



**GERAÇÃO ENERGIA**  
PESQUISA E DESENVOLVIMENTO



# PROJETO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO



**PD-07351-0001/2022**

**SISTEMA DE ARMAZENAMENTO DE ENERGIA EM BATERIAS ÍON-LI COM GERAÇÃO FOTOVOLTAICA ASSOCIADA PARA BLACK START E SUPRIMENTO DE CARGAS ESSENCIAIS DOS SERVIÇOS AUXILIARES DE SUBESTAÇÕES**

**Atualização: 25/10/2023**



**GERAÇÃO ENERGIA**  
PESQUISA E DESENVOLVIMENTO



## **EMPRESAS FINANCIADORAS**

**Propoente: Goiás Transmissão**

**Cooperadas: MGE Transmissão**

**Transenergia Renovável**

**Transenergia São Paulo**

**Triângulo Mineiro Transmissora**

**Vale do São Bartolomeu Transmissora**

**Firminópolis Transmissão**



**GERAÇÃO ENERGIA**  
PESQUISA E DESENVOLVIMENTO



## OBJETIVO

- ✓ **Sistema de energia emergencial para os serviços auxiliares de subestações de transmissão utilizando:**
  - **Sistema de armazenamento de energia em baterias (BESS);**
  - **Geração fotovoltaica (FV) associada;**



**GERAÇÃO ENERGIA**  
PESQUISA E DESENVOLVIMENTO



## **JUSTIFICATIVA**

- ✓ **Assegurar a continuidade da operação de ativos de transmissão em contingência.**
- ✓ **Evitar penalidades por interrupção do serviço devido à falta de energia.**



**GERAÇÃO ENERGIA**  
PESQUISA E DESENVOLVIMENTO



# DADOS DO PROJETO

**Código ANEEL: PD-07351-0001/2022**

**Prazo de execução: 10/03/2023 a 10/03/2026**

**Duração prevista: 36 meses**

**Tema: Qualidade e Confiabilidade dos Serviços de Energia Elétrica**

**Resultados esperados:**

- **Produção Física: sistema instalado na casa de comando da subestação;**
- **Produção Intelectual: artigos publicados (congressos e periódicos);**
- **Capacitação de Pessoal: mestrado e doutorado;**

