



Proposta para aprimoramento do Processo de Planejamento da Expansão do SIN incluindo BESS

PD 10733-0222/2023

Pesquisa de aplicação de sistemas de armazenamento de energia de baterias (BESS) no sistema de transmissão.

Equipe

**Roberto Brandão Fabio Diuana Murilo Miranda
Glauco Taranto Djalma Falcão Thiago Masseran
Murilo Bento Dany Huanca**

A proposta para aprimoramento do processo de Planejamento da Expansão do SIN incluindo o BESS foi construída com base em três pilares:

- I. Proposta para o cálculo do custo de referência do armazenamento
- II. Sugestões para o Planejamento Baseadas em Resultados de Estudos Elétricos Incluindo BESS
- III. Proposta para Cálculo da Capacidade Firme Equivalente para projetos de armazenamento



PROPOSTA PARA CÁLCULO DO CUSTO DE REFERÊNCIA DO ARMAZENAMENTO

PD 10733-0222/2023

Pesquisa de aplicação de sistemas de armazenamento de energia de baterias (BESS) no sistema de transmissão.

Equipe

Roberto Brandão Fabio Diuana Murilo Miranda

A avaliação de benefícios do armazenamento

Possíveis soluções para contornar a atual inexistência de um mercado para serviços de armazenamento como parâmetro para a avaliação de benefícios:

1. Custos de oportunidade baseados nos custos de ***bens substitutos***.

- Não se aplica pois só há substitutos para algumas funções dos BESS, não para todas.

2. Cálculo do ***benefício*** do projeto ***para o sistema***.

- A economicidade sistêmica dos projetos de armazenamento justifica inovações regulatórias capazes de viabilizar esse tipo de projeto.
- Trata-se de uma abordagem tradicional em planejamento energético (Ex: Custo Marginal de Expansão, cálculo da garantia física).

O Custo de Referência do Armazenamento

O Custo de Referência do Armazenamento (CRA) **é o custo máximo que torna um projeto de armazenamento econômico do ponto de vista da expansão do sistema:**

$$CRA_{TD} = \frac{\text{Benefício}_{\text{Projeto}}}{\text{Capacidade Instalada}_{\text{Projeto}}}$$

Onde:

- Onde CRA_{TD} é o CRA para determinado tempo de descarga em um subsistema ou área geoeletrica, medido em R\$/MW;
- $\text{Benefício}_{\text{Projeto}}$ é o benefício que o projeto agrega para o sistema, medido pela **redução do custo total do sistema** em primeira adição (anuidade dos investimentos na expansão do sistema somado ao custo de operação anual do sistema) e;
- $\text{Capacidade Instalada}_{\text{Projeto}}$ é a capacidade instalada do projeto analisado.

Cálculo do Benefício

O **benefício econômico** de cada configuração de armazenamento pode ser estimado a partir da **diferença entre o custo total** da expansão do sistema **com e sem o projeto** proposto. Em planejamento energético trata-se da mensuração de benefícios pelo **ganho em primeira adição**.

$$VPBenefício_{Projeto} = VPCustoTotal_{Caso Base} - VPCustoTotal_{c/ projeto}$$

O benefício e os custos são expressos em valor presente.

Quantificação de benefícios

O benefício econômico de um projeto de armazenamento pode ser calculado assertivamente com base na **modelagem de um sistema de referência**, de preferência integrado ao planejamento do setor (PDE, por exemplo).

O **benefício de diferentes tipos de projetos de armazenamento** pode ser estimado por um modelo de planejamento integrado de expansão e operação (PLEXOS, OptGen, etc).

Benefícios possíveis de quantificar nessa etapa:

1. Investimentos evitados (geração térmica de ponta).
2. Redução de *curtailment* e vertimentos.
3. Aumento eficiente da penetração de eólicas e solares.

Valor Presente de benefícios e custos

O **valor presente do custo do projeto** pode ser expresso como:

$$VP_{CustoProjeto} = VP\{Tx_{desconto}; FluxoCxCapex\} + VP\{Tx_{desconto}; Vida\ econ\ômica; Opex\}$$

Sendo: *FluxoCxCapex*, *TXdesconto* e *Opex* parâmetros econômicos do projeto.

