



ENERGIA SOLAR

RELATÓRIO DE COMISSIONAMENTO 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° 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°C e se pode constatar temperatura média de 43,68°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.

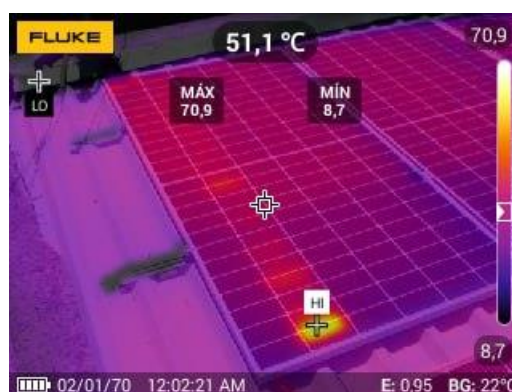


Figura 4 - Imagem térmica módulo 2.

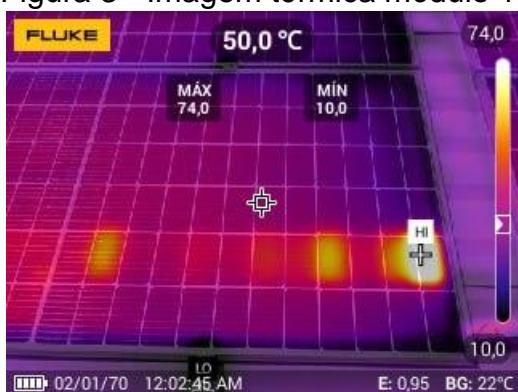


Figura 5 - Imagem térmica módulo 3.



Figura 6 - Imagem térmica módulo 4.

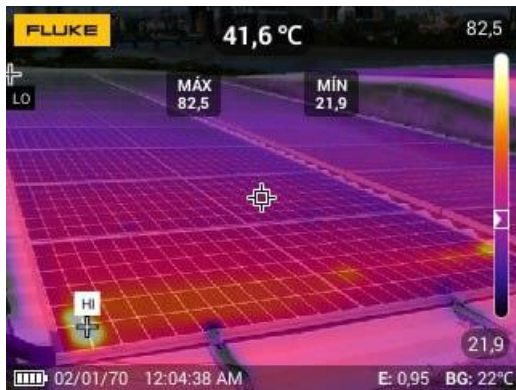


Figura 7 - Imagem térmica módulo 5.

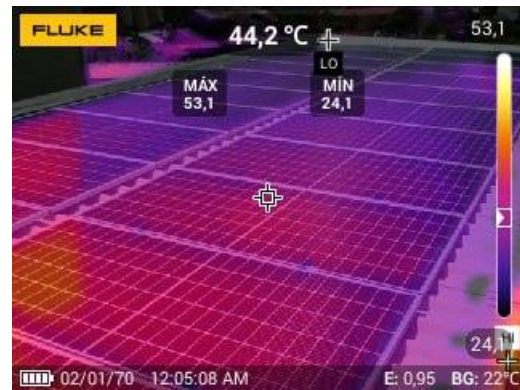


Figura 8 - Imagem térmica módulo 6.



Figura 9 - Imagem térmica módulo 7.



Figura 10 - Imagem térmica módulo 8.

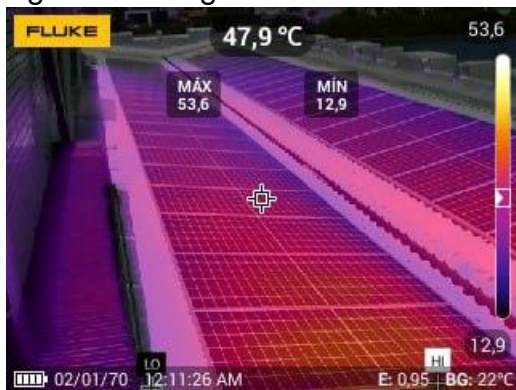


Figura 11 - Imagem térmica módulo 9.



Figura 12 - Imagem térmica módulo 10.

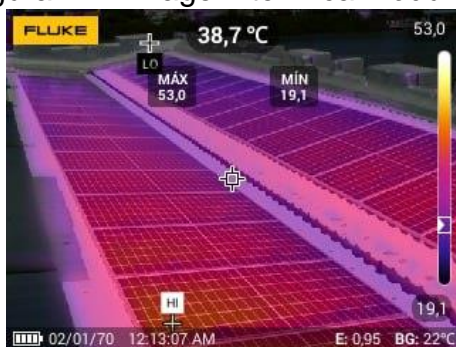


Figura 13 - Imagem térmica módulo 11.



