



## Traçador de Curva IV

**PV TRACER**

Versão 1.0

© Inbrat Tecnologia. Todos os direitos reservados

---



# PV TRACER

---

*Traçador de Curva IV*

## Manual de uso

© INBRAT. Todos os direitos reservados

Nenhuma parte deste manual pode ser reproduzida ou utilizada de qualquer forma ou por qualquer meio sem a permissão por escrito da INBRAT.

# Índice

|                                                      |           |
|------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. Configurações Gerais - Menu Principal.....</b> | <b>6</b>  |
| <b>PV TRACER</b>                                     |           |
| 1.1 Unidade de Medida.....                           | 7         |
| 1.2 Idioma.....                                      | 7         |
| 1.3 Data e Hora.....                                 | 8         |
| 1.4 Inatividade.....                                 | 8         |
| 1.5 Histórico.....                                   | 9         |
| 1.6 Informações.....                                 | 9         |
| <b>PV SENSE</b>                                      |           |
| 1.7 Tela de Referência.....                          | 10        |
| 1.8 Conexão.....                                     | 11        |
| 1.9 Menu.....                                        | 11        |
| <b>2. Instruções de Funcionamento.....</b>           | <b>12</b> |
| 2.1 Cadastro de Módulos.....                         | 12        |
| 2.2 Emparelhar o PV SENSE.....                       | 15        |
| <b>3. Operação Segura e Considerações.....</b>       | <b>18</b> |
| 3.1 Avisos e Notas.....                              | 18        |
| 3.2 Bateria.....                                     | 19        |
| <b>4. Descrição do Equipamento.....</b>              | <b>20</b> |
| 4.1 Painel Operacional - PV TRACER.....              | 20        |
| 4.2 Painel Operacional - PV SENSE.....               | 21        |
| 4.3 Acessórios.....                                  | 22        |
| <b>5. Especificações Técnicas.....</b>               | <b>23</b> |
| <b>6. Condições de Operação.....</b>                 | <b>24</b> |
| <b>7. Conexões e Montagem.....</b>                   | <b>26</b> |
| 7.1 Instalação das Células.....                      | 26        |
| 7.2 Conexão das Células no PV Sense.....             | 27        |
| 7.3 Instalação do Sensor PT-1000.....                | 27        |
| 7.4 Conexão dos Cabos no PV Tracer.....              | 28        |
| <b>8. Medições.....</b>                              | <b>31</b> |
| <b>9. Memória e Histórico de Ensaios.....</b>        | <b>44</b> |
| 9.1 Histórico de Ensaios.....                        | 44        |

|                                            |           |
|--------------------------------------------|-----------|
| <b>10. Comunicação Externa.....</b>        | <b>45</b> |
| 10.1 Software Desktop.....                 | 45        |
| <b>11. Garantia.....</b>                   | <b>50</b> |
| 11.1 Coberturas e Exclusões.....           | 50        |
| 11.2 Limpeza e Manutenção.....             | 51        |
| 11.3 Calibração.....                       | 52        |
| 11.4 Serviços e Suporte do Fabricante..... | 52        |



# Introdução

O PV TRACER foi desenvolvido com tecnologia de alta precisão para medições completas, confiáveis e seguras em sistemas fotovoltaicos modernos. Projetado para aplicações em campo, comissionamento, manutenção preventiva, inspeções e diagnóstico de desempenho de usinas solares, o equipamento realiza medições elétricas avançadas em sistemas FV de até 1500 Vcc e 40 Acc, oferecendo elevado desempenho na análise de módulos, strings e arranjos fotovoltaicos.

Controlado por microprocessador de alta performance, o PV TRACER incorpora recursos avançados para análise e caracterização de sistemas fotovoltaicos, permitindo medições de tensão de circuito aberto (VOC), corrente de curto-circuito (ISC), potência CC, curvas I-V e P-V, além de extrapolação automática para condições STC. O equipamento também realiza cálculo de bifacialidade, detecção automática de circuito aberto e curto-circuito, bem como aquisição simultânea de irradiância e temperatura por meio do módulo remoto PVSense.

Desenvolvido para atender aplicações profissionais de inspeção e análise de desempenho em sistemas solares, o equipamento oferece suporte às principais metodologias de ensaio aplicadas em sistemas fotovoltaicos, permitindo avaliações rápidas, precisas e seguras da eficiência operacional dos módulos e strings sob teste.

O software dedicado para PC possibilita gerenciamento completo dos ensaios, organização do histórico de medições, análise detalhada dos resultados e geração de relatórios técnicos em formato gráfico e tabular. O equipamento também oferece suporte à gestão de módulos fotovoltaicos, permitindo armazenamento e consulta de até 10.000 modelos de módulos FV em memória interna.

# 1. Menu Principal

## PV TRACER

No Menu Principal do instrumento estão disponíveis quatro opções principais: Curva IV, Histórico, Configurações e Informações.

Antes de iniciar qualquer medição em módulos ou strings fotovoltaicas, é necessário configurar corretamente todos os dados que o equipamento necessita para que os ensaios sejam feitos de maneira correta.