Valor Presente do Benefício Líquido

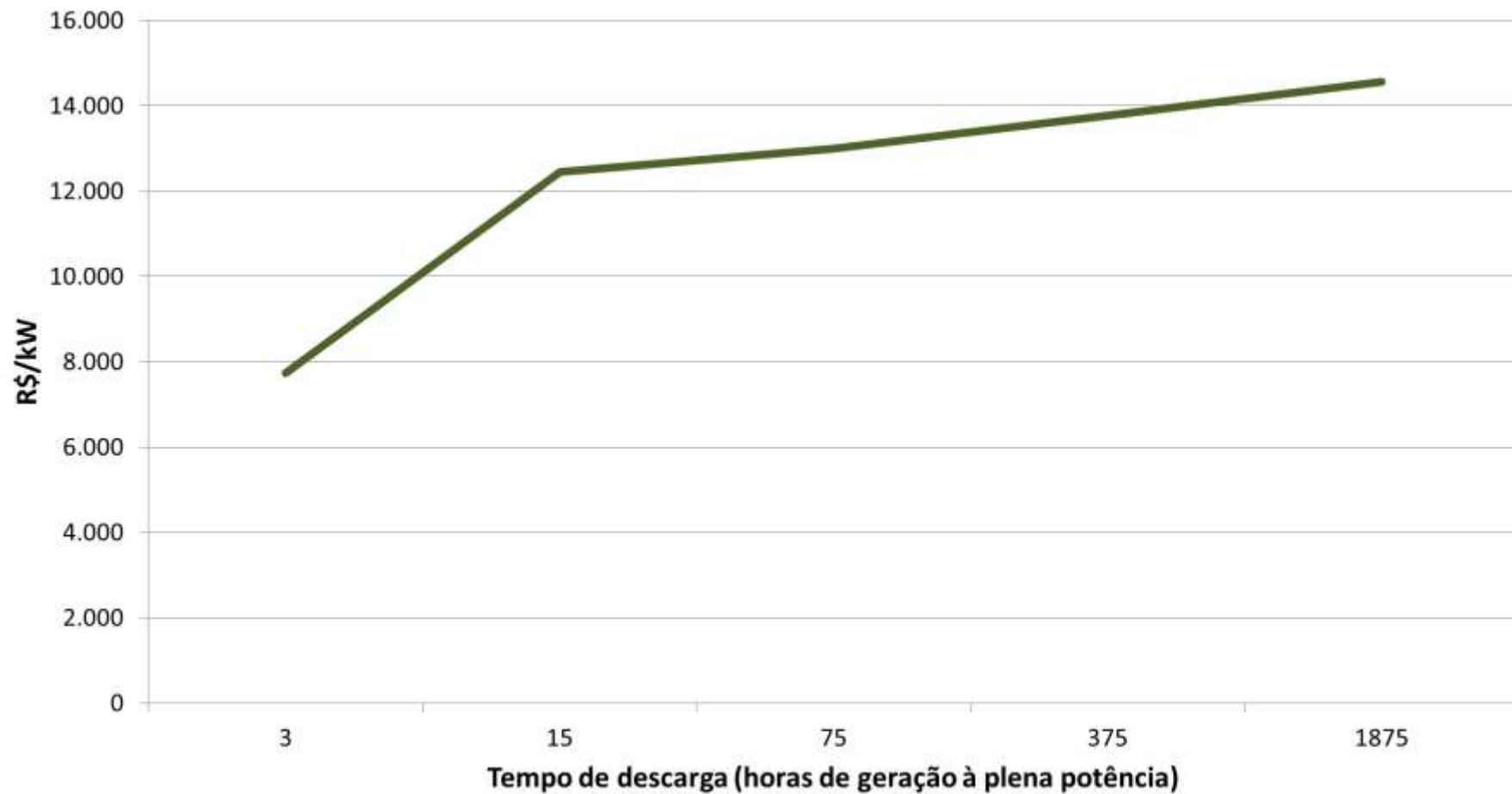
A atratividade de um projeto é estabelecida pelo cálculo do valor presente líquido (**VPL**):

$$VPL_{Projeto} = VP_{BeneficioProjeto} - VP_{CustoProjeto}$$

Trata-se do **melhor critério de decisão** para análise de projetos:

- Projetos com VPL negativo são inviáveis.
- Projetos viáveis são ordenados dos projetos com maior VPL para projetos com menor VPL.

VP benefício com o tempo de descarga



Fonte: Gesel. Elaborada a partir de dados do PDE 2030 no horizonte 2040

Exemplos de aplicação da metodologia

- A metodologia do CAR permite a **comparação** de diversos **projetos** de armazenamento, com diferentes características ou tipologia tecnológica
- Outra possibilidade é avaliar qual a **configuração ótima** de um projeto em determinado local. Exs
 - **Volume de armazenamento** ótimo;
 - **Potência ótima**.

DEBATE



Obrigado!

robertobrandao@gmail.com

*GRUPO DE ESTUDOS DO SETOR ELÉTRICO
GESEL*