



ENERGIA SOLAR

# **RELATÓRIO DE COMISSONAMENTO GERADOR FOTOVOLTAICO 81,88 kWp**

## **TÉCNICO RESPONSÁVEL**

**Luís Fernando Almeida Galvão**

**Luiz Alberto Wagner Pinto Junior**

**Valesca Bettim Feltrin**

**RECIFE – PE**

**2023**

55 3217.5111

ROD RS 223, KM46,4 S/N Bairro Arroio Grande, Ibirubá - RS



ENERGIA SOLAR

## Sumário

APRESENTAÇÃO DA EMPRESA .....	3
OBJETIVO.....	4
INSPEÇÕES.....	5
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	20

55 3217.5111

ROD RS 223, KM46,4 S/N Bairro Arroio Grande, Ibirubá - RS

## APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

A empresa **HCC ENGENHARIA ELÉTRICA**, inscrita no CNPJ 07.261.798/000174, situada no município de Ibirubá – RS. Somos uma empresa que, desde 2005, presta serviços em engenharia elétrica. Após 10 anos de atuação e experiência no mercado, resolvemos apostar em um dos setores que mais cresce no Brasil, o de energia solar.

Desde então, oferecemos soluções personalizadas de energia solar para residências, empresas, indústrias e agronegócios, proporcionando independência energética para os nossos clientes e reduzindo os danos ao meio ambiente.

Além da instalação dos sistemas fotovoltaicos, também ministramos cursos e disponibilizamos o nosso modelo de negócio por meio de franquias, para aqueles que, como nós, querem empreender no setor de energia solar.

Temos como valores:

A segurança dos nossos colaboradores;

- A parceria com clientes, fornecedores, colaboradores e sociedade em geral;
- A inovação para sempre buscar por novas maneiras de auxiliar nossos clientes;
- E a motivação para a realização de todas as nossas atividades.

Sempre preocupada em evoluir a empresa desenvolve e executa obras onde o principal objetivo é o desenvolvimento sustentável realizando práticas racionais de utilização de recursos.

## **OBJETIVO**

Este documento tem por objetivo apresentar os dados obtidos a partir do comissionamento do sistema fotovoltaico instalado conforme NBR 16.274: Sistemas fotovoltaicos conectados à rede – Requisitos mínimos para documentação, ensaios de comissionamento, inspeção e avaliação de desempenho. Os dados do comissionamento foram realizados no Tribunal Regional do Trabalho Sexta Região – Edifício Sede, situado na Rua do Apolo, 739, Bairro Recife, CEP: 50030-220 no município de Recife, estado do Pernambuco.

O comissionamento dessa obra, que se trata de uma ampliação foi feito pelo Engenheiro Luís Fernando Almeida Galvão, representando a HCC Engenharia Elétrica, juntamente com a fiscalização do Tribunal Regional do Trabalho Sexta Região, representado pelo Engenheiro Durval Soares da Silva Júnior. O relatório foi feito pela Engenheira Valesca Bettim Feltrin.

## INSPEÇÕES

### Inspeção visual e termográfica

- a) Deve ser realizada inspeção visual das estruturas metálicas, módulos, conectores e quadros;

O engenheiro Luis, juntamente com a fiscalização do Tribunal Regional do Trabalho Sexta Região, realizaram a vistoria e inspeção visual, nesta data o dia estava ensolarado e com poucas nuvens. Na inspeção não foram encontradas irregularidades.



Figura 1- Imagem do cabeamento da entrada CC dos inversores.



Figura 2- Imagem stringbox com identificação.

- b) Mediante uma câmera termográfica e com o gerador fotovoltaico operando normalmente (conectado à rede), deve ser observada a temperatura dos módulos fotovoltaicos, registrando a diferença de temperatura entre a célula mais quente e a mais fria, e também qualquer temperatura absoluta próxima ou maior que 100° C;

Também neste dia, foram realizadas as inspeções termográficas em módulos selecionados de forma aleatória. Neste dia, as condições de céu estavam estáveis, com algumas nuvens e vento, de forma que assegurava que houvesse corrente suficiente para que as diferenças de temperatura fossem perceptíveis.