Figura 14 - Imagem térmica módulo 12.

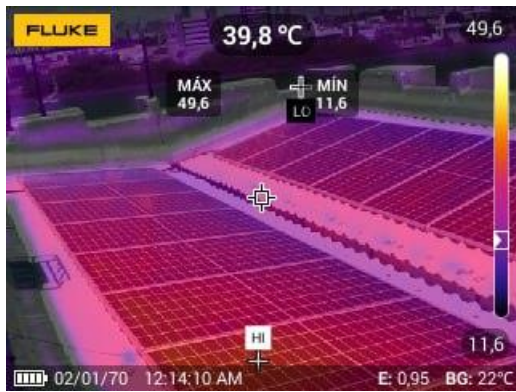


Figura 15 - Imagem térmica módulo 13.

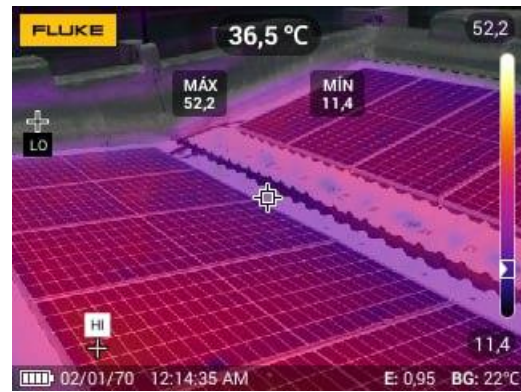


Figura 16 - Imagem térmica módulo 14.



Figura 17 - Imagem térmica módulo 15.

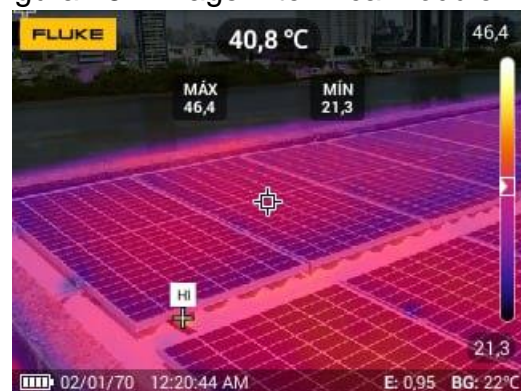


Figura 18 - Imagem térmica módulo 16.

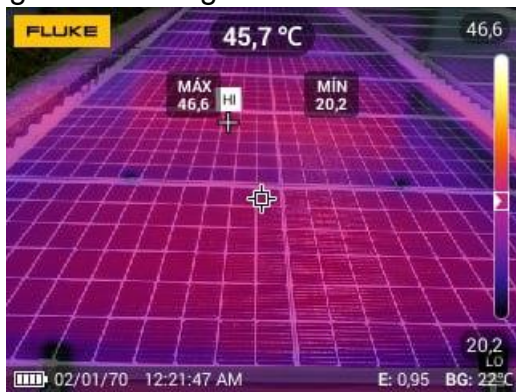


Figura 19 - Imagem térmica módulo 17.

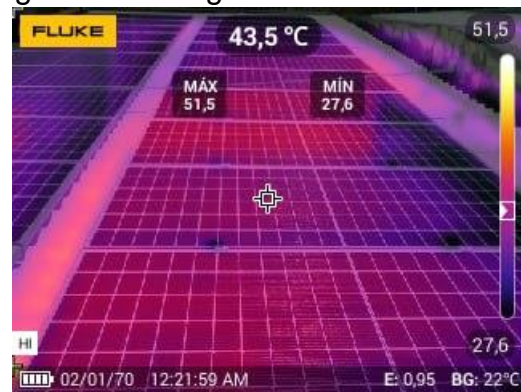


Figura 20 - Imagem térmica módulo 18.



Figura 21 - Imagem térmica módulo 19.



Figura 22 - Imagem térmica módulo 20.



Figura 23 - Imagem térmica módulo 21.