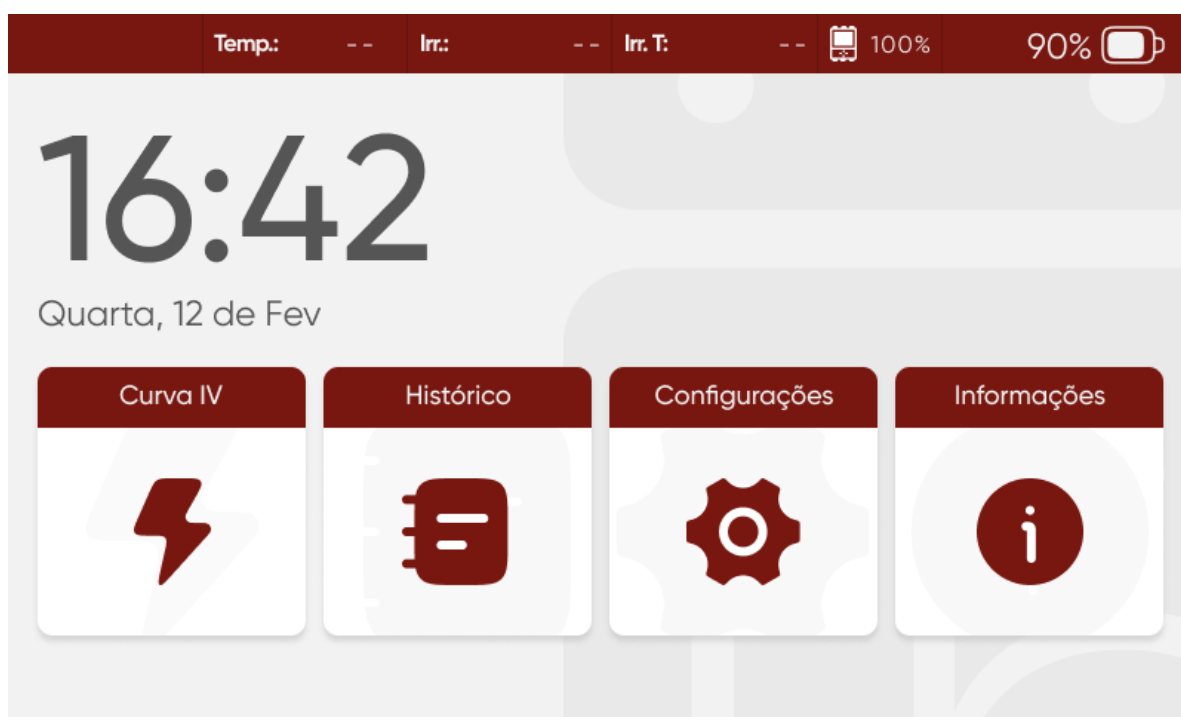


Figura 1: Menu Inicial

Ao clicar em configurações iremos ser direcionados a outra tela onde teremos Un. de Medida, Idioma, Data e Hora e Inatividade.

## 1.1 Unidade de Medida

No Menu Configurações, clique na seta da opção Un. de Medida para alterar os parâmetros de temperatura. Nesta seção, é possível selecionar entre as unidades Celsius (°C) e Fahrenheit (°F).

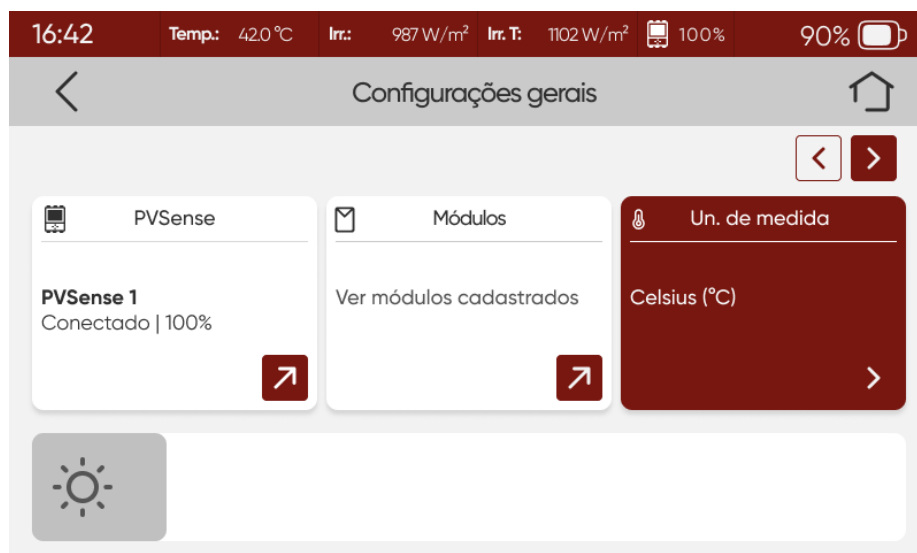


Figura 2: Unidade de Medida

## 1.2 Idioma

No Menu Configurações, clique na seta da opção Idioma para alternar entre os idiomas disponíveis. O equipamento oferece suporte aos idiomas Português, Inglês e Espanhol.

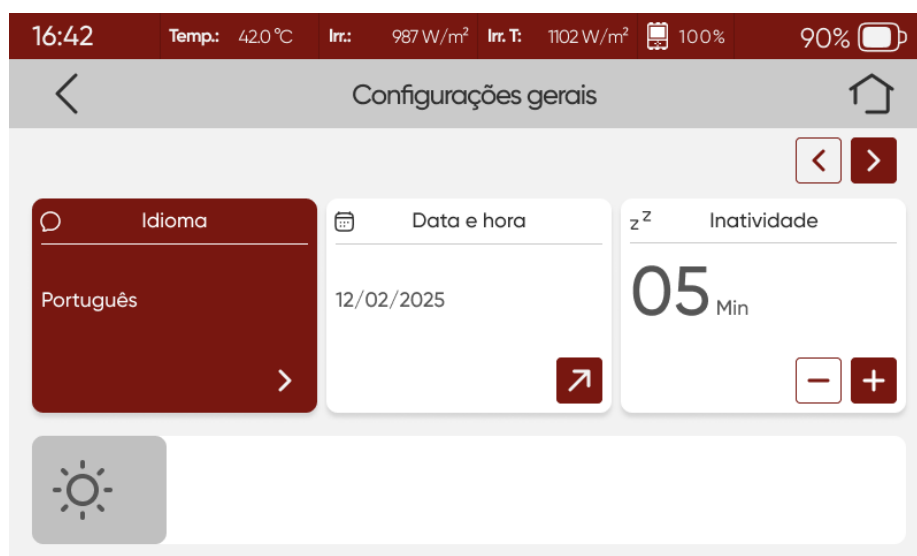


Figura 3: Idioma

## 1.3 Data e Hora

No Menu Configurações, pressione a opção Data e Hora para acessar as configurações correspondentes. Nesta seção, é possível ajustar a data e o horário do equipamento sempre que necessário.

