



**GERAÇÃO ENERGIA**

PROJETOS DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO



**UFV**

UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE VIÇOSA

# PROJETO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO

## PD-08554-0001/2020

**Sistema fotovoltaico híbrido com armazenamento em banco de baterias de íons de lítio - Gestão pelo lado da demanda**

---

<b>Proponente</b>	<b>Cooperadas</b>
Pantanal Transmissão	Caldas Novas Transmissão
	Transenergia Goiás
	Firminópolis Transmissão
	Lago Azul Transmissão

---

AGOSTO DE 2023



**GERAÇÃO ENERGIA**

**PROJETOS DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO**



**UFV**  
UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE VIÇOSA

<b>Título</b>	<b>Sistema fotovoltaico híbrido com armazenamento em banco de baterias de íons de lítio - Gestão pelo lado da demanda</b>	
<b>Código ANEEL</b>	PD-08554-0001/2020	
<b>Duração</b>	36 meses	
<b>Orçamento</b>	R\$ 889.387,24	
<b>Tema</b>	EE - Eficiência Energética	
<b>Subtema</b>	EE02 - Gerenciamento de carga pelo lado da demanda	
<b>Tipo de Projeto</b>	Cooperativo	
<b>Empresa Proponente</b>	Pantanal Transmissão S/A	R\$ 232.503,84
<b>Cooperada 1</b>	Caldas Novas Transmissão S/A	R\$ 155.439,94
<b>Cooperada 2</b>	Firminópolis Transmissão S/A	R\$ 132.681,33
<b>Cooperada 3</b>	Transenergia Goiás S/A	R\$ 258.500,00
<b>Cooperada 4</b>	Lago Azul Transmissão S/A	R\$ 110.262,11



**GERAÇÃO ENERGIA**

PROJETOS DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO



**UFV**

UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE VIÇOSA

## **OBJETIVOS GERAIS**

- **Investigar a gestão eficiente da produção e do consumo de energia elétrica considerando:**
  - **Estudo de sistemas de armazenamento de energia com geração distribuída.**



**GERAÇÃO ENERGIA**

PROJETOS DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO



**UFV**  
UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE VIÇOSA

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- **Análise de forma de operação:**
  - **Modo 1:** Armazenar energia fora de ponta com fotovoltaico e entregar na ponta;
  - **Modo 2:** Armazenar e suprir a carga fora de ponta com fotovoltaico e entregar na ponta;



**GERAÇÃO ENERGIA**

PROJETOS DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO



**UFV**

UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE VIÇOSA

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- **Análise de forma de operação:**
  - **Modo 3:** Armazenar energia fora de ponta com fotovoltaico e rede de distribuição e entregar na ponta;
- **Análise econômica e financeira.**
- **Estudo e análise do ambiente regulatório.**



**GERAÇÃO ENERGIA**

PROJETOS DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO



**UFV**

UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE VIÇOSA

## **JUSTIFICATIVA**

- **Inserção crescente de fontes renováveis no sistema elétrico agrega:**
  - **Insegurança e imprevisibilidade ao suprimento devido à natureza intermitente das fontes;**