Os resultados destes testes podem ser observados nas Figuras 3 a 54 apresentadas abaixo. Salienta-se que, durante a inspeção nenhum módulo apresentou temperatura absoluta próxima ou maior que  $100^{\circ}\text{C}$ , ou seja, nenhum módulo em operação apresentou anomalia térmica de acordo com esse teste.

Além disso, conforme a Tabela 1, em pleno funcionamento o sistema apresentou todas as temperaturas abaixo  $55^{\circ}\text{C}$  e se pode constatar temperatura média de  $43,68^{\circ}\text{C}$ .

Por fim, a temperatura dos módulos apresentou característica relativamente uniforme, sem nenhuma diferença de temperatura significativa ou pontos quentes.



Figura 3 - Imagem térmica módulo 1.

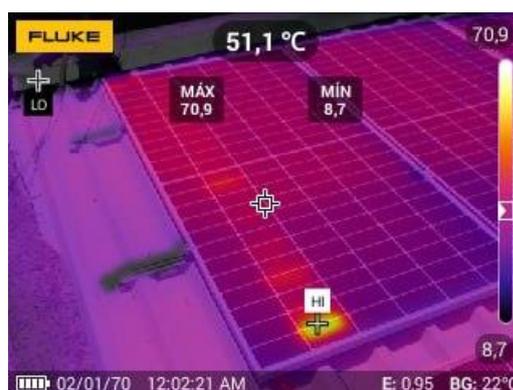


Figura 4 - Imagem térmica módulo 2.

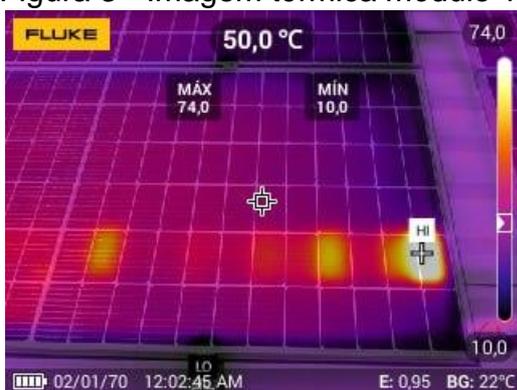


Figura 5 - Imagem térmica módulo 3.



Figura 6 - Imagem térmica módulo 4.



Figura 7 - Imagem térmica módulo 5.



Figura 8 - Imagem térmica módulo 6.



Figura 9 - Imagem térmica módulo 7.



Figura 10 - Imagem térmica módulo 8.



Figura 11 - Imagem térmica módulo 9.



Figura 12 - Imagem térmica módulo 10.



Figura 13 - Imagem térmica módulo 11.



Figura 14 - Imagem térmica módulo 12.



Figura 15 - Imagem térmica módulo 13.

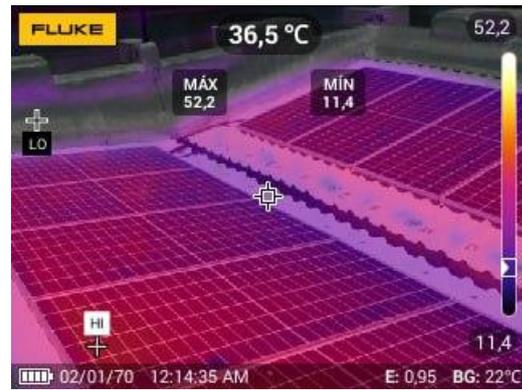


Figura 16 - Imagem térmica módulo 14.



Figura 17 - Imagem térmica módulo 15.