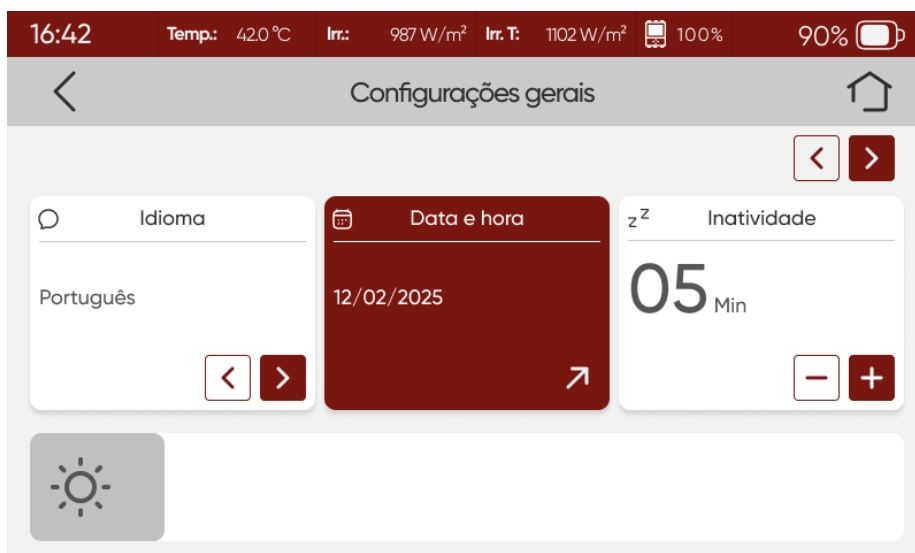


Figura 4: Data e Hora

## 1.4 Inatividade

No Menu Configurações, clique no + da opção Inatividade para alterar o tempo de desligamento automático. Nesta seção, é possível definir por quanto tempo o equipamento permanecerá sem uso antes de desligar automaticamente para economia de bateria.

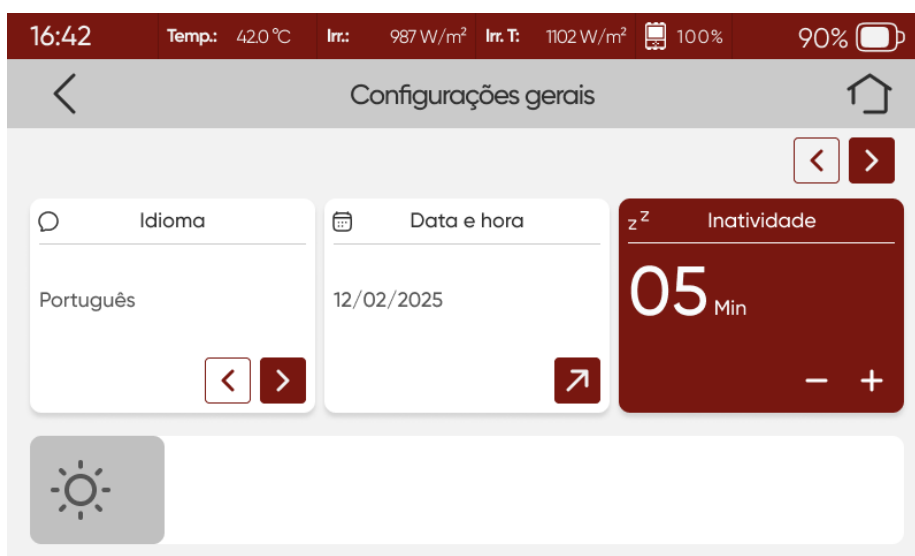


Figura 5: Inatividade

## 1.5 Histórico

Na tela inicial, pressione a opção Histórico para acessar os ensaios armazenados no equipamento. Nesta seção, é possível visualizar os testes salvos em pastas organizadas e excluir registros quando necessário.

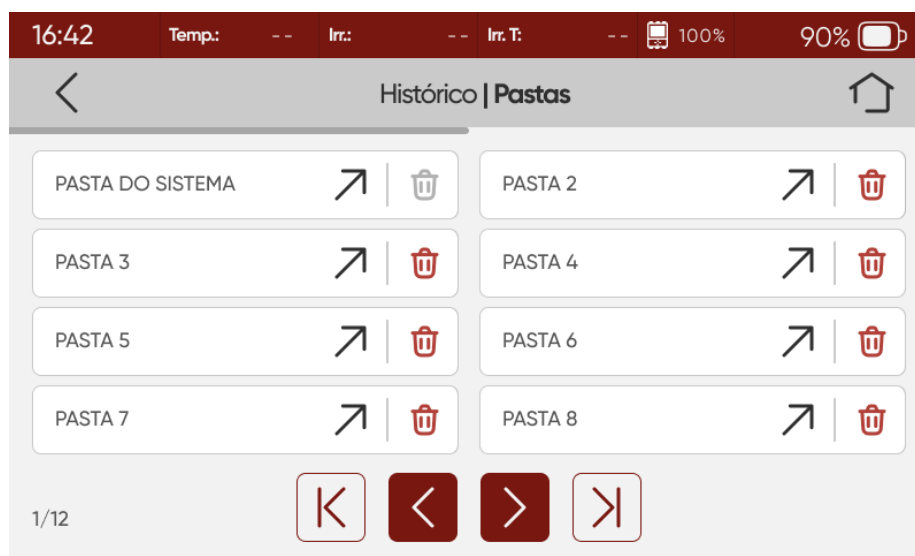


Figura 6: Histórico

## 1.6 Informações

Na tela inicial ao acessar o menu Informações, o equipamento exibirá dados relevantes, como o nome do dispositivo (modelo), o número de série, a memória utilizada e a versão do sistema.