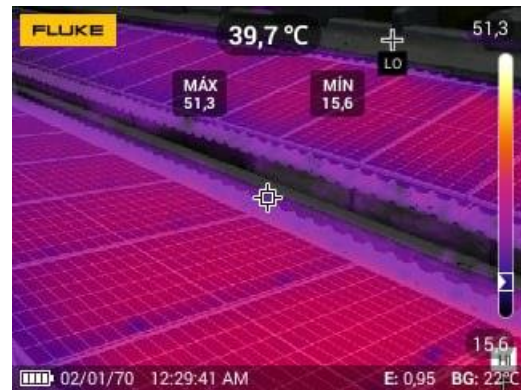


Figura 24 - Imagem térmica módulo 22.



Figura 25 - Imagem térmica módulo 23.

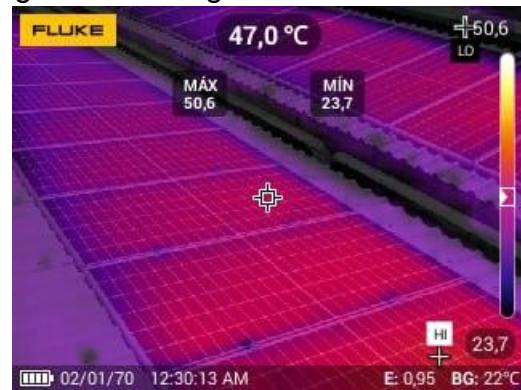


Figura 26 - Imagem térmica módulo 24.



Figura 27 - Imagem térmica módulo 25.



Figura 28 - Imagem térmica módulo 26.



Figura 29 - Imagem térmica módulo 27.

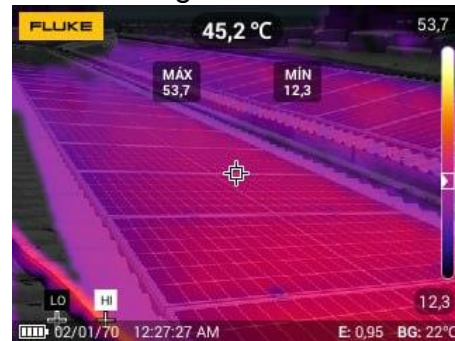


Figura 30 - Imagem térmica módulo 28.



Figura 31 - Imagem térmica módulo 29.

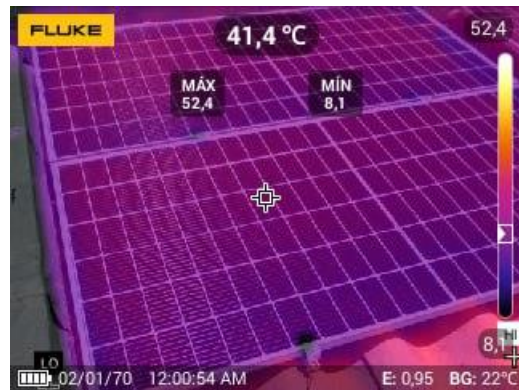


Figura 32 - Imagem térmica módulo 30.

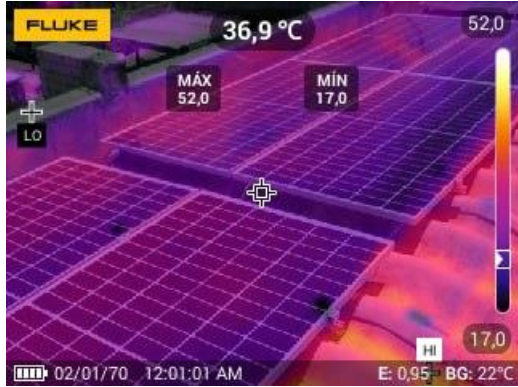


Figura 33 - Imagem térmica módulo 31.



Figura 34 - Imagem térmica módulo 32.



Figura 35 - Imagem térmica módulo 33.



Figura 36 - Imagem térmica módulo 34.

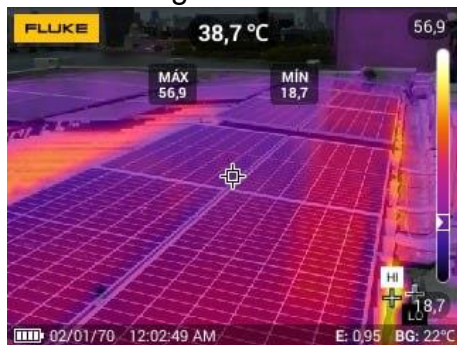


Figura 37 - Imagem térmica módulo 35.

