

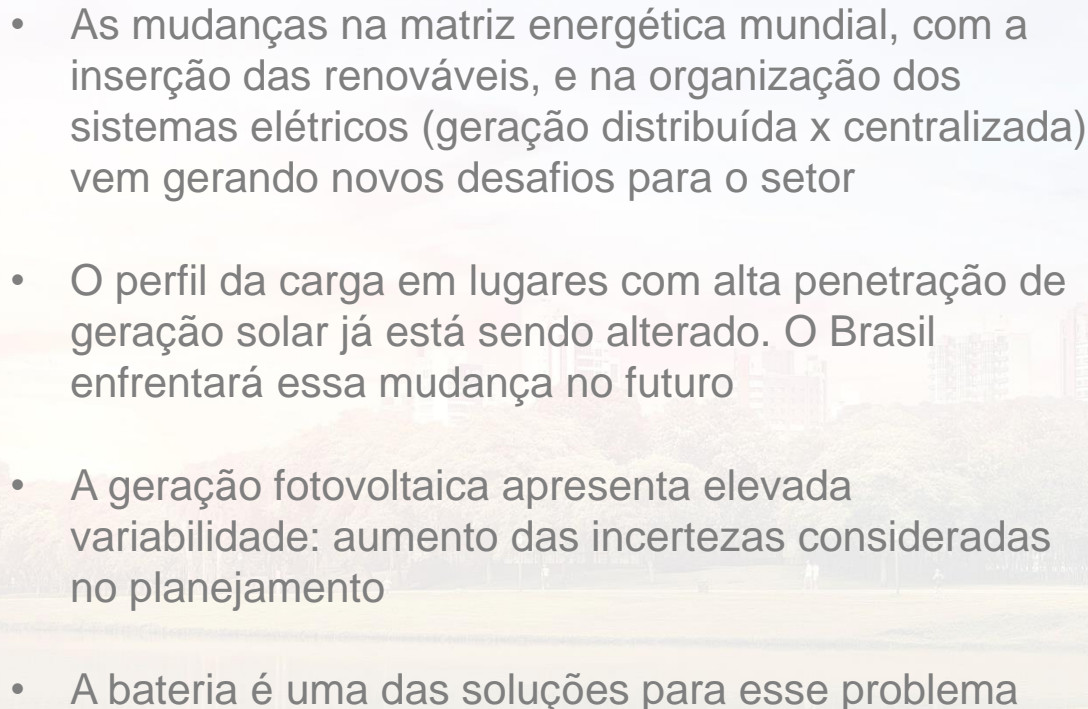


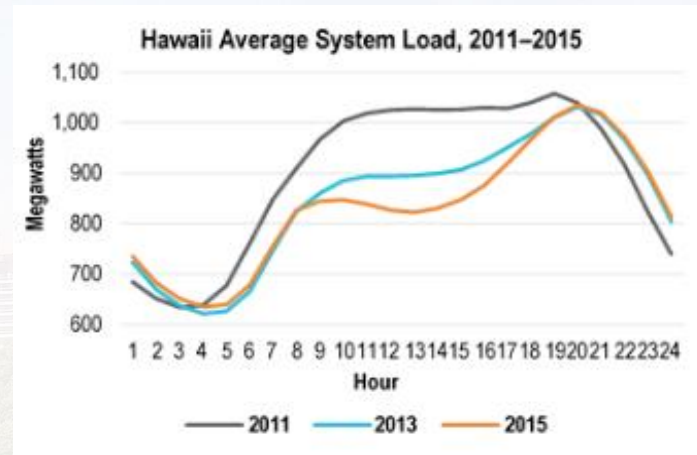
Utilização de Baterias na Distribuição com a Inserção da Geração Fotovoltaica Distribuída – Avaliação do Impacto

GCR / Frederico Botelho



Inserção da Geração Distribuída

- 
- As mudanças na matriz energética mundial, com a inserção das renováveis, e na organização dos sistemas elétricos (geração distribuída x centralizada) vem gerando novos desafios para o setor
 - O perfil da carga em lugares com alta penetração de geração solar já está sendo alterado. O Brasil enfrentará essa mudança no futuro
 - A geração fotovoltaica apresenta elevada variabilidade: aumento das incertezas consideradas no planejamento
 - A bateria é uma das soluções para esse problema