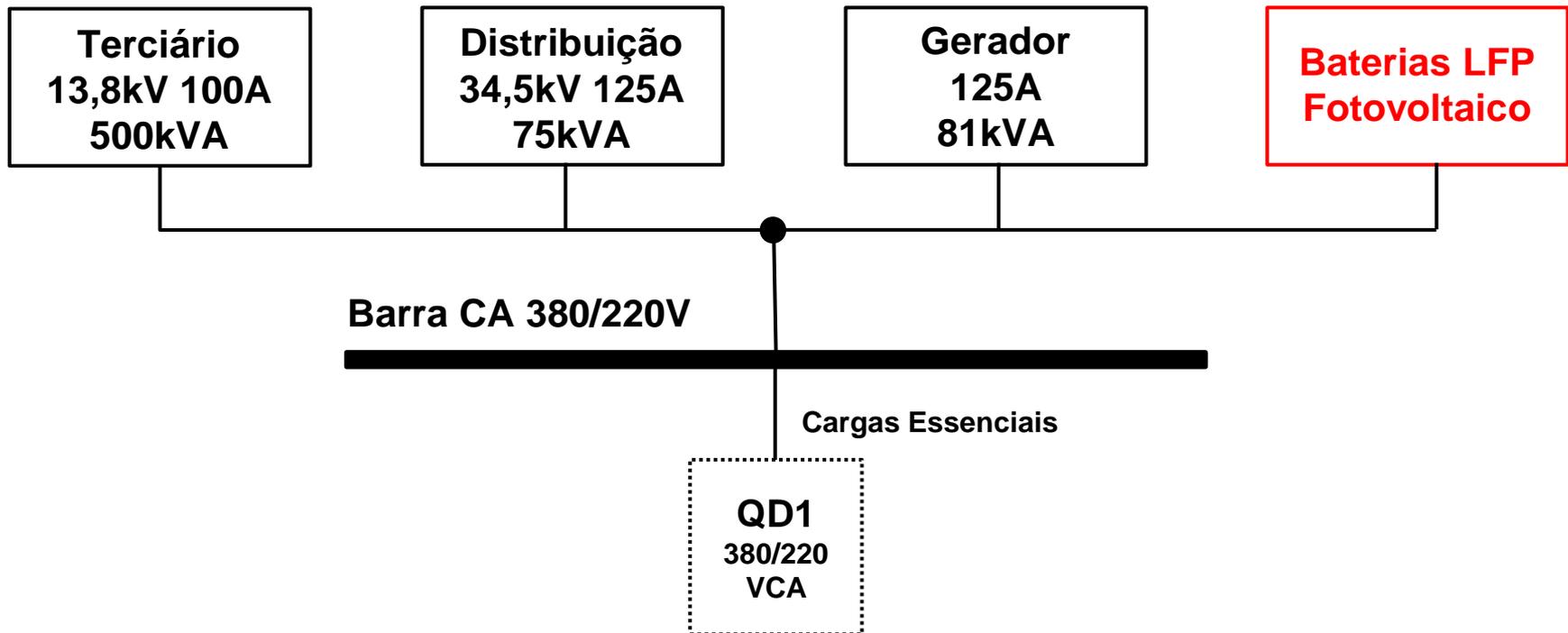


# EQUIPE DO PROJETO

Nome	Título	Função no Projeto	Dedicação	Participação
Eng. Marcelo N. Bousquet	Especialista	Gerente do Projeto	40 h/mês	36 meses
Prof. Enes G. Marra	Doutor	Coordenador da Pesquisa	32 h/mês	36 meses
Prof. José Wilson L. Nerys	Doutor	Pesquisador Acadêmico	24 h/mês	36 meses
Prof. Sérgio P. Pimentel	Doutor	Pesquisador Acadêmico	24 h/mês	36 meses
Eng. Gabriel M. Araújo	Bacharel	Pesquisador Eng. de Campo	26 h/mês	36 meses
Eng. Ananias V. Andrade	Bacharel	Pesquisador Eng. de Campo	40 h/mês	36 meses
Eng. Leovir C. A. Junior	Mestre	Bolsista Doutorado	80 h/mês	36 meses
Vinicius F. C. Mendanha	Graduando	Estagiário/Bolsista Mestrado	80 h/mês	36 meses
Daniel F. Souza	Graduando	Estagiário	80 h/mês	36 meses
Mírian Pérola Rabelo	Bacharel	Aux. Adm. Financeiro	30 h/mês	36 meses
Nayara Paula Gomes	Bacharel	Fiscal Área Técnica	4 h/mês	36 meses
Elizete Pereira	Bacharel	Fiscal Adm. Financeiro	2 h/mês	36 meses
Filipe Santos Oliveira	Bacharel	Jurídico	2 h/mês	36 meses