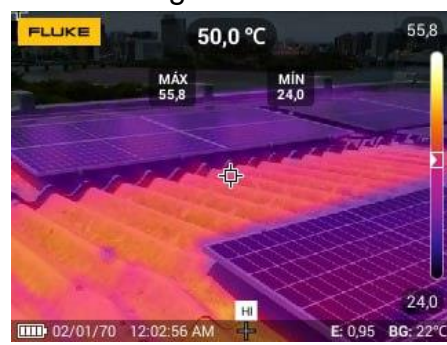


Figura 38 - Imagem térmica módulo 36.



Figura 39 - Imagem térmica módulo 37.



Figura 40 - Imagem térmica módulo 38.

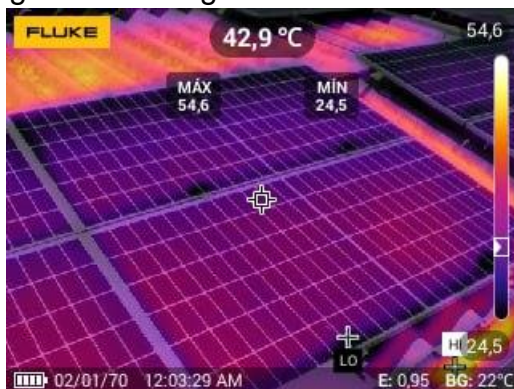


Figura 41 - Imagem térmica módulo 39.

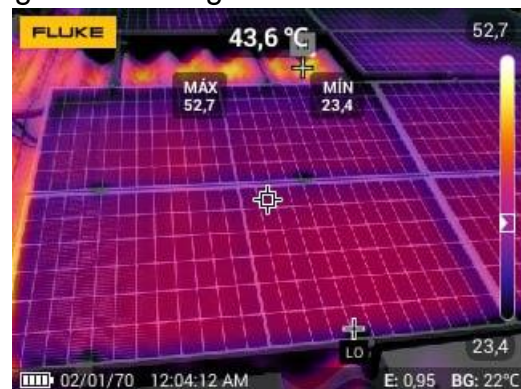


Figura 42 - Imagem térmica módulo 40.



Figura 43 - Imagem térmica módulo 41.

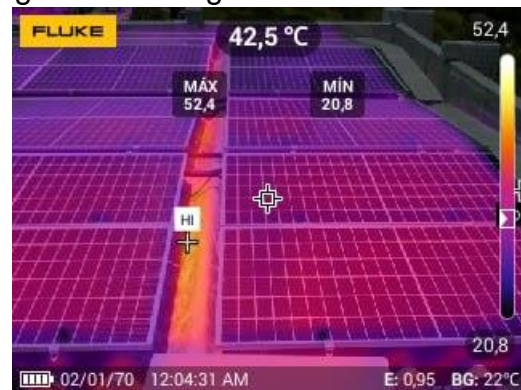


Figura 44 - Imagem térmica módulo 42.



Figura 45 - Imagem térmica módulo 43.

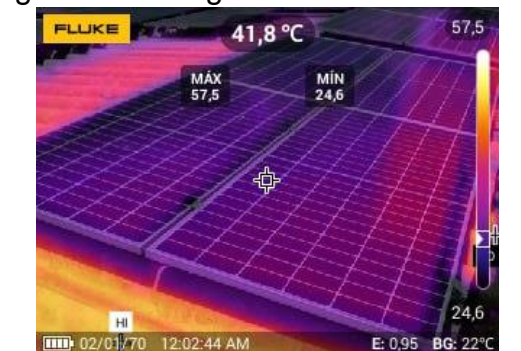


Figura 46 - Imagem térmica módulo 44.



Figura 47 - Imagem térmica módulo 45.

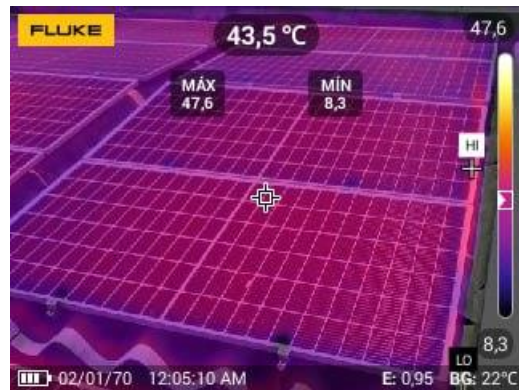


Figura 48 - Imagem térmica módulo 46.