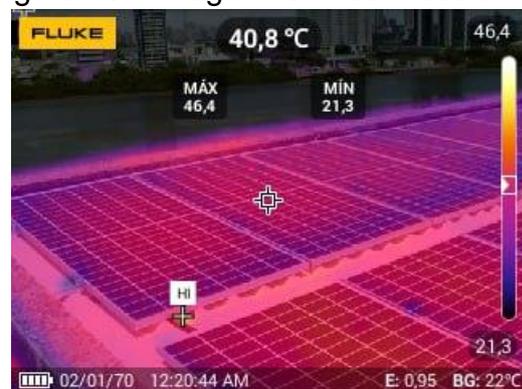


Figura 18 - Imagem térmica módulo 16.



Figura 19 - Imagem térmica módulo 17.



Figura 20 - Imagem térmica módulo 18.

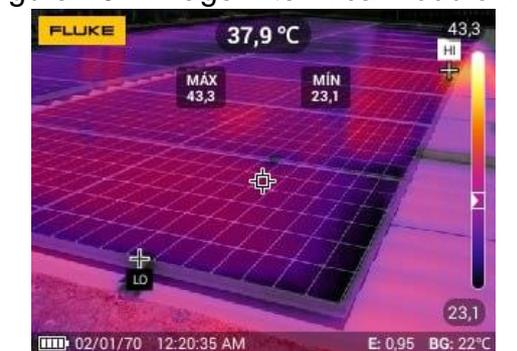


Figura 21 - Imagem térmica módulo 19.



Figura 22 - Imagem térmica módulo 20.

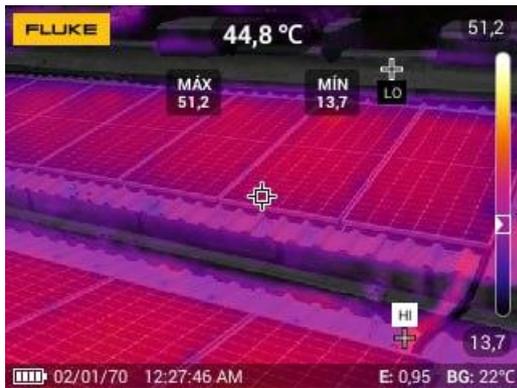


Figura 23 - Imagem térmica módulo 21.

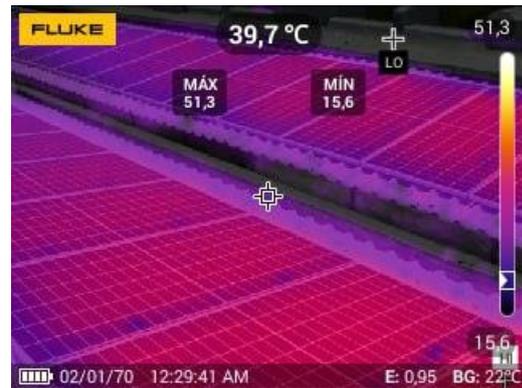


Figura 24 - Imagem térmica módulo 22.



Figura 25 - Imagem térmica módulo 23.



Figura 26 - Imagem térmica módulo 24.



Figura 27 - Imagem térmica módulo 25.



Figura 28 - Imagem térmica módulo 26.



Figura 29 - Imagem térmica módulo 27.



Figura 30 - Imagem térmica módulo 28.



Figura 31 - Imagem térmica módulo 29.



Figura 32 - Imagem térmica módulo 30.



Figura 33 - Imagem térmica módulo 31.



Figura 34 - Imagem térmica módulo 32.



Figura 35 - Imagem térmica módulo 33.



Figura 36 - Imagem térmica módulo 34.



Figura 37 - Imagem térmica módulo 35.

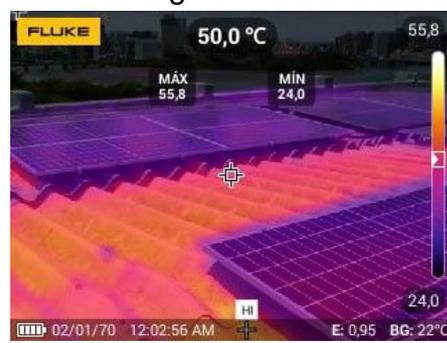


Figura 38 - Imagem térmica módulo 36.