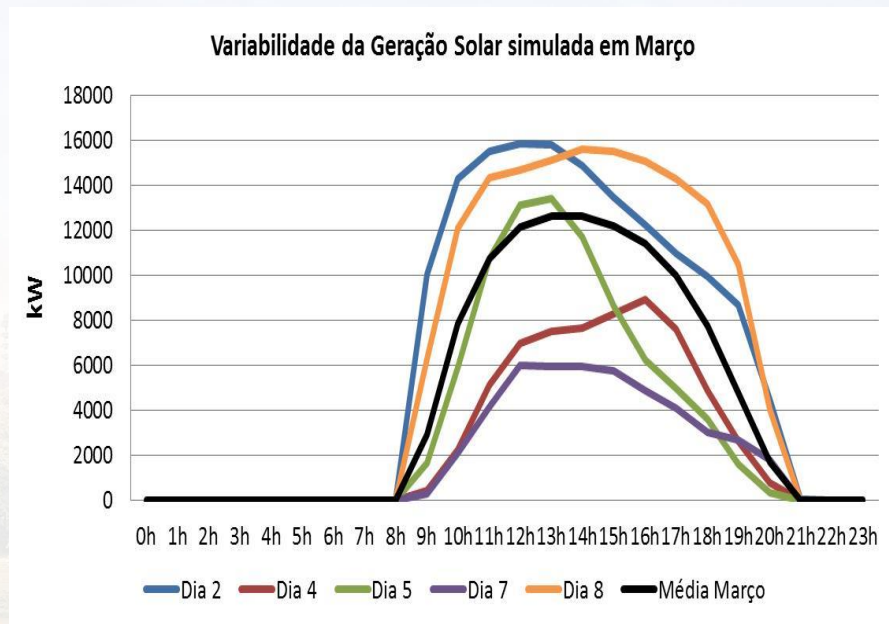
Evolução da Carga do Havái

Descrição do Problema

- O artigo buscou modelar matematicamente um dos benefícios da utilização de baterias na rede das distribuidoras em um cenário com alta penetração da geração fotovoltaica distribuída
- Ao armazenar energia fotovoltaica em horários de carga reduzida e despachá-la nos períodos de maior importação de energia, a contratação do Montante de Uso do Sistema de Transmissão (MUST) pode ser feita de maneira mais eficiente
- O benefício da bateria para este fim é a diferença entre o MUST ótimo contratado com e sem a utilização das baterias na modelagem



- Para a contratação do MUST, a distribuidora lidará com duas incertezas: **carga** e **GD**
- Pela REN 666, um erro superior a 10% entre o valor contratado e o verificado incorrerá em penalidades para a distribuidora
- A variação entre os valores simulados de geração solar (dados reais de solarimetria) é muito superior a 10%!



O Modelo de Otimização

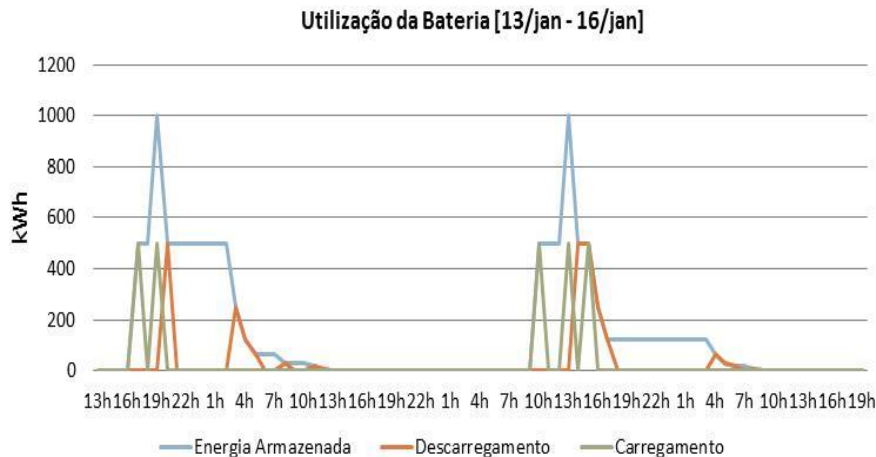
A função objetivo do modelo busca minimizar os custos na contratação do MUST (montante contratado multiplicado pela tarifa) e as penalidades por sobrecontratação ou subcontratação na ponta e fora ponta:

$$\begin{aligned} \text{Min } & \text{MUSTP} * TUSTP + \text{MUSTFP} * TUSTFP + AR * \left(\sum_{m=1}^{12} 3 * \left(YP_m + \frac{ZP_m}{3} \right) * TUSTP + \sum_{m=1}^{12} 3 * \left(YFP_m + \frac{ZFP_m}{3} \right) * TUSTFP \right. \\ & \left. + 12 * XP_a * TUSTP + 12 * XFP_a * TUSTFP \right) \end{aligned}$$

Sendo: YP_m / YFP_m : demanda mensal superior a 110% do MUST contratado P e FP
 ZP_m / ZFP_m : demanda mensal entre 100% e 110% do MUST contratado P e FP
 XP_a / XFP_a : demanda anual inferior a 90% do MUST contratado P e FP
 AR : aversão ao risco da distribuidora (evitar custos não repassados ao consumidor)