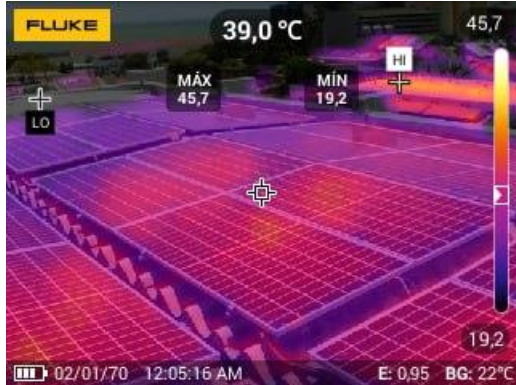


Figura 49 - Imagem térmica módulo 47.

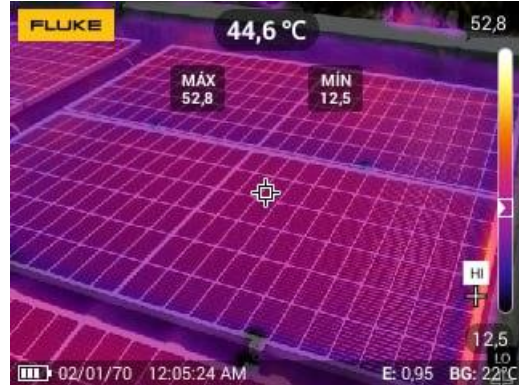


Figura 50 - Imagem térmica módulo 48.



Figura 51 - Imagem térmica módulo 49.



Figura 52 - Imagem térmica módulo 50.



Figura 53 - Imagem térmica módulo 51.

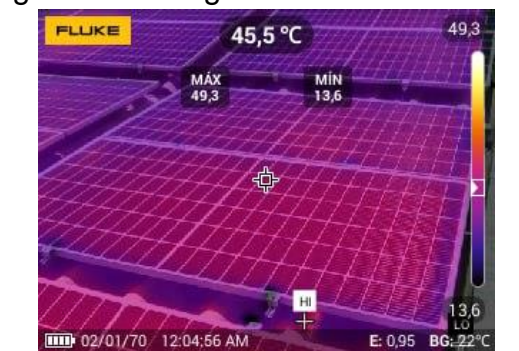


Figura 54 - Imagem térmica módulo 52.

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.

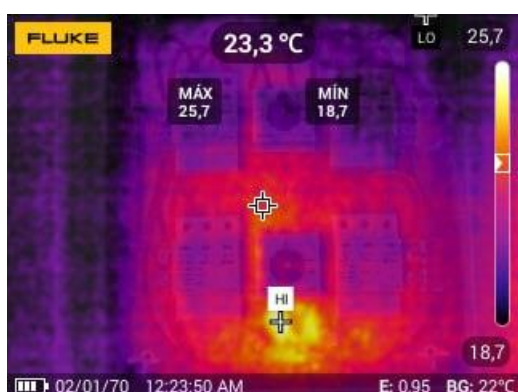


Figura 55 – Imagem com a câmera térmica da stringbox.

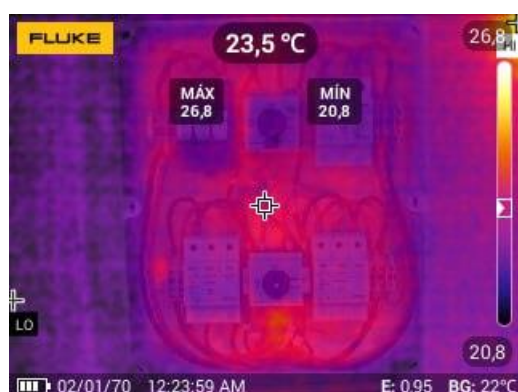


Figura 56 – Imagem com a câmera térmica da stringbox.

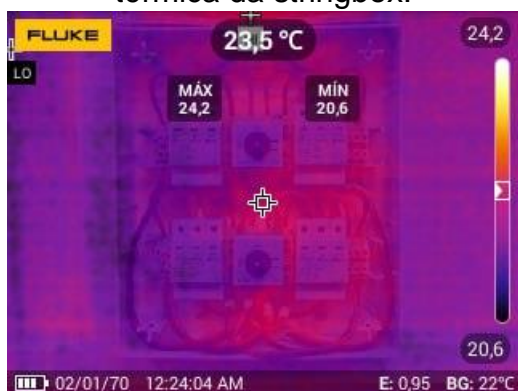


Figura 57 – Imagem com a câmera térmica da stringbox.