Figura 39 - Imagem térmica módulo 37.



Figura 40 - Imagem térmica módulo 38.

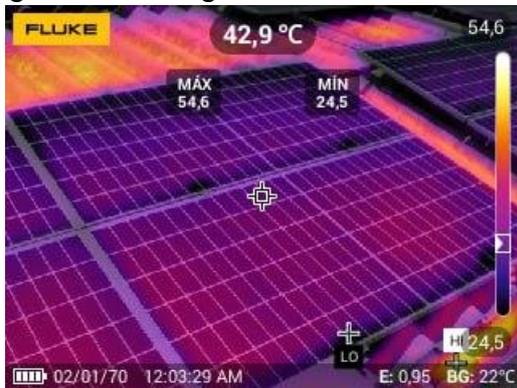


Figura 41 - Imagem térmica módulo 39.



Figura 42 - Imagem térmica módulo 40.



Figura 43 - Imagem térmica módulo 41.



Figura 44 - Imagem térmica módulo 42.



Figura 45 - Imagem térmica módulo 43.



Figura 46 - Imagem térmica módulo 44.



Figura 47 - Imagem térmica módulo 45.



Figura 48 - Imagem térmica módulo 46.



Figura 49 - Imagem térmica módulo 47.



Figura 50 - Imagem térmica módulo 48.



Figura 51 - Imagem térmica módulo 49.



Figura 52 - Imagem térmica módulo 50.



Figura 53 - Imagem térmica módulo 51.



Figura 54 - Imagem térmica módulo 52.

Tabela 1- Resultados das inspeções térmicas nos módulos, bem como a temperatura média da inspeção.

Medidas	Valores (°C)
1	42,1
2	51,1
3	50
4	52,1
5	41,6
6	44,2
7	47,4
8	47,4
9	47,9
10	56
11	53
12	42,5
13	38,7
14	43
15	39,8
16	36,5
17	46,4
18	40,8
19	45,7
20	43,5
21	37,9
22	48,9
23	44,8
24	39,7
25	40,2
26	47
27	40,7

28	47,3
29	31,8
30	45,2
31	38,6
32	41,4
33	36,9
34	40,7
35	41,7
36	40,2
37	38,7
38	50
39	47,7
40	44,5
41	42,9
42	43,6
43	48,9
44	42,5
45	43,4
46	41,8
47	41,5
48	43,5
49	39
50	44,6
51	43
52	44
53	41,3
54	45,5
TOTAL	43,687

55 3217.5111

ROD RS 223, KM46,4 S/N Bairro Arroio Grande, Ibirubá - RS

c) Deve ser realizada também avaliação termográfica dos quadros elétricos.

De forma similar ao ensaio realizado com os módulos fotovoltaicos, também para verificar diferenças significativas de temperatura e pontos quentes, todos os quadros do sistema gerador foram inspecionados. O resultado dessa inspeção pode ser demonstrado nas Figuras 55 e 58 apresentadas nesta seção.

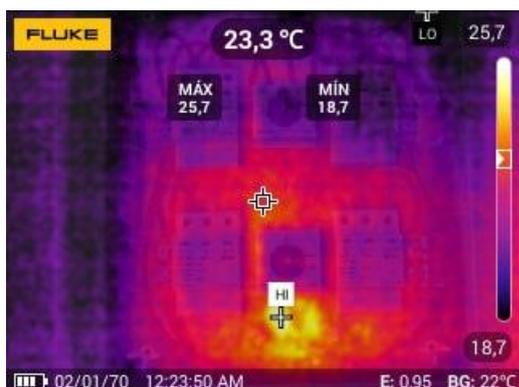


Figura 55 – Imagem com a câmera térmica da stringbox.