**GERAÇÃO ENERGIA**

PROJETOS DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO



**UFV**

UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE VIÇOSA

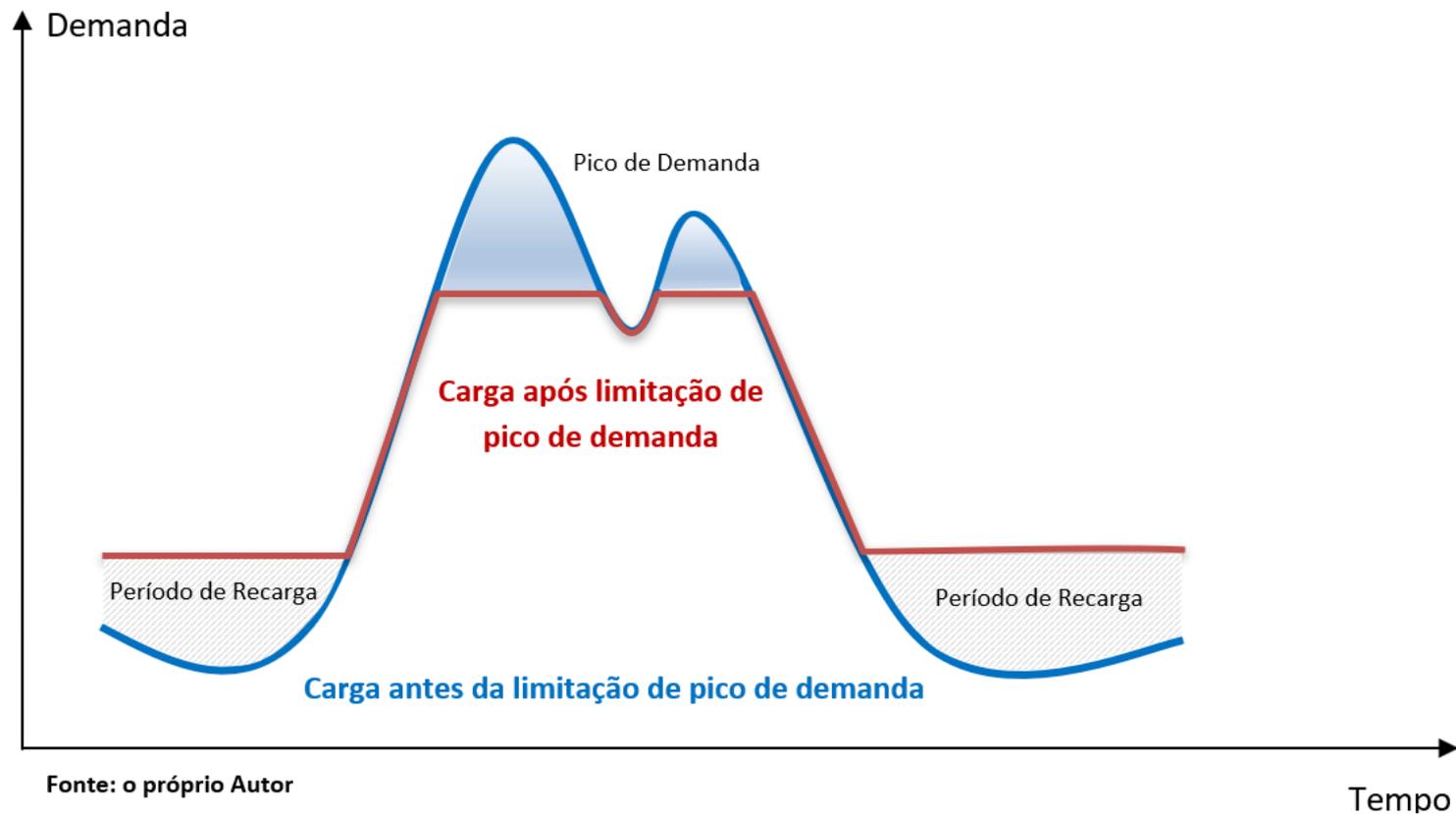
## JUSTIFICATIVA

- **Sistemas de armazenamento de energia podem:**
  - **Compensar intermitência das renováveis;**
  - **Atender demanda de energia no horário de pico;**
  - **Postergar investimentos em G/T/D; e**
  - **Fomentar inovações nos modelos de comercialização de energia elétrica.**



