.984,66	-R\$	25.183,84	4,24%
SOL 55% / EOL 45%	R\$ 3.420.000,00	R\$ 54.972.657,67	96,0%	R\$ 3.283.361,95	R\$ 54.931.192,36	R\$ 136.638,05	-R\$	41.465,31	5,21%
SOL 60% / EOL 40%	R\$ 3.420.000,00	R\$ 51.913.747,75	95,9%	R\$ 3.279.482,58	R\$ 51.874.234,28	R\$ 140.517,42	-R\$	39.513,47	5,26%
SOL 65% / EOL 35%	R\$ 3.420.000,00	R\$ 48.854.837,84	95,8%	R\$ 3.277.261,78	R\$ 48.817.264,84	R\$ 142.738,22	-R\$	37.572,99	5,27%
SOL 70% / EOL 30%	R\$ 3.420.000,00	R\$ 42.737.018,00	95,8%	R\$ 3.274.982,79	R\$ 42.704.237,00	R\$ 145.017,21	-R\$	32.781,00	5,20%
SOL 75% / EOL 25%	R\$ 3.420.000,00	R\$ 45.795.927,92	95,8%	R\$ 3.276.085,49	R\$ 45.759.325,20	R\$ 143.914,51	-R\$	36.602,72	5,28%
SOL 80% / EOL 20%	R\$ 3.420.000,00	R\$ 39.678.108,08	95,8%	R\$ 3.275.249,84	R\$ 39.644.361,36	R\$ 144.750,16	-R\$	33.746,72	5,22%
SOL 85% / EOL 15%	R\$ 3.420.000,00	R\$ 36.619.198,17	95,0%	R\$ 3.248.901,45	R\$ 36.550.266,71	R\$ 171.098,55	-R\$	68.931,46	7,02%
<b>SOL 90% / EOL 10%</b>	<b>R\$ 3.420.000,00</b>	<b>R\$ 33.560.288,25</b>	<b>95,0%</b>	<b>R\$ 3.248.197,59</b>	<b>R\$ 33.480.818,23</b>	<b>R\$ 171.802,41</b>	<b>-R\$</b>	<b>79.470,02</b>	<b>7,35%</b>
SOL 95% / EOL 5%	R\$ 3.420.000,00	R\$ 30.501.378,33	96,5%	R\$ 3.300.187,35	R\$ 30.469.410,83	R\$ 119.812,65	-R\$	31.967,50	4,44%
SOL 100% / EOL 0%	R\$ 3.420.000,00	R\$ 27.802.329,33	98,1%	R\$ 3.354.991,56	R\$ 27.792.507,89	R\$ 65.008,44	-R\$	9.821,44	2,19%

## OTIMIZAÇÃO DO MUST

### Objetivo:

Avaliar possíveis economias com o Uso dos Sistemas de Transmissão advindas da associação sinérgica destas fontes.

- **Resultados oriundos de Simulações Prospectivas**

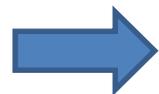
Simulações realizadas mostraram que as diferentes composições analisadas podem gerar uma contratação de um MUST de 2,5% à 5% inferior à soma dos MUST's individuais, resultando de 3% à 8% de economia com transmissão para a situação de MUST otimizado (economia medida em termos de R\$ de custo incorrido a menor, alavancado pelo custo evitado de contratação).

- **“Disclaimer”**

*Cumprе ressaltar, por oportuno, que os percentuais de economia apresentados não devem ensejar conclusões taxativas sobre a composição de portfólios otimizados entre as fontes ou do potencial econômico dos parques a ser explorado, uma vez que estas análises também dependem de um aprofundamento das questões de investimento e comercialização de energia.*

*Nos estudos realizados verificou-se que pode ser viável não contratar o MUST otimizado, mas sim o MUST mínimo (potência eólica na situação sendo avaliada), particularmente se houver restrição para ampliar a capacidade de escoamento e esta já estiver no limite. Nesse caso a redução em MUST se situará no limiar da capacidade solar sendo acrescentada (30% por exemplo), muito embora em termos econômicos se traduza em percentual muito menos expressivo em face da geração “descartada”.*

- Nas análises de otimização da contratação de MUST evidencia-se que, de fato, **ao se associar as duas fontes em um mesmo local de geração, há sinergias importantes que podem ser revertidas em economias com o uso dos sistemas de transmissão.**
- Com o respaldo dos resultados obtidos, pode-se inferir também que **os eventos de coincidência de elevada geração solar e eólica em concomitância temporal são, pelo menos parcialmente, mitigados quando estas fontes são associadas, ....**
  - de modo que se deve buscar o montante a ser contratado como o “trade-off” que pondere um MUST .....



em que seja economicamente viável descartar as receitas com a geração que ocorreria em patamares de potência superiores ao MUST contratado em prol de economias com a contratação de um montante menor.