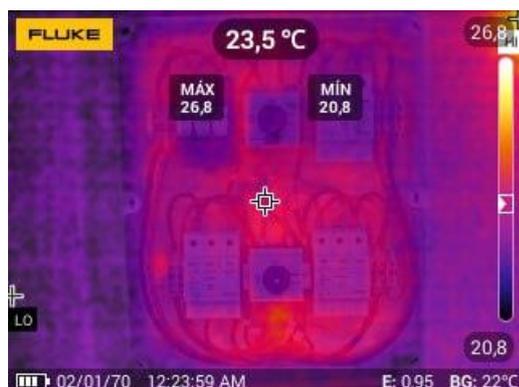


Figura 56 – Imagem com a câmera térmica da stringbox.

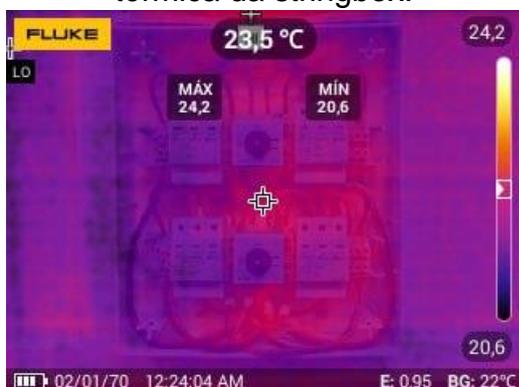


Figura 57 – Imagem com a câmera térmica da stringbox.



Figura 58 – Imagem com a câmera térmica do quadro de conexão CA.

## Testes operacionais

### a) Testes de tensão CA

Esse teste consiste na aferição da tensão CA que está chegando no inversor. Os valores obtidos estão na Tabela 2.

Tabela 2 – Valores obtidos na tensão por fases

	TENSÃO (V)		TENSÃO (V)
<b>F<sub>1</sub>N</b>	217	<b>F<sub>1</sub>F<sub>2</sub></b>	378
<b>F<sub>2</sub>N</b>	218	<b>F<sub>2</sub>F<sub>3</sub></b>	379
<b>F<sub>3</sub>N</b>	218	<b>F<sub>1</sub>F<sub>3</sub></b>	378

### b) Testes de tensão CC – Inversor Ligado ( $V_{MPP}$ )

Esse teste consiste na aferição da tensão CC por string com o inversor ligado e operando normalmente. Os valores obtidos estão na Tabela 2, a nomenclatura utilizada na Tabela 3 é seguindo a etiquetagem que está na fixada na stringbox.

Tabela 3 – Valores obtidos na tensão por string

INVERSOR 60kW	STRING 1	STRING 2	STRING 3
<b>MPPT A</b>	675	679	667
<b>MPPT B</b>	688	683	666
<b>MPPT C</b>	726	716	709

INVERSOR 20kW	STRING 1	STRING 2
<b>MPPT A</b>	478	475
<b>MPPT B</b>	475	477

c) Testes de corrente CC – Inversor Ligado ( $I_{dc}$ )

Esse teste consiste na aferição da corrente CC por string com o inversor ligado e operando normalmente. Os valores obtidos estão na Tabela 4.

Tabela 4 – Valores obtidos para as correntes

INVERSOR 60kW	STRING 1		STRING 2		STRING 3	
	+	-	+	-	+	-
MPPT A	11,81	11,81	13,03	13,03	12,43	12,43
MPPT B	11,38	11,38	12,46	12,46	11,03	11,03
MPPT C	10,11	10,11	10,54	10,54	12,02	12,02

INVERSOR 15kW	STRING 1		STRING 2	
	+	-	+	-
MPPT A	11,83	11,83	11,64	11,64
MPPT B	12,23	12,23	12,23	12,23

## d) Resistência de aterramento

Esse teste consiste na aferição da resistência de aterramento, para esse teste é utilizado o terrômetro. A resistência de aterramento mias alta ficou de  $R = 5,40\Omega$ , sendo que o máximo permitido é de  $R = 10\Omega$ . Desta forma, o sistema solar está dentro dos parâmetros exigidos. A Figura 59, mostra a medição com o equipamento *in loco*.