# TÉCNICAS

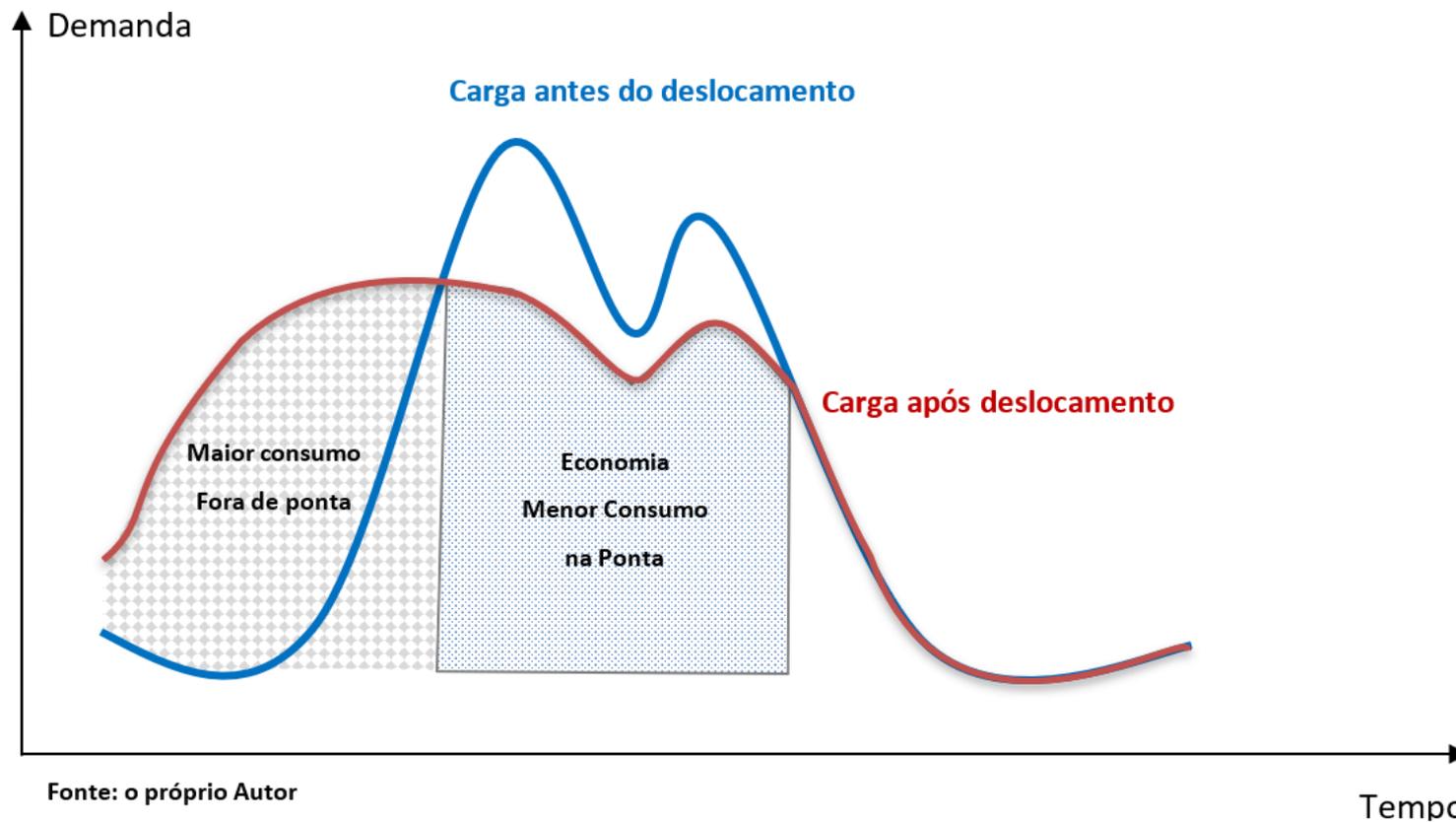
## Limitação do Pico de Demanda (Peak Shaving)