**Sugestão:** Contratação do MUST a ser definida pelo Empreendedor, considerando a instalação de equipamento de corte automático de geração para impedir ultrapassagens do montante contratado e assumindo integralmente as consequências financeiras associadas à geração descartada.

- i. Neste caso, o controle de ultrapassagem ficaria sob responsabilidade do empreendedor, que se responsabilizaria pela adoção de procedimentos operativos e da implantação de equipamentos de controle automático.
- ii. As simulações empreendidas evidenciam que no caso de projetos híbridos e associados (solar FV-eólica) há importantes benefícios econômicos para o empreendedor ao contratar menor potência do que a soma individual das potências nominais injetadas.
- iii. Apesar da ocorrência de cortes na potência injetada para não-ultrapassagem, as associações solar FV-eólica permitem reduzir de forma importante a ociosidade da potência contratada do MUST e, dessa forma, a complementaridade de geração também rebate positivamente no melhor aproveitamento do uso da rede. **Os benefícios deste compartilhamento superam, em geral, as perdas com cortes.**
- iv. O Parecer de Acesso, para Projetos Híbridos, poderia ser derivado de um processo único, com emissão de um Parecer que englobasse simultaneamente as duas fontes, considerando a contratação otimizada do MUST, tendo como ganho do processo a possível unificação de CUSTs e CCTs.

**Afigura-se URGENTE a ANEEL publicar Resoluções Normativas contemplando a possibilidade de contratação diferenciada do montante de uso do sistema, com o Empreendedor assumindo as consequências financeiras decorrentes de perdas por *curtailment compulsório (controle de ultrapassagem para não incidência de penalidades)*.**

## Análise Regulatória – **GARANTIA FÍSICA**

- ✓ O tratamento individualizado oferecido à estimativa da Garantia Física Solar FV e Eólica tem, respectivamente, como principal base de cálculo estatístico, os critérios P50 e P90.
- ✓ A diferenciação na adoção destes critérios se deve às características naturais (sazonalização da geração, variabilidade da produção, etc) de cada fonte, visando ...
  - prover uma estimativa de geração ao empreendedor para o atendimento dos compromissos contratuais, além de servir como indicador do planejamento e operação do sistema.
- ✓ Para cada fonte há uma série de procedimentos e metodologias específicas que regem o processo para a certificação de vento/irradiação e do potencial energético dos projetos.
- ✓ Em razão das particularidades, a hipotética adoção de um '*critério composto*' para se estimar conjuntamente uma GF de usinas híbridas, com um único procedimento de cálculo, não parece ser aplicável no curto-prazo, pois demandaria inúmeras alterações metodológicas e de procedimentos.

**Proposta: GF de Usina Híbrida representada pela somatória das GFs individuais de cada fonte que compõe o conjunto, calculadas essencialmente com base nos critérios vigentes e reavaliação pela performance de cada Fonte a cada 5 anos. (Não se pode avaliar a produção conjunta porque não haveria um critério de garantia comum – PX%)**

**(não “onera” o consumidor, porque para Pqs. Associados já é assim)**

## Solução Regulatória de Transição:

- ✓ **Garantia Física de Usinas Híbridas: somatória da GF individual das fontes Eólica e Solar FV, cada qual sob seu critério específico: Eólica P90 e Solar P50.**
- ✓ Solução regulatória de aplicação imediata, não requer a necessidade de revisitar e ajustar critérios de cálculo para estes tipos de empreendimentos (implicaria em difícil validação normativa).
- ✓ Ganhos sinérgicos terão reflexos nos custos e na comercialização da produção do parque e não diretamente na estimativa da GF Híbrida. A competição no mercado livre e em Leilões deve permitir a captura parcial desse efeito em prol do consumidor !

## Solução Regulatória a ser perseguida:

- ✓ Garantia Física de Usinas Híbridas definida a partir de simulação efetiva da entrada da usina no sistema para permitir mensurar sua contribuição, levando em consideração a complementaridade existente entre as duas fontes que compartilham o mesmo sítio, de forma a ponderar também a produção conjunta para efeito de Garantia Física e não apenas para efeito do MUST.
- ✓ Sistemática mais complexa (a exemplo da aferição da GF de Hidráulicas), cuja implantação requer estudos profundos com amparo dos modelos computacionais...em contrapartida, captura melhor os ganhos de tal tipo de Usinas ao Sistema...