## PRODUÇÃO FÍSICA





**GERAÇÃO ENERGIA**  
PESQUISA E DESENVOLVIMENTO



# LOCAL DA INSTALAÇÃO



**SE Trindade**



**Vão da  
Firminópolis  
Transmissão**



# LOCAL DA INSTALAÇÃO



**SE Trindade**

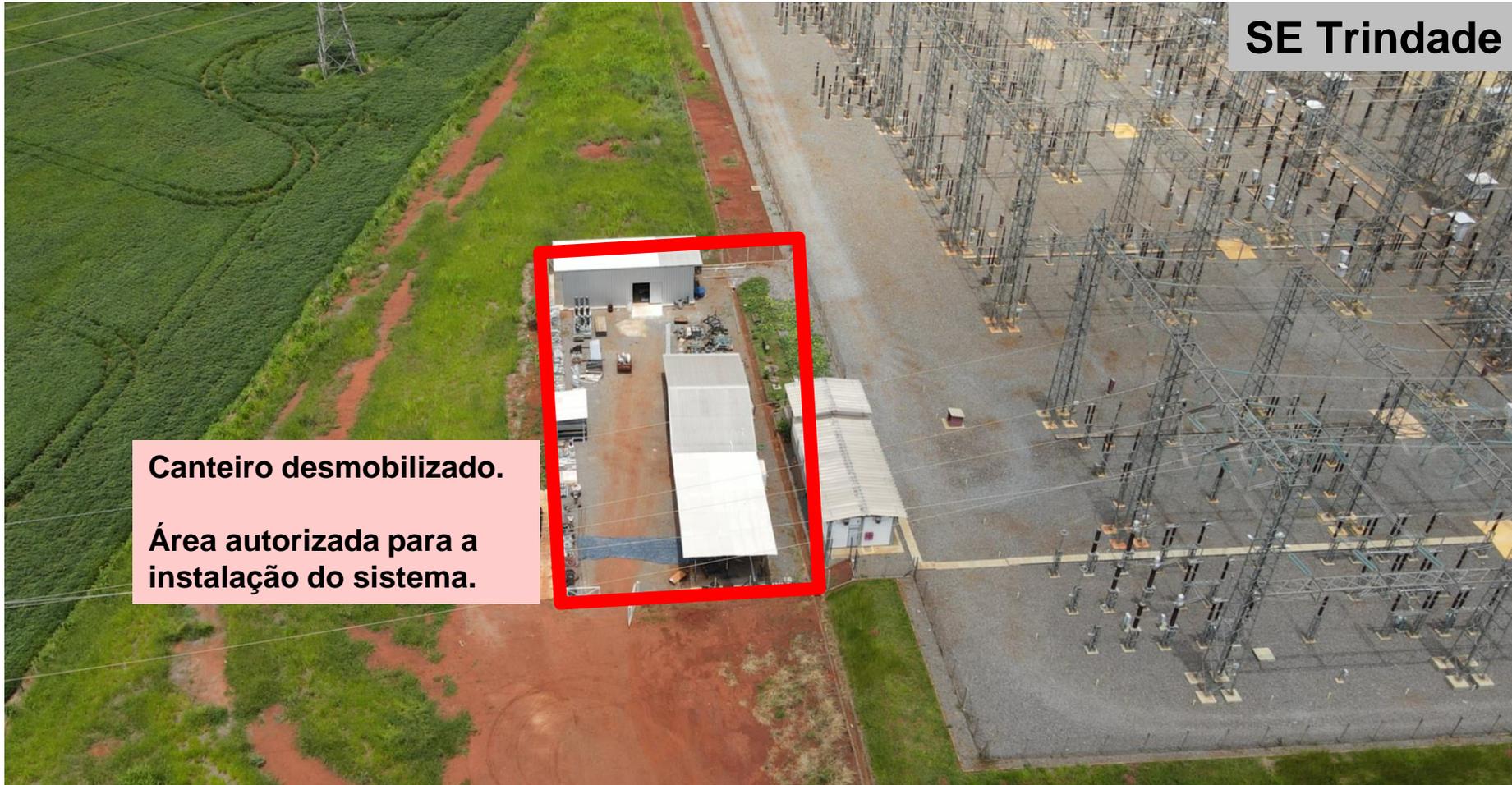
**Casa de  
Comando  
Firminópolis  
Transmissão**



**GERAÇÃO ENERGIA**  
PESQUISA E DESENVOLVIMENTO



# LOCAL DA INSTALAÇÃO



**SE Trindade**

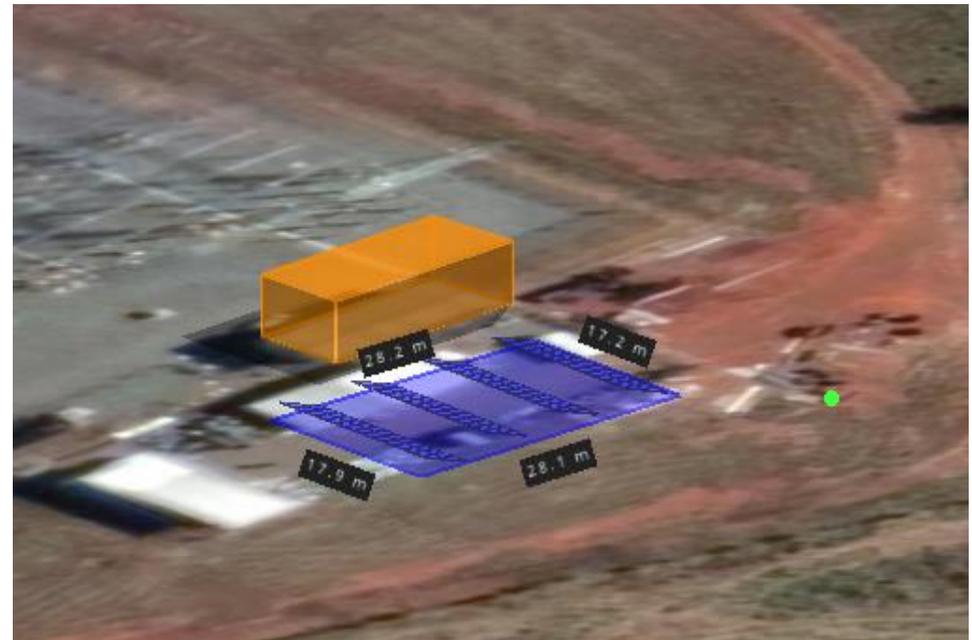
**Canteiro desmobilizado.**  
**Área autorizada para a instalação do sistema.**