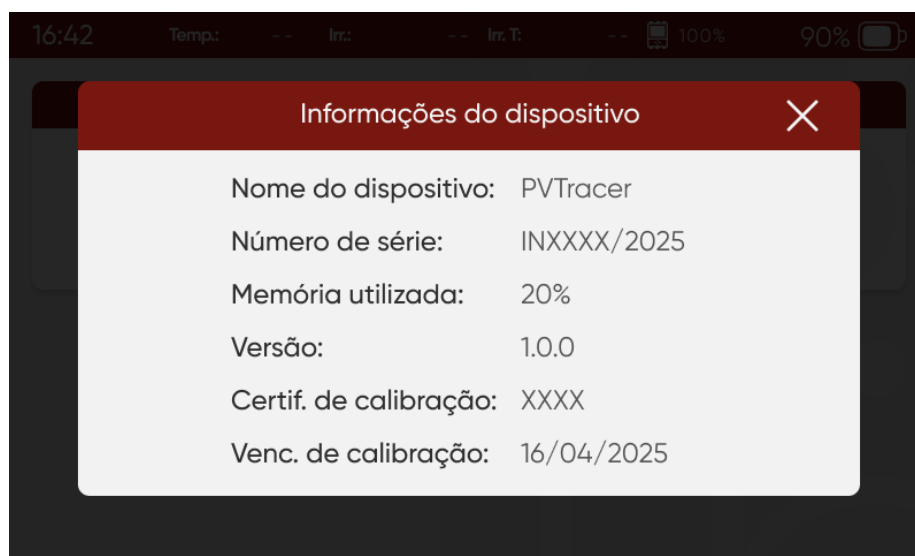


Figura 7: Informações

## PV SENSE

Ao ligar o equipamento, será exibida automaticamente a tela inicial (Home), onde são apresentados os valores de Irradiância e Temperatura.

A partir desta tela, o usuário poderá acessar a Tela de Referência, a Tela de Conexão e o Menu de Configurações, selecionando a opção desejada para prosseguir com a operação do equipamento.

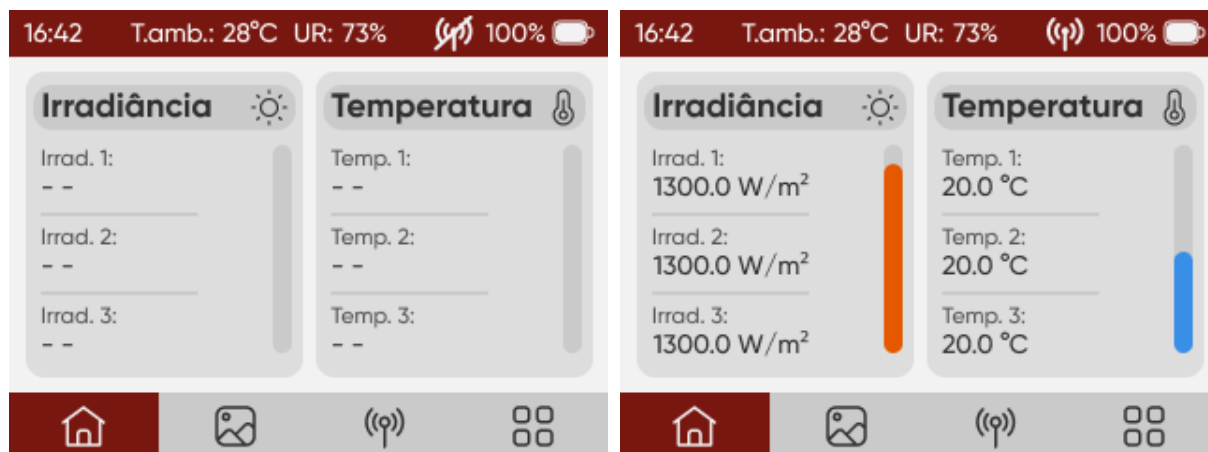


Figura 8: Tela de Referência

## 1.7 Tela de Referência

Na Tela de Referência, é possível visualizar uma ilustração das conexões do PV SENSE, incluindo os Sensores de Irradiância e os Sensores de Temperatura, auxiliando na identificação e instalação correta dos dispositivos conectados ao equipamento.



Figura 9: Tela de Referência

## 1.8 Conexão

Na Tela de Conexão, é possível verificar o status de comunicação com o PV TRACER. Quando a conexão estiver ativa, será exibido o status “Conectado”, juntamente com as informações do equipamento, incluindo Número de Série, Versão do Firmware e nível de Bateria. Caso a comunicação seja interrompida, o status será alterado para “Desconectado”, indicando a perda de conexão com o dispositivo.



Figura 10: Conexão

## 1.9 Menu de Configurações

No Menu de Configurações, é possível acessar os ajustes de Data e Hora, Unidade de Medida, Idioma e Tempo de Inatividade. Também está disponível a seção Informações, onde são exibidos o Nome do Dispositivo, Número de Série, Versão do Firmware e o status de conexão com o PV TRACER.



Figura 11: Conexão

## 2. Instruções de Funcionamento

### 2.1 Cadastro de Módulos

Nesta etapa será realizado o cadastro do módulo fotovoltaico que será utilizado durante as medições, permitindo que suas informações fiquem armazenadas no banco de dados interno do PV Tracer.

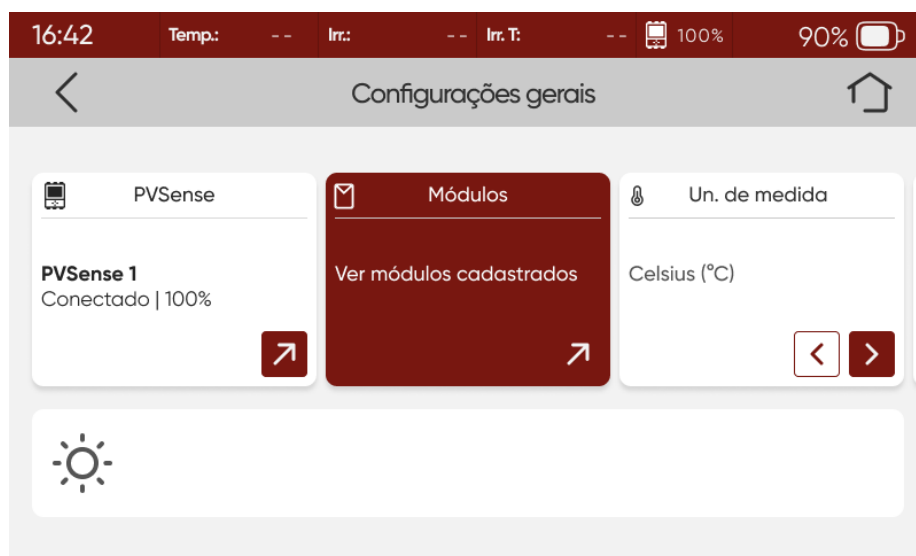


Figura 12 : Módulos

Como esta é a primeira utilização do PV Tracer, ainda não haverá nenhum módulo fotovoltaico cadastrado no banco de dados do equipamento. Para realizar um novo cadastro, clique na opção Adicionar Novo, onde será possível configurar um módulo do zero.