# TÉCNICAS

## Deslocamento de Carga (Load Shifting)





**GERAÇÃO ENERGIA**

PROJETOS DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO

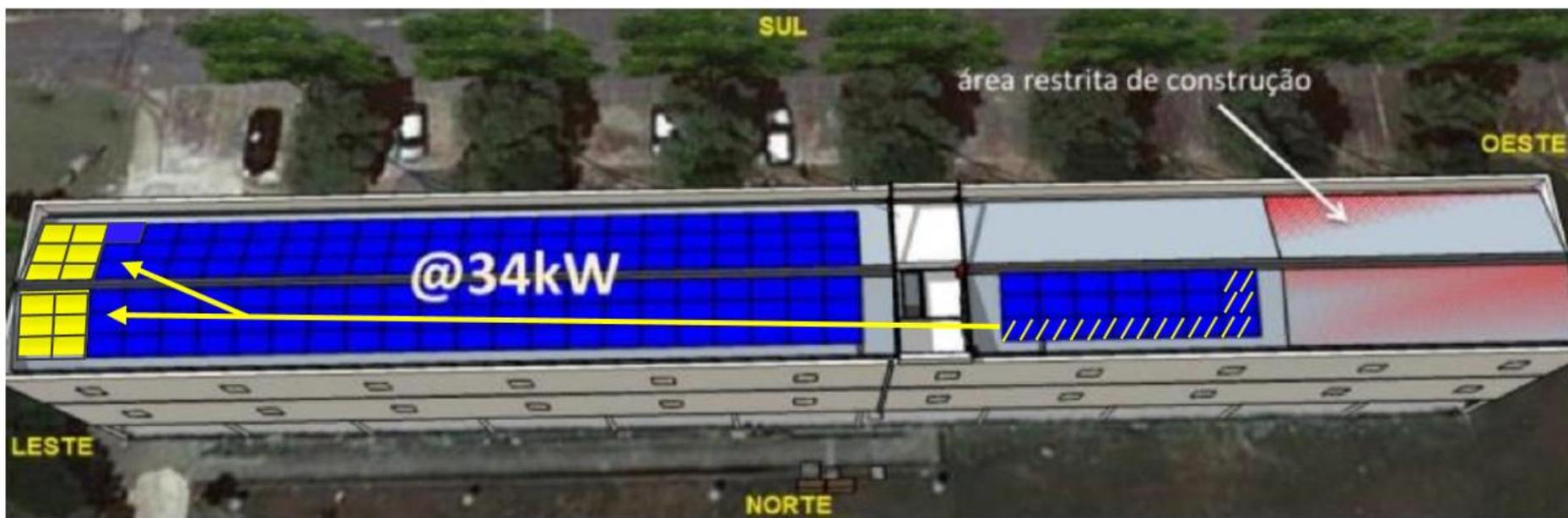


**UFV**

UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE VIÇOSA

## PROGRESSO DAS ATIVIDADES

**Rearranjo de módulos e nova disposição física dos painéis fotovoltaicos da Escola de Engenharia Elétrica, Mecânica e de Computação da UFV**





**GERAÇÃO ENERGIA**

PROJETOS DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO



**UFV**

UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE VIÇOSA

## Serviços Executados – Estruturas Existentes

### Sistema Fotovoltaico

- Remanejamento de 12 módulos fotovoltaicos, incluindo trilhos e grampos;
- Alteração da conexão elétrica módulos e inversores;
- Limpeza geral dos módulos;
- Reaperto estrutural de parafusos e grampos;
- Manutenção e fixação dos eletrodutos e eletrocalhas;
- Reaperto das conexões dos quadros elétricos e inversores;
- Medições das tensões CC e tensões/correntes CA do sistema;
- Análise termográfica dos quadros elétricos CC e CA;



**GERAÇÃO ENERGIA**

PROJETOS DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO



## **Serviços Executados – Estruturas Existentes**

- Execução de linha de vida em platibanda do telhado;
- Complemento da passarela de acesso, incluindo manutenção e fixação de alguns pontos da passarela existente;
- Fixação de ponto para o sensor de fim de curso;
- Revisão da instalação do motor;