Estudo de Caso

- Para modelar o benefício da bateria na contratação do MUST, foi considerado a área de concessão de uma pequena distribuidora fictícia com apenas um ponto de conexão. Foi utilizado como exemplo para a busca de dados a região atendida pela CPFL Jaguari em um cenário de geração fotovoltaica distribuída relevante (algo esperado para os próximos 10, 20 anos)
- Valores reais de TUST (R\$ 2,97/kWmês para ponta e fora ponta) e solarimetria
- Dado os cenários de carga e geração fotovoltaica distribuída (inputs), a modelagem da bateria representa a possibilidade de armazenar parte da geração de energia em um momento para utilizá-la posteriormente, de modo a reduzir a carga líquida e consequentemente diminuir a potência injetada



Utilização da bateria (1000 kWh e 500 kW de carga e descarga) durante o ano inteiro de simulação e durante período destacado. O baixo número de utilizações ao longo do ano mostra que a bateria está sendo subutilizada

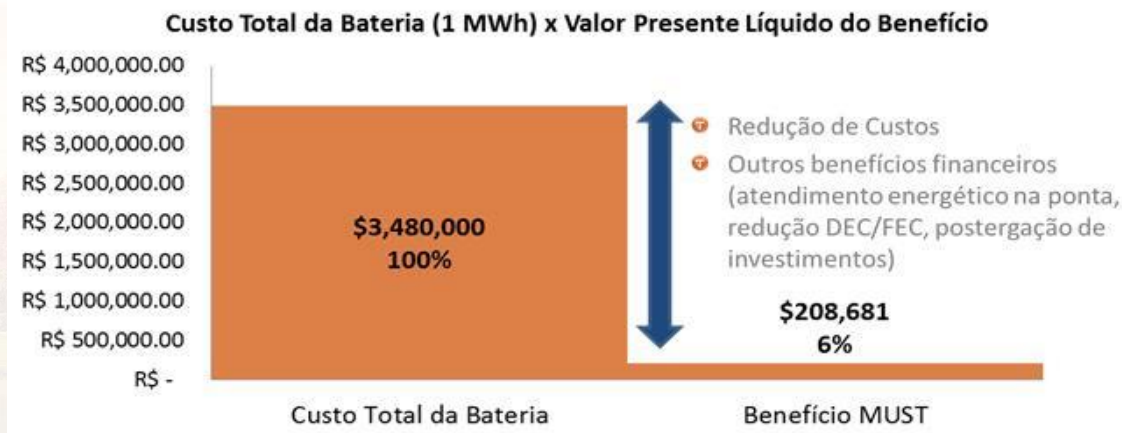
Resultados

Cap. Bateria (kWh)	0 (caso sem bateria)	1000	4000
MUST ponta (kW)	82063	81563 ($\Delta = 500$)	80703 ($\Delta = 1360$)
ΣY_{pm} (kW)	0	0	0
ΣZ_{Pm} (kW)	3221	3221	3466
X_{Pa} (kW)	0	0	0
MUST fora ponta (kW)	90610	90110 ($\Delta = 500$)	88610 ($\Delta = 2000$)
ΣY_{FPm} (kW)	0	0	0
ΣZ_{FPm} (kW)	3466	3466	4124
X_{FPa} (kW)	0	0	0
Custo ano (R\$)	6.401.116	6.365.428	6.291.768
Benefício (R\$)	-	35.688	109.348

A tabela apresenta os resultados obtidos nas simulações. A limitação do benefício de redução do MUST está atrelada à potência de descarga da bateria. A bateria de 4000 kWh de armazenamento (2000 kW de descarga) está sobredimensionada pois a redução do MUST contratado na ponta não atingiu seu potencial máximo

Análise de Viabilidade

Os benefícios financeiros obtidos nas simulações foram comparados com os custos de aquisição da bateria. Esta comparação utilizou o método do fluxo de caixa descontado considerando um custo de R\$ 3.5 milhões para a bateria *utility scale* de 1 MWh (bateria + inversor) e o benefício na contratação do MUST constante ao longo de 15 anos (vida útil da sistema de armazenamento). Os resultados não indicaram viabilidade para este fim



Conclusões

- A otimização na contratação do MUST por parte da distribuidora não se mostrou um benefício suficiente para viabilizar o investimento na instalação de baterias na rede de distribuição (apenas cobriria 6% do custo total)
- Há outras utilizações cujo benefício econômico não foi quantificado no artigo que contribuiriam na análise de viabilidade: redução no DEC e FEC (através da melhoria na qualidade do fornecimento da energia) e postergação de investimentos da distribuidora
- Importantes mudanças regulatórias incentivariam os investimentos em bateria nos diferentes segmentos do setor elétrico como a adoção dos preços horários, previstos para 2019, e a remuneração adequada dos serviços ancilares. Também há a possibilidade de inclusão das baterias na base regulatória de ativos (RAB) das distribuidoras, caso se mostre que os benefícios de uma rede com baterias compensam o custo assumido pelos consumidores

Frederico Kós Botelho



+55 (11) 3192-9100



frederico.botelho@thymosenergia.com.br



www.thymosenergia.com.br