Figura 13: Adicionar Novo Módulo



Nas próximas etapas serão inseridas as informações do módulo fotovoltaico, como o nome e o fabricante do módulo.

The image shows two side-by-side screenshots of the PV Tracer app's 'Adicionar novo módulo' screen. The left screenshot shows the 'Nome do modelo' field, and the right screenshot shows the 'Nome do fabricante' field. Both screens feature a numeric keypad and an alphabetical keypad.

Figura 14: Configurar Novo Módulo

Feito isso, iremos adicionar as informações elétricas mais importantes do módulo fotovoltaico, sendo elas: Pmax, Voc, Isc, Vmp, Imp e Resistência de Série.

Esses parâmetros devem ser preenchidos corretamente, sempre de acordo com as especificações fornecidas pelo fabricante do módulo fotovoltaico.

Informações inseridas de forma incorreta podem comprometer a precisão das medições, cálculos em STC e os resultados das curvas IV realizadas pelo equipamento e até causar danos ao equipamento.

The image shows a screenshot of the PV Tracer app's 'Módulos' screen for 'CAPELLO ALLUMINIO S.R.L.'. The screen displays various electrical parameters for the module, including Pmax, Voc, Isc, Vmp, Imp, and Resistência série.

| Fabricante               | Modelo                 | Pmax    | Voc     | Isc    | Vmp     | Imp    | Resistência série |
|--------------------------|------------------------|---------|---------|--------|---------|--------|-------------------|
| CAPELLO ALLUMINIO S.R.L. | CS1H-325MS HIDM (100V) | 80.00 W | 44.10 V | 9.45 A | 36.60 V | 8.88 A | 0.10 $\Omega$     |

Figura 15: Configurações do Módulo

Após adicionar um novo módulo, ele será automaticamente salvo na base de dados interna do equipamento e poderá ser pesquisado futuramente pelo nome, assim como todos os demais módulos cadastrados.



Figura 16: Módulo Salvo

O PV Tracer permite manter uma biblioteca completa de módulos fotovoltaicos, facilitando a preparação dos ensaios e agilizando os serviços de medição em campo, especialmente em aplicações recorrentes com diferentes fabricantes e modelos de módulos.

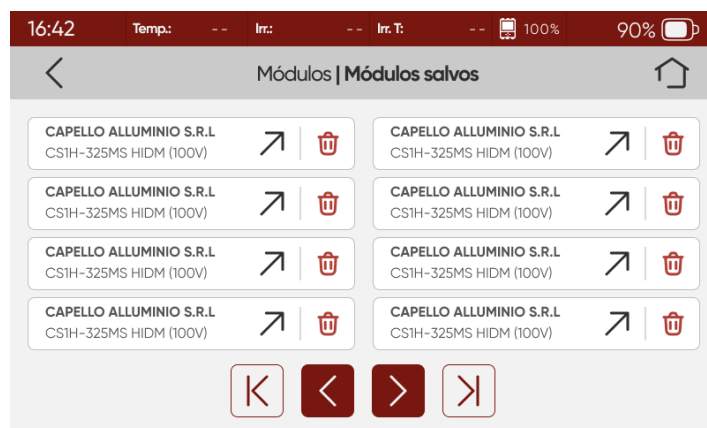


Figura 17: Lista de Módulos Salvos

A próxima etapa será configurar e emparelhar o PV Sense ao PV Tracer para dar continuidade às configurações necessárias antes do início das medições.

## 2.2 Emparelhar o PV SENSE

O PV Sense é o sensor de irradiância responsável por transmitir, via comunicação Bluetooth, as informações de irradiância e temperatura das células fotovoltaicas para o PV Tracer. **Durante esta etapa de configuração e emparelhamento, iremos precisar dos dois aparelhos em mãos.**

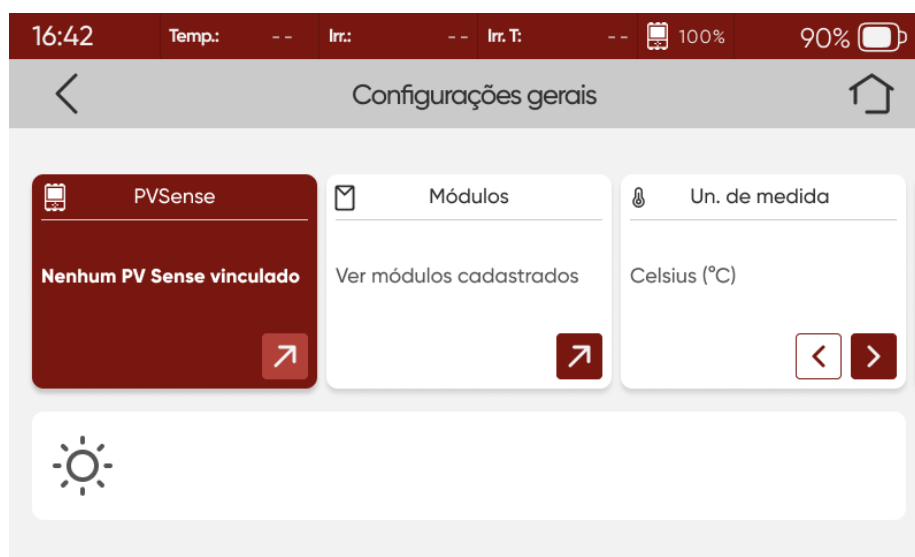


Figura 18: Configurar PV Sense

No **PV Tracer**, para realizar o emparelhamento, basta clicar em PV Sense. O usuário será redirecionado para a próxima tela, onde o equipamento poderá iniciar automaticamente a busca pelo PV Sense mais próximo disponível para conexão.