**GERAÇÃO ENERGIA**  
PESQUISA E DESENVOLVIMENTO



# SIMULAÇÕES





**GERAÇÃO ENERGIA**  
PESQUISA E DESENVOLVIMENTO



# **DIMENSIONAMENTO DA FONTE DE ENERGIA EMERGENCIAL PROPOSTA**



**GERAÇÃO ENERGIA**  
PESQUISA E DESENVOLVIMENTO



# SISTEMA FOTOVOLTAICO EM SOLO

Energia diária necessária: 223kWh/dia

Horas de sol pleno na localidade: 5,40 h

Taxa de desempenho (TD) ou Performance Ratio (PR): 0,70

Adotando módulos CS7N-MB Canadian Solar

Potência Nominal: 650Wp

Tensão de máxima potência: 37,90V

Corrente de máxima potência: 17,16A

**Potência FV 61,75 kWp (entre 50kWp e 60kWp são aceitos)**

**Proposta:**

**95 módulos sendo 5 fileiras de 19 módulos em série**



**GERAÇÃO ENERGIA**  
PESQUISA E DESENVOLVIMENTO



# **BATERIAS ÍON-LI (BESS) + CONVERTOR**

Potência média demandada pelos serviços auxiliares em CA: 7kW

Tempo de autonomia requerido para o sistema de armazenamento: 20 horas

**Capacidade de armazenamento: 160kWh** (não incluso consumo dos auxiliares do BESS)

**Profundidade de descarga: 90%**

**Capacidade em ampere-hora: 250,00Ah**

**Tensão nominal do BESS: adotado 640Vcc**

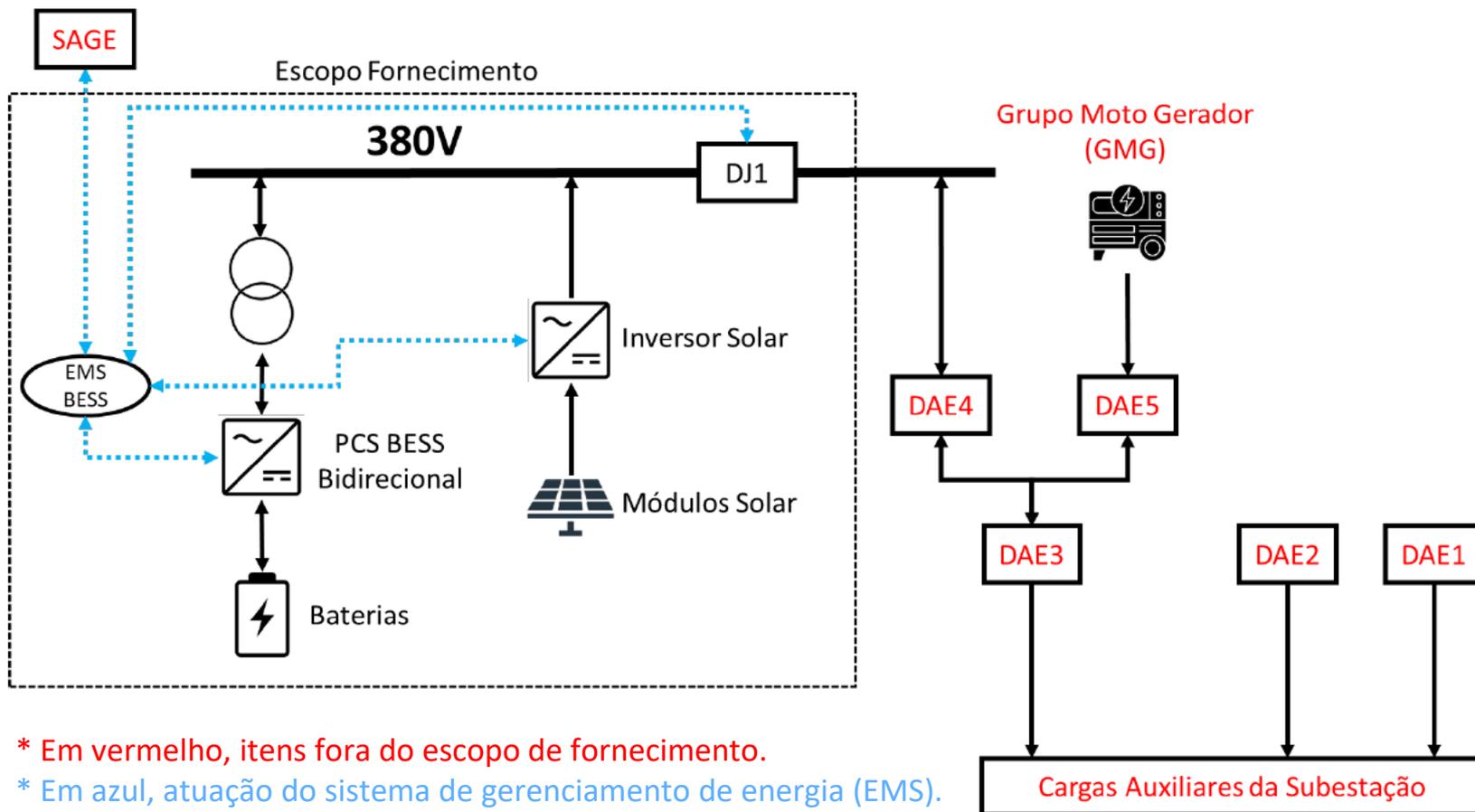
**C-Rate mínimo: 0,25 (ideal que seja  $\geq 0,5$ )**