## Observações sobre a Solução Regulatória Proposta:

- ✓ **Garantia Física de Usinas Híbridas: somatória da GF individual das fontes Eólica e Solar FV, cada qual sob seu critério específico: Eólica P90 e Solar P50.**
  - ❑ A rigor, como existe sempre um descarte de geração, isso deveria ser ponderado no cálculo da Garantia Física, que deveria representar esse efeito.
  - ❑ A metodologia de cálculo deveria considerar uma simulação que, para várias realizações de cenários de produção solar e eólica, computasse a geração líquida das duas fontes em conjunto, o que significa dizer que, nesse âmbito de hipóteses, a geração “cortada” teria sido excluída da GF. **Parece simples, mas não é !!!!!**
  - ❑ Seria necessário definir um critério de Garantia para computar a produção conjunta (P?%), o que já traria uma enorme dificuldade de validação. Claro que se poderia manter os critérios atuais e a geração descartada total em cada momento poderia ser rateada entre a solar e a eólica, proporcionalmente à produção de cada uma, mas isso é uma alteração regulatória que careceria de AP para validação e seria tecnicamente “rudimentar”.

Pelas razões expostas, a Proposta, como formulada, pode ser defendida de forma fundamentada, com os seguintes argumentos adicionais:

- i. A participação de Projetos Híbridos na Matriz Energética ainda levará algum tempo para assumir participação relevante no “mix” de geração do SIN, de tal forma que a estimativa menos precisa da GF não traria prejuízo a curto prazo, no que tange à sinalização inadequada ao planejamento sistêmico, enquanto se aperfeiçoa o cálculo da GF de Parques Híbridos, implementando metodologia adequada e validada.
- ii. Do ponto de vista de comercialização, os agentes, quando se expõem a PLD (contratos por “Quantidade”), não contratam o total da GF por questão de gerenciamento de risco, fato que minimizaria o efeito, do ponto de vista do Consumidor, de uma GF estimada sem ponderar o efeito da geração não realizada para evitar ultrapassagem do MUST.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

# Agenda de Trabalho para os Reguladores (ANEEL e MME/EPE)



## PROPOSTA

Um dos principais pontos a nortear a proposição de uma **agenda é flexibilização da contratação do MUST**, permitindo a otimização do uso da rede (ao mesmo tempo em que se potencializa a viabilização deste tipo de empreendimento).

Nesse sentido, a regulamentação para contratação do MUST poderia ser estabelecida antes da regulamentação completa, antecipando ganhos sistêmicos ao permitir desde logo que o SIN pudesse auferir os benefícios da complementaridade entre fontes no nível diário.

TEMA	PRAZO			AÇÕES (não exaustivas)
	CURTO	MÉDIO	LONGO	
<b>USINA ASSOCIADA</b>				
MUST ACL	X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rever Resoluções Normativas nº 666/2015 e nº 506/2012 da ANEEL</li> <li>- Rever Procedimentos de Rede do ONS</li> </ul>
MUST ACR		X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Avaliar o corte de geração x Garantia Física</li> <li>- Considerar para eólica Portaria MME nº 416/2015 de revisão de GF</li> <li>- Considerar para solar o processo já avançado de publicação de Portaria para revisão de GF</li> </ul>
OUTORGA UNIFICADA			X	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Com a criação da figura da usina híbrida, considerar a possibilidade de alteração de outorga para outorga híbrida (única)</li> <li>- Definir critérios para fixação de lastro e para a comercialização</li> </ul>
<b>USINA HÍBRIDA</b>				
OUTORGA UNIFICADA		X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rever Resoluções Normativas nº 390/2009 e nº 391/2009</li> </ul>
GARANTIA FÍSICA		X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rever Portaria MME nº 416/2015 para eólica</li> <li>- Rever a Portaria em produção para revisão de GF da solar</li> </ul>
MUST	X			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rever Resoluções Normativas nº 666/2015 e nº 506/2012 da ANEEL</li> <li>- Rever Procedimentos de Rede do ONS</li> </ul>
LEILÃO		X		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desenhar novos modelos de contrato e aferir produtos para ofertar a energia “híbrida” no ACR.</li> </ul>



# Obrigado

**Coordenador:**

Prof. Dr. Dorel Soares Ramos

**Equipe Técnica:**

Eng<sup>o</sup>. DSc. Luiz Armando Steinle Camargo

Eng<sup>o</sup>. Mateus Henrique Balan

Eng<sup>o</sup> Lucas Freitas de Paiva

Eng<sup>o</sup> MSc. Pedro Souza Rosa