**GERAÇÃO ENERGIA**

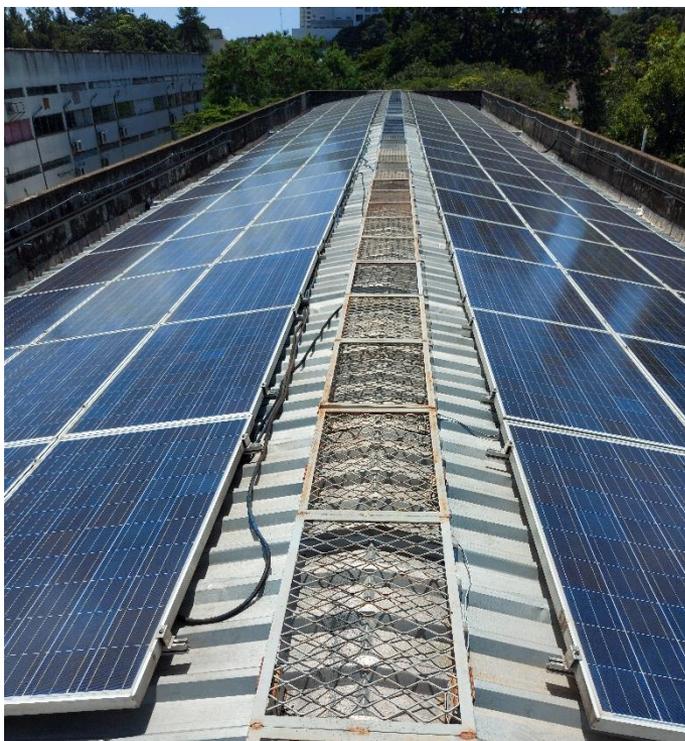
PROJETOS DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO



**UFV**

UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE VIÇOSA

## Serviços Executados – Estruturas Existentes



*Foto 1 – Lado Leste do gerador fotovoltaico após rearranjo dos módulos solares.*



*Foto 2 – Lado Oeste do gerador fotovoltaico: não será utilizado.*



## Serviços Executados – Estruturas Existentes



*Foto 3 – Reaperto das conexões dos quadros elétricos e inversores.*



**GERAÇÃO ENERGIA**

PROJETOS DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO



**UFV**

UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE VIÇOSA

## Serviços Executados – Estruturas Existentes



*Foto 4 – Medições de Tensão e Corrente do arranjo fotovoltaico após as adequações.*



**GERAÇÃO ENERGIA**

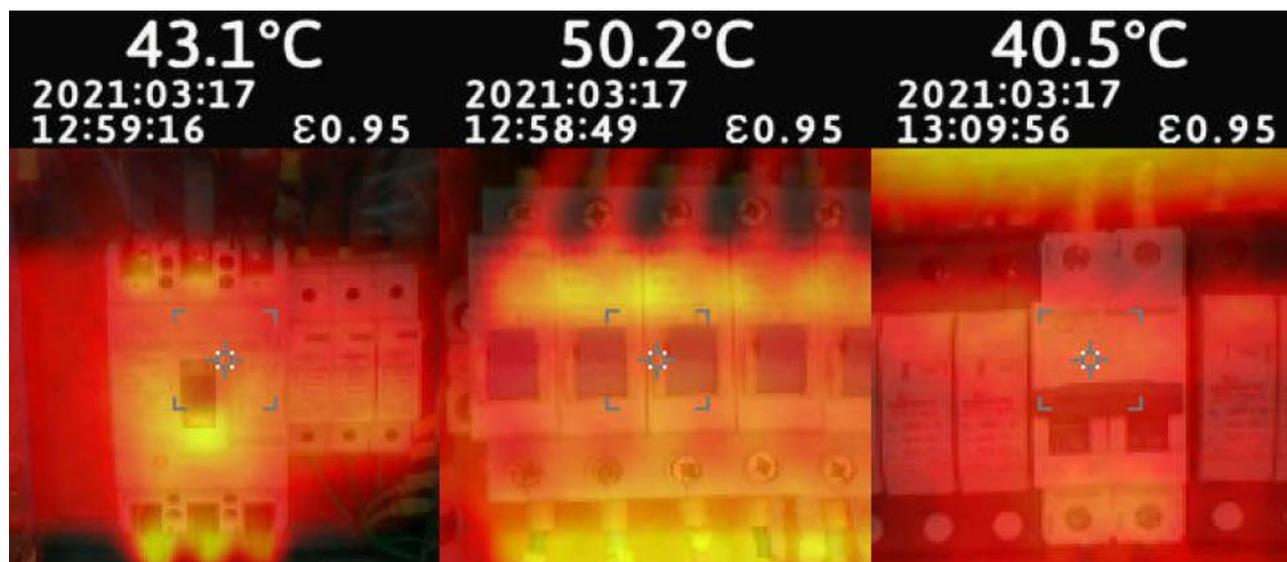
PROJETOS DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO



**UFV**

UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE VIÇOSA

## Serviços Executados – Estruturas Existentes



*Foto 5 – Análise termográfica nos quadros elétricos do sistema fotovoltaico.*



**GERAÇÃO ENERGIA**

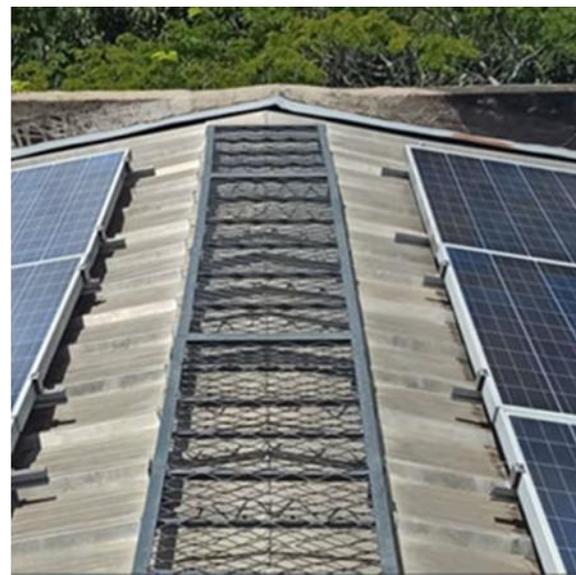
PROJETOS DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO



**UFV**

UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE VIÇOSA

## Serviços Executados – Estruturas Existentes



*Foto 6 – Linha de vida e extensão da passarela de manutenção.*



**GERAÇÃO ENERGIA**

PROJETOS DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO



## **Serviços Executados – Estruturas Existentes**

### **Sala de Baterias**

- Reforma geral (civil e elétrica) da sala de baterias;
- Revisão do quadro de força e luz do piso inferior do bloco;
- Lançamento de eletroduto em solo;
- Seccionamento de eletroduto de acesso ao QGBT, incluindo instalação de caixa de passagem;
- Lançamento de circuitos elétricos interligando a sala de baterias e o QGBT;
- Inserção de disjuntor específico para o banco de baterias e conexão ao barramento principal do QGBT;



## Serviços Executados – Estruturas Existentes



*Foto 7 – Reforma da sala de baterias e inversor.*



**GERAÇÃO ENERGIA**

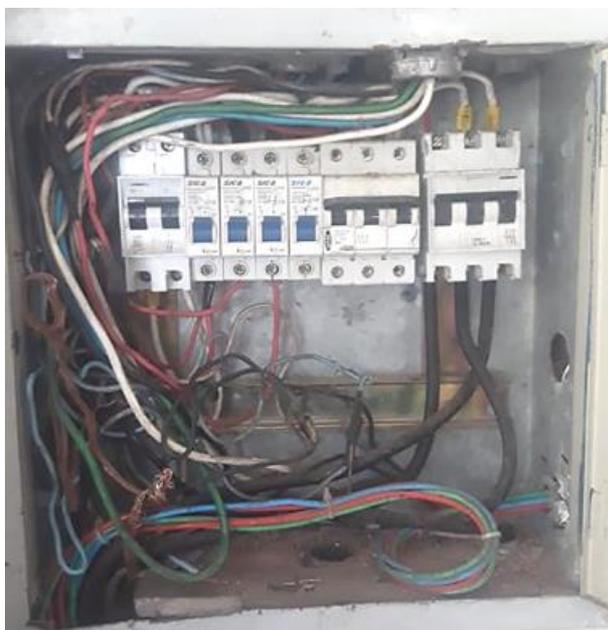
PROJETOS DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO



**UFG**

UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE GOIÁS

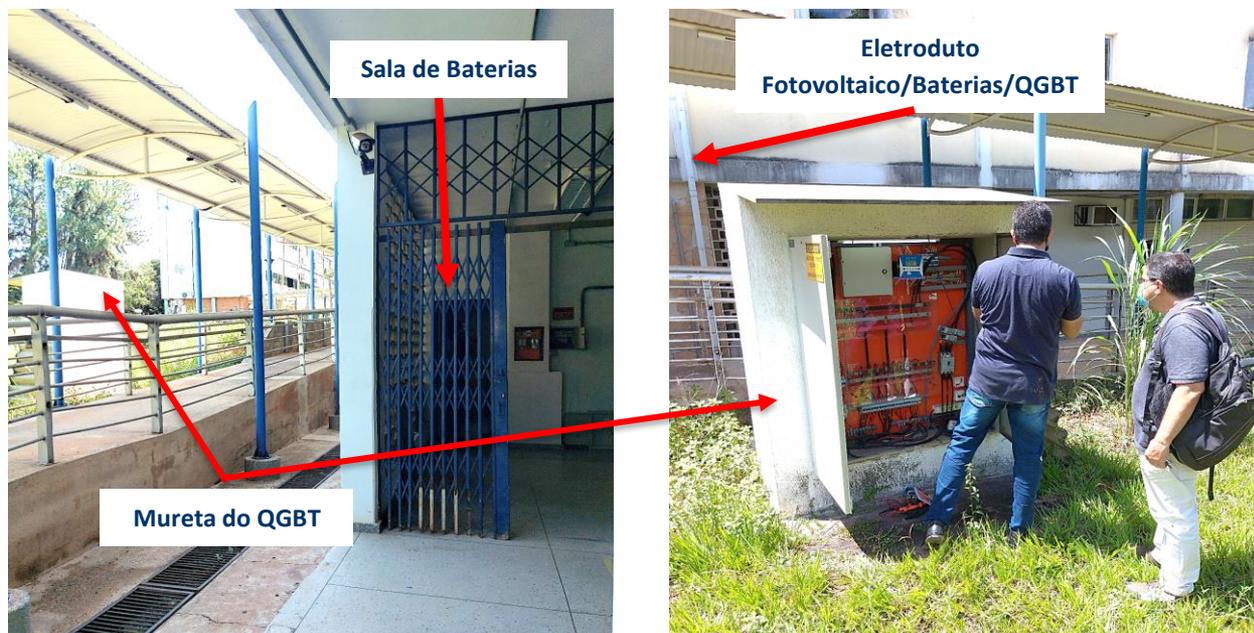
## Serviços Executados – Estruturas Existentes



*Foto 8 – Reforma do quadro de luz e força do Bloco B da Escola de Engenharia da UFG.*



## Serviços Executados – Estruturas Existentes



*Foto 9 – Disposição física das estruturas.*



**GERAÇÃO ENERGIA**

PROJETOS DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO



**UFV**  
UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE VIÇOSA

## Desenvolvimento Experimental – Tracel Indústria

- Fornecimento Tracel:
  - Banco de baterias
  - Inversor bidirecional
- Os equipamentos foram entregues na UFV em 09/05/2023;
- A instalação foi realizada com sucesso no dia 15/05/2023;
- O comissionamento e startup foram realizados de 15 a 19/05/2023;



## Desenvolvimento Experimental – Tracel Indústria



*Foto 10 – Banco de baterias e inversor bidirecional em fábrica. Desenvolvimento Tracel.*



**GERAÇÃO ENERGIA**

PROJETOS DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO



**UFV**

UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE VIÇOSA

## Desenvolvimento Experimental – Tracel Indústria



*Foto 11 – Descarga e acomodação dos equipamentos na sala de baterias da escola de engenharia/UFV.*



## Desenvolvimento Experimental – Tracel Indústria



*Foto 12 – Instalação dos equipamentos na sala de baterias da escola de engenharia/UFG.*



**GERAÇÃO ENERGIA**

PROJETOS DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO



**UFV**  
UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE VIÇOSA

## Não Conformidades

- Falha na descarga das baterias operando como inversor no modo evento.
- Logomarcas desatualizadas no display (TGO, UFG e Geração Energia).
- A frequência na IHM precisa ser mostrada com uma decimal.
- O disjuntor CC tem especificação inadequada à operação do equipamento.
- A IHM não possui senha para operação.
- Ruído do equipamento excede a norma ABNT NBR 10152/2020.
- O programa Modbus TCP apresenta inconsistência de dados.
- A configuração de comunicação do inversor não atende aos padrões de segurança da UFG.



