

Projeto 1 – Uso de BESS para Mitigação de Curtailment e Suporte Operacional em Sistemas de Potência com Alta Penetração de Geração Renovável

Duração: Outubro/2025 – Julho/2027

1. Resumo e Justificativa

O aumento da participação das fontes eólica e solar na matriz elétrica brasileira tem provocado situações recorrentes de curtailment (redução forçada da geração), especialmente em regiões como o Nordeste. A instalação de Sistemas de Armazenamento em Baterias (BESS) em pontos estratégicos da rede de transmissão pode mitigar esse problema, permitindo: a) absorver excedentes de energia renovável em períodos de baixa demanda; b) liberar geração renovável quando houver capacidade disponível na rede; c) prover serviços anciliares (regulação de frequência, reserva de potência e controle de tensão). Assim, o projeto busca investigar o papel técnico e econômico dos BESS na otimização do despacho renovável, reduzindo perdas de geração e aumentando a confiabilidade do sistema.

2. Objetivo Geral

Avaliar o impacto técnico, econômico e operacional da implantação de sistemas BESS em nível de transmissão para redução do curtailment de geração eólica e solar, com suporte à estabilidade e aos serviços anciliares do Sistema Interligado Nacional (SIN).

3. Objetivos Específicos

- Modelar sistemas elétricos de transmissão com alta penetração renovável, considerando restrições de fluxo e despacho.
- Simular diferentes estratégias de controle e despacho de BESS para absorção e liberação de energia renovável.
- Quantificar o potencial de redução de curtailment com diferentes tamanhos e localizações de BESS.
- Avaliar o retorno econômico da operação (arbitragem + serviços anciliares + redução de perdas de receita das usinas).
- Discutir implicações regulatórias e de mercado para remunerar o uso de BESS como mitigador de curtailment.

4. Metodologia

Etapa 1 - Modelagem da rede e das usinas renováveis: Uso de modelos-padrão IEEE (39 ou 118 barras) adaptados com dados representativos do Nordeste brasileiro; Inserção de usinas eólicas e solares com perfis reais de geração (ONS/CCEE).

Etapa 2 - Simulação do despacho e restrições: Identificação de períodos de congestionamento e curtailment; Modelagem de BESS em diferentes barras da rede de transmissão.

Etapa 3 - Estratégias de operação do BESS: Controle baseado em estado de carga (SoC) e sinal de congestão; Estratégias de otimização econômica e regulatória.

Etapa 4 - Análise econômica: Avaliação do custo-benefício da instalação do BESS; Modelagem de receitas provenientes de redução de curtailment, serviços anciliares e arbitragem.

Etapa 5 - Análise regulatória: Discussão sobre modelos de remuneração possíveis no Brasil (reserva de capacidade, mercados de flexibilidade, etc.).

5. Resultados Esperados

- Modelos elétricos e econômicos representativos de sistemas de transmissão com curtailment.
- Avaliação quantitativa da redução de curtailment obtida pelo uso de BESS.
- Proposta de critérios de localização e dimensionamento ótimo do armazenamento.

- Estudo de viabilidade econômico-financeira do BESS como mitigador de restrições de rede.
- Relatório técnico com recomendações para políticas e regulação no contexto brasileiro.
- Publicação científica

6. Cronograma

| Etapa | Período | Descrição |
|---|---------------------|--|
| Revisão bibliográfica e coleta de dados | Out/2025 – Abr/2026 | Revisão sobre curtailment no Brasil e experiências internacionais |
| Modelagem do sistema elétrico e das usinas renováveis | Mai/2026 – Set/2026 | Construção do modelo com restrições de transmissão e despacho |
| Inserção e simulação de BESS | Out/2026 – Abr/2027 | Testes de diferentes tamanhos e estratégias de controle |
| Análise econômica e regulatória | Mai/2027 – Jun/2027 | Avaliação de viabilidade e discussões sobre modelos de remuneração |
| Consolidação dos resultados e publicação | Jun/2027 – Jul/2027 | Redação final e submissão de artigo técnico-científico |