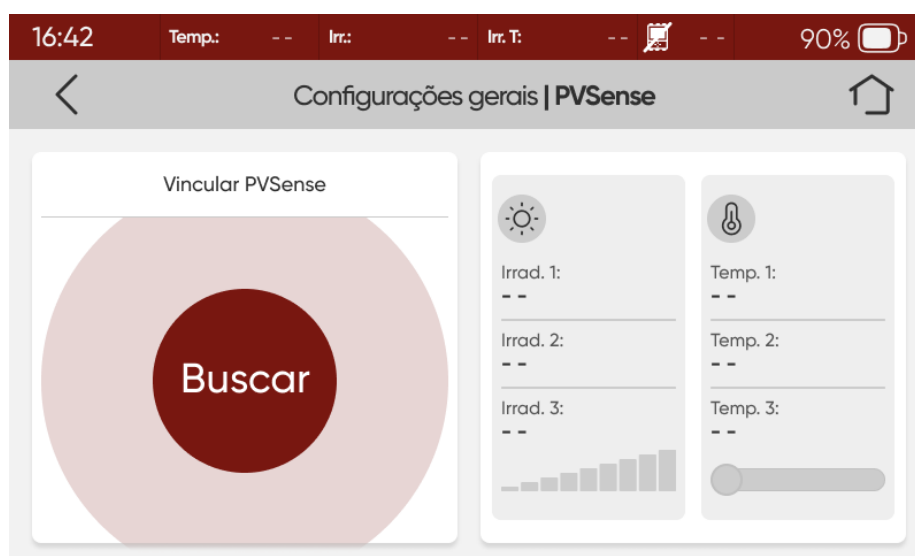


Figura 19: Buscando PV Sense

Agora, no **PV Sense**, ligue o equipamento. Ao acessar a tela inicial, clique no terceiro ícone disponível, onde será realizado o processo de vínculo e comunicação entre o PV SENSE e o PV Tracer.

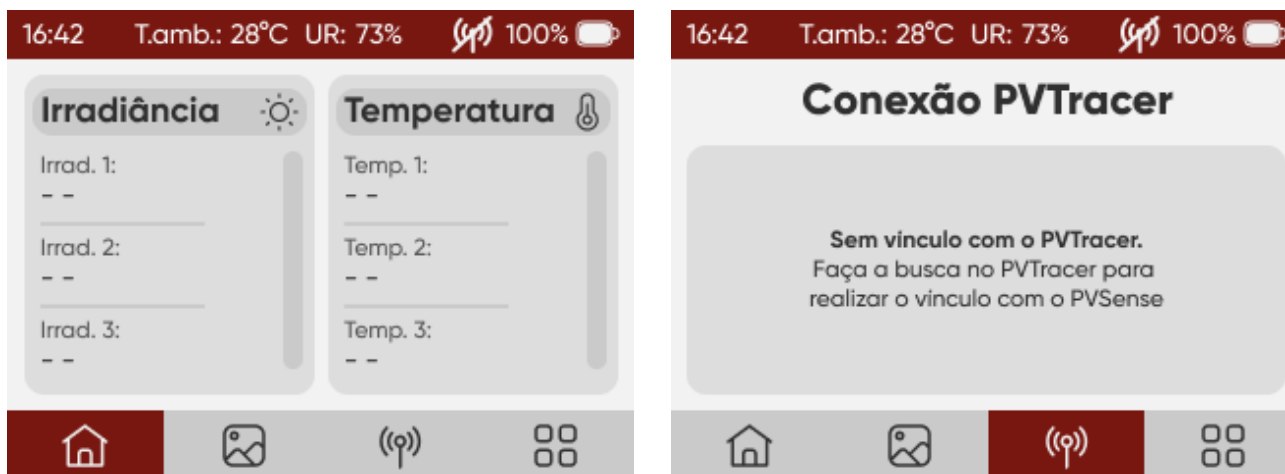


Figura 20: Conexão do PV SENSE com PV TRACER

Ao encontrar um PV Sense disponível, ele será exibido na lista de dispositivos encontrados na tela do PV Tracer. Para realizar o vínculo, basta clicar sobre o dispositivo desejado.



Figura 21: PV Sense Encontrados

Após a conexão ser estabelecida com sucesso, o status do dispositivo será exibido como "CONECTADO" em verde. Caso a comunicação seja interrompida posteriormente, o status passará para "DESCONECTADO" em vermelho, indicando que o emparelhamento Bluetooth não está ativo no momento.

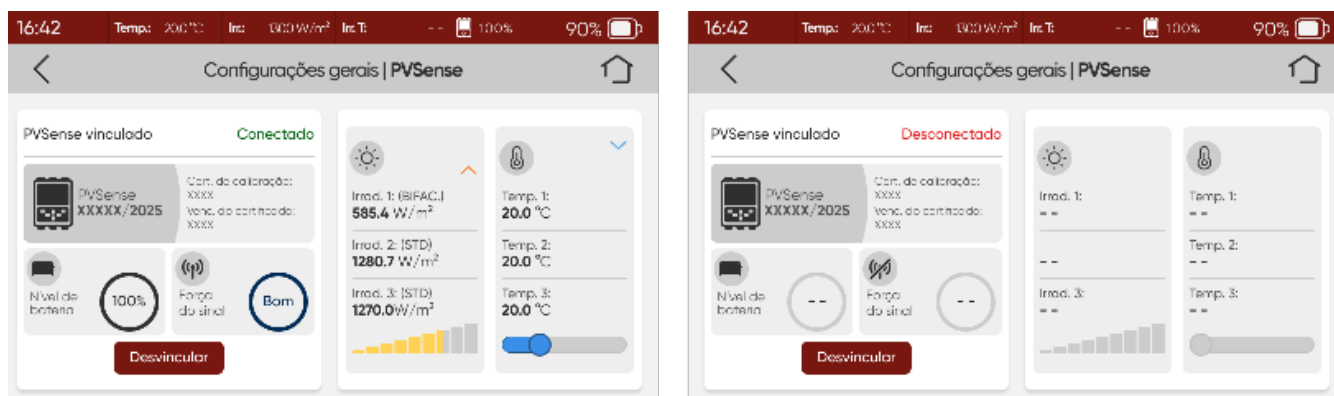


Figura 22: Tela do PV TRACER Conectado/Desconectado

Assim como no PV Tracer, no PV Sense também será exibido o status da conexão entre os dispositivos, podendo aparecer como “CONECTADO” ou “DESCONECTADO”, indicando o estado atual da comunicação Bluetooth entre os equipamentos.