## Desmontagem e Envio à Fábrica



*Foto 13 – Desmontagem dos equipamentos para envio de volta à Tracel.*



## Solução de Não Conformidades



*Foto 14 – Ensaios e testes em fábrica para verificação da solução de Não Conformidades.*



**GERAÇÃO ENERGIA**

PROJETOS DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO



**UFV**  
UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE VIÇOSA

## Últimos Ajustes em Fábrica

- Programação de controle do equipamento para o retorno à operação após ocorrência de evento de falta de fase;
- Alteração do nível de descarga mínima do banco de 15% para 10%;



# CRONOGRAMA FINANCEIRO

CÓD. ANEEL PD-08554-0001/2020 PRAZO 36 meses TÍTULO DO PROJETO Sistema fotovoltaico híbrido com armazenamento em banco de baterias de íons de lítio - Gestão pelo lado da demanda

Atualização: 09/08/2023

INVESTIMENTO P&D	CNT		PANTANAL		FIRMINÓPOLIS		TGO		LAGO AZUL	
	PREVISTO	REALIZADO	PREVISTO	REALIZADO	PREVISTO	REALIZADO	PREVISTO	REALIZADO	PREVISTO	REALIZADO
Recursos Humanos	76.920,00	76.920,00	79.380,00	31.500,00	45.420,00	49.920,00	149.760,00	103.320,00	97.800,00	40.920,00
Serviços de Terceiros	49.449,29	49.450,00	-	3.924,61	-	3.924,61	-	-	-	-
Material de Consumo	1.928,52	2.485,52	-	-	-	-	-	-	-	-
Materiais Perm. Equip.	-	-	105.549,20	21.071,54	77.319,22	72.250,00	95.437,89	105.500,00	-	-
Viagens e Diárias	17.200,03	-	22.392,51	9.195,00	-	-	-	-	-	-
Outros	9.942,11	27.990,70	25.182,11	19.786,78	9.942,11	11.659,89	13.302,11	13.302,20	12.462,11	12.462,30
<b>TOTAL POR EMPRESA</b>	<b>155.439,94</b>	<b>156.846,22</b>	<b>232.503,82</b>	<b>85.477,93</b>	<b>132.681,33</b>	<b>137.754,50</b>	<b>258.500,00</b>	<b>222.122,20</b>	<b>110.262,11</b>	<b>53.382,30</b>

INVESTIMENTO P&D	2020		2021		2022		2023		TOTAL	
	PREVISTO	REALIZADO								
CNT	36.830,63	4.500,00	100.911,79	77.862,20	-	69.984,02	17.697,52	4.500,00	155.439,94	156.846,22
Pantanal	21.196,40	4.500,00	109.129,91	54.494,80	97.377,51	22.558,52	4.800,00	3.924,61	232.503,82	85.477,93
Firminópolis	9.942,11	4.500,00	77.319,22	5.442,20	-	6.217,69	45.420,00	121.594,61	132.681,33	137.754,50
TGO	108.740,00	110.000,00	70.380,00	80.622,20	70.380,00	31.500,00	9.000,00	-	258.500,00	222.122,20
Lago Azul	12.462,11	4.500,00	31.920,00	39.882,30	-	-	65.880,00	9.000,00	110.262,11	53.382,30
<b>TOTAL POR ANO</b>	<b>189.171,26</b>	<b>128.000,00</b>	<b>389.660,92</b>	<b>258.303,70</b>	<b>167.757,51</b>	<b>130.260,23</b>	<b>142.797,52</b>	<b>139.019,22</b>	<b>889.387,21</b>	<b>655.583,15</b>



**GERAÇÃO ENERGIA**

PROJETOS DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO



**UFPG**  
UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE GOIÁS

# Confidencial