Figura 59 – Medição com o terrômetro da resistência de aterramento.

## Monitoramento e Desempenho

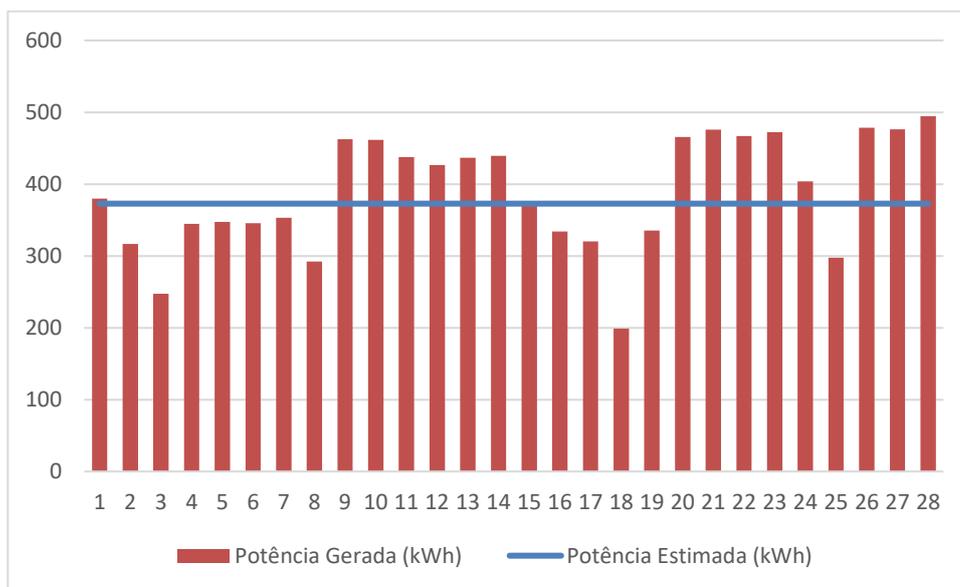
O sistema de monitoramento da Growatt da unidade de Recife está online e funcionando. Figura 60 mostra que o sistema está online.



Figura 60 – Sistema de monitoramento de Recife.

Foi realizada uma análise com a potência das duas etapas da obra, entre a geração utilizando os dados do software de monitoramento da Growatt, referente a 01/01 até 31/01, e comparado com a geração estimada pelo software de simulação Solergo. O resultado da análise pode ser visto no Gráfico 1.

Gráfico 1 – Geração do mês de maio comparada com a média estimada.



A potência gerada para as datas selecionadas ficou em 12078,1 kWh e a geração estimada para esse período era de 11557,42 kWh. Desta forma, tivemos um rendimento de 105% do sistema solar durante esse período em questão.

Portanto, pode-se concluir que, em termos de geração, o sistema solar apresentou comportamento semelhante ao esperado, produzindo energia dentro em níveis próximos e superiores ao que foi estimado.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O seguinte relatório de comissionamento possui o propósito de demonstrar os testes realizados em finalização e entrega de obra, afim de garantir a confiabilidade de energia entregue pelo sistema. Estes testes foram realizados pelo engenheiro Luís Fernando Almeida Galvão e o engenheiro Durval Soares da Silva Júnior, realizaram as inspeções do sistema in loco. O relatório foi elaborado pela engenheira Valesca Bettim Feltrin.

Desta forma, a execução seguiu as informações e orientações apresentadas no projeto. Houve uma alteração na disposição dos módulos em relação ao projeto original, que está apresentado no projeto as built.



---

Valesca Bettim Feltrin

CPF: 030.365.120-20

Engenheira Responsável pelo Relatório do Comissionamento



---

Luiz Alberto Wagner Pinto Junior

CPF: 991.465.250-68

Sócio proprietário/ Engenheiro Responsável