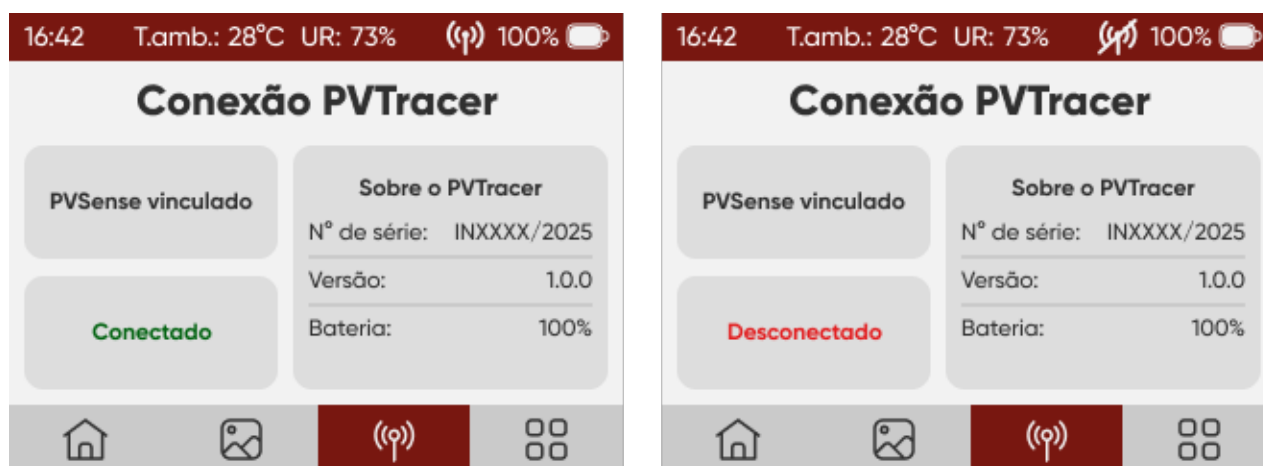


Figura 23: Tela do PV Sense Conectado/Desconectado

## 3. Operação Segura e Considerações

### 3.1 Avisos e Notas

Para garantir o mais alto nível de segurança do operador durante a execução de testes e medições, a Inbrat recomenda manter o PV Tracer sempre em perfeitas condições de uso, livre de danos e devidamente calibrado. Antes de operar o equipamento, observe atentamente os avisos e cuidados abaixo.

- Se o equipamento for utilizado de maneira não especificada neste manual, a proteção fornecida pelo instrumento poderá ser comprometida.
- Leia atentamente este manual antes de utilizar o equipamento. O uso inadequado pode representar risco ao operador, ao equipamento e ao sistema em teste.
- Não utilize o instrumento ou qualquer acessório caso apresentem sinais de danos mecânicos, isolamento comprometido ou funcionamento incorreto.
- Considere todas as precauções normalmente aplicáveis ao trabalho com tensões perigosas e instalações elétricas energizadas.
- As fontes fotovoltaicas podem produzir tensões e correntes elevadas sempre que expostas à luz solar. Somente profissionais qualificados e treinados devem realizar medições em sistemas fotovoltaicos.
- Antes de iniciar qualquer medição, verifique cuidadosamente todas as conexões, cabos de teste e acessórios utilizados.
- Não utilize o instrumento em sistemas fotovoltaicos com tensões superiores a 1500 Vcc e/ou correntes superiores a 40 A cc. Caso contrário, o instrumento poderá ser danificado e poderá haver risco ao operador.
- Não conecte tensão externa entre os terminais P/S e PE. Tensão máxima permitida: < 10 Vcc e corrente máxima permitida: < 1 Acc. O descumprimento pode causar danos permanentes ao equipamento.
- Nunca desconecte os cabos de teste ou conectores MC4 durante a realização das medições. Existe risco de choque elétrico e formação de arco elétrico.

- Não toque no objeto em teste durante medições de resistência de isolamento (RISO) ou imediatamente após o ensaio, até que o circuito esteja completamente descarregado. O descumprimento pode resultar em choque elétrico.
- O terminal PE deve ser utilizado exclusivamente para conexão ao aterramento do sistema fotovoltaico. Nunca aplique tensão neste terminal.

## 3.2 Bateria

O PV Tracer é equipado com uma bateria interna Li-Po recarregável de 14,8V e 5200mAh oferecendo autonomia de até 10 horas de operação. Possui fonte de alimentação interna compatível com 90 a 240 V AC, 50/60 Hz. A condição da bateria é exibida continuamente no canto superior direito do visor.

Caso a bateria esteja fraca, o equipamento exibirá um aviso, conforme ilustrado na figura abaixo.



Figura 24: Ícone de Bateria Descarregada

A bateria é carregada sempre que a fonte de alimentação é conectada ao equipamento. O conector da fonte de alimentação está mostrado na figura abaixo



Figura 25: Tomada de Alimentação

O equipamento reconhece automaticamente a fonte de alimentação conectada e inicia o carregamento.

O PV Sense é equipado com uma bateria interna Li-Po recarregável de 3,7 V e 2100 mAh. Sua recarga é realizada por meio de um cabo de alimentação USB Tipo-C conectado à entrada lateral do equipamento.

## 4. Descrição do Equipamento

### 4.1 Painel Operacional - PV TRACER

O painel do operador é mostrado na Figura abaixo.



**01** Borne Alta Tensão  
Para conexão do terminal de corrente do cabo 1 vermelho e conexão do terminal de potência do cabo 1 preto.

**02** Borne Medição/Guard  
Para conexão do terminal de corrente do cabo 2 vermelho e conexão do terminal de potência do cabo 2 preto.

**03** Entrada USB-B  
Conecta o aparelho ao PC para transferência de arquivos.

**04** Entrada de Alimentação  
Entrada para carregamento do aparelho.

**05** Teclado  
Navega pelas funções do aparelho.

**06** Display LCD 3.5" Colorido  
Mostra os resultado de Medição.

**07** Alça Lateral Interna  
Para transporte e manuseio em campo



## 4.2 Painel Operacional - PV SENSE

O painel do operador é mostrado na Figura abaixo.