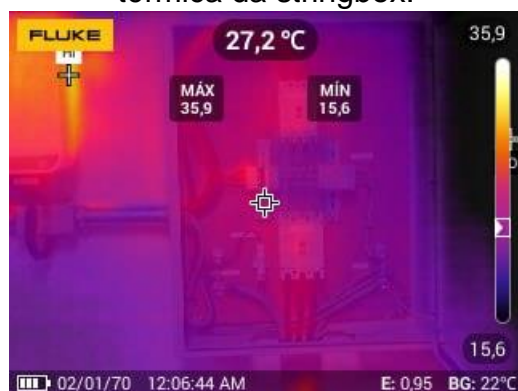


Figura 58 – Imagem com a câmera térmica do quadro de conexão CA.

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)
F₁N	217	F₁F₂	378
F₂N	218	F₂F₃	379
F₃N	218	F₁F₃	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
MPPT A	675	679	667
MPPT B	688	683	666
MPPT C	726	716	709

INVERSOR 20kW	STRING 1	STRING 2
MPPT A	478	475
MPPT 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.

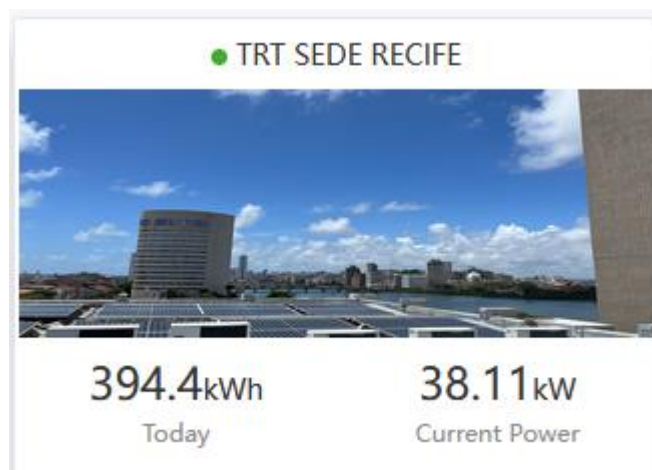
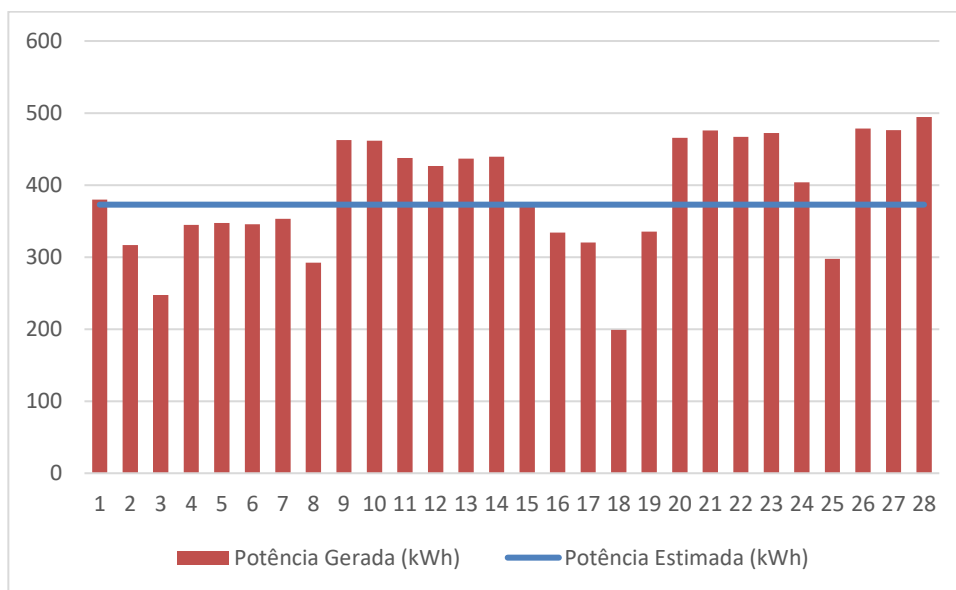


Figura 60 – Sistema de monitoramento de Recife.

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