Potência instalada serviços auxiliares em CA: 35kVA

**Potência de saída do Conversor Bidirecional: 40kW**



# DIAGRAMA ORIENTATIVO



\* Em vermelho, itens fora do escopo de fornecimento.

\* Em azul, atuação do sistema de gerenciamento de energia (EMS).



# DIAGRAMA ORIENTATIVO

## PARA OPERAÇÃO DO BESS, ASSUMEM-SE AS SEGUINTESS PREMISAS:

- i. Os pontos nomeados como “DAE”, são disjuntores comandados pelo SAGE (supervisório);
- ii. DAE1, DAE2 e DAE3 são intertravados e somente uma das chaves estará fechada por vez;
- iii. BESS opera quando houver blecaute ou desligamento das fontes DAE1 e DAE2 simultaneamente;
- iv. Operação conjunta do BESS + Fotovoltaico:

**a. Potência Fotovoltaica (FV) > Demanda das cargas auxiliares:**

Energia produzida pelo FV: 1° Alimenta as cargas; 2° Carrega as baterias.

*Nota: Caso a bateria atinja seu SOC máximo deve-se limitar a produção (inversor).*

**b. Potência Fotovoltaica (FV) < Demanda das cargas auxiliares:**

Energia produzida pelo FV alimenta as cargas auxiliares sendo complementada pelo BESS.

Ao SOC mínimo (BESS), o SAGE deverá de maneira independente identificar a falta de energia vinda do BESS e alimentar as cargas pelo GMG.



## DIAGRAMA ORIENTATIVO

**c. Potência Fotovoltaica (FV) = 0:**

BESS alimenta as cargas até atingir o SOC mínimo. Após, o SAGE deverá de maneira independente identificar a falta de energia vinda do BESS e alimentar as cargas pelo GMG.

- v. No retorno de DAE1 ou DAE2, o sistema SAGE retorna para operação, reestabelecendo energia no sistema auxiliar da subestação por estas fontes de energia;
- vi. Quando BESS está em modo Stand-By, o sistema trabalha Off Grid para que o sistema solar supra energia aos sistemas auxiliares do próprio sistema BESS;
- vii. O reconhecimento da falta de energia será realizado pelo sistema SAGE da subestação, que comandará o BESS para formar ou seguir rede, de acordo com a lógica operativa da subestação.



**GERAÇÃO ENERGIA**  
PESQUISA E DESENVOLVIMENTO



**--- CONFIDENCIAL ---**