**01** Display LCD 2.4" Colorido  
Mostra os resultado de Medição.

**02** Conexões de Temperatura  
Para conexão do terminal de corrente do cabo 2 vermelho e conexão do terminal de potência do cabo 2 preto.

**03** Conexões de Irradiância  
Conecta o aparelho ao PC para transferência de arquivos.

**04** Teclado  
Navega pelas funções do aparelho.

**05** Fixação Magnética  
Permite fixar em superfícies metálicas.

**06** Entrada de Alimentação  
Entrada para carregamento do aparelho.

**07** Suporte  
Fixação do sensor nos módulos.

### 4.3 Acessórios

Os acessórios incluem itens padrão.



Cabo USB-B de 1,5m  
01 Unid



Cabo de Alimentação  
de 1,5m - 01 Unid



Cabo C1/P1 MC4  
de 2m - 02 Unid



Cabo C2/P2 MC4  
de 2m - 02 Unid



Adaptar MC4 Garra  
Jacaré p/ Combiner  
Box - 02 Unid



PT-100 de 2m  
01 Unid



Conector Y p/ Cabos  
02 Unid



Garra de Fixação  
02 Unid



Célula de Irradiancia Bifacial  
02 Unid



PV SENSE  
01 Unid



Bolsa de Transporte  
01 Unid

Figura 26: Acessórios do PV TRACER

## 5. Especificações Técnicas

| ELÉTRICA   ENSAIO   GENERALIDADES       |                                                                            |
|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| Medição de Tensão CC (VOC)              | 0V até 1500V                                                               |
| Medição de Corrente (ISC)               | 0A até 40A                                                                 |
| Medição de Potência                     | 0W até 100kW                                                               |
| Exatidão Medição de Tensões             | +/- 0,2% da leitura                                                        |
| Exatidão Medição de Corrente            | +/- 0,2% da leitura                                                        |
| Exatidão Medição de Potência            | +/- 0,5% da leitura                                                        |
| Resolução Medição de Tensões            | 0,01V - autoajustável                                                      |
| Resolução Medição de Corrente           | 0,01A - autoajustável                                                      |
| Resolução Medição de Potência           | 0,01W - autoajustável                                                      |
| Proteções                               | Sobrecorrente, Sobre tensão, Sobre temperatura e Polaridade Reversa        |
| Deteções                                | Circuito Aberto e Curto-Circuito                                           |
| Curvas                                  | IV-OPC, IV-STC, PV-OPC e PV-STC                                            |
| Gestão de Módulos PV                    | Sim - ampla memória para até 10000 módulos                                 |
| Extrapolação para STC                   | Sim                                                                        |
| Cálculo de Bifacialidade                | Sim                                                                        |
| Módulo de Rádio Dedicado                | PVSense                                                                    |
| Leituras Simultâneas de Irradiância     | Até 3 Sensores                                                             |
| Leituras Simultâneas de Temperatura     | Até 3 Sensores                                                             |
| Alcance da Conexão do Módulo de Rádio   | Até 5km                                                                    |
| Bateria do Módulo de Rádio              | Interna Li-Po recarregável 3,7V 2100mAh                                    |
| Autonomia da Bateria do Módulo de Rádio | Até 12h de operação contínua                                               |
| Display Módulo de Rádio                 | LCD 2,4" 240x320 Colorido                                                  |
| Navegação Módulo de Rádio               | Botões direcionais e atalhos                                               |
| Memória Interna                         | 32GB   Até 10000 testes                                                    |
| Display                                 | LCD 7" 800x480 IPS Colorido                                                |
| Brilho da Tela                          | Ajustável                                                                  |
| Navegação                               | Touchscreen (capacitivo)   Botões de atalho                                |
| Suporte                                 | Imagens claras de referência das conexões e setup do teste                 |
| Bateria                                 | Interna Li-Ion recarregável 14,8V 5200mAh                                  |
| Autonomia                               | Até 10 horas de operação contínua                                          |
| Recurso de Proteção da Autonomia        | Desligamento automático por inatividade                                    |
| Tempo de Recarga                        | Até 5 horas                                                                |
| Fonte de Alimentação                    | Interna 90V - 240V 50/60Hz                                                 |
| Proteções da Entrada AC                 | Sobre tensão, sub tensão, sobrecorrente, curto-circuito, sobreaquecimento. |
| Classe de Operação                      | Classe II - Dupla Isolação                                                 |
| Classe de Segurança                     | CAT III                                                                    |
| Idiomas                                 | Português, Inglês, Espanhol                                                |
| Histórico                               | Acesso aos testes realizados e visualização dos resultados                 |
| CONECTIVIDADE                           |                                                                            |
| Wired                                   | USB - B                                                                    |
| Software Exclusivo para PC              | Sim - Windows                                                              |
| MECÂNICA                                |                                                                            |
| Dimensões                               | -                                                                          |
| Peso                                    | -                                                                          |
| Conexões                                | Borne Banana                                                               |
| Pontas de Prova                         | -                                                                          |
| Encapsulamento                          | Maleta robusta de polipropileno, UL 94 V0                                  |
| Índice de Proteção                      | IP65 com a maleta fechada                                                  |
| AMBIENTAL                               |                                                                            |
| Temperatura de Operação                 | -10 ~ 50oC                                                                 |
| Temperatura de Armazenamento            | -20 ~ 60oC                                                                 |
| Umidade Relativa                        | 10 ~ 90% UR @ 35oC sem condensação                                         |

## 6. Condições de Operação

A medição de curvas I-V em campo exige atenção especial às condições ambientais durante os ensaios. Fatores como irradiância solar, temperatura dos módulos fotovoltaicos e incidência solar influenciam diretamente os resultados obtidos e a extrapolação para condições STC.

Para garantir medições mais precisas e consistentes, recomenda-se observar as seguintes orientações:

### Em relação à medição de irradiância

- Realize as medições preferencialmente durante períodos de céu limpo e irradiância estável.
- Caso a célula de referência ou o circuito em teste esteja exposto a diferentes níveis de irradiância devido à passagem de nuvens, sombreamentos ou variações climáticas, os resultados da extrapolação para STC poderão apresentar inconsistências.
- Garanta a correta planaridade, inclinação e proximidade entre o sensor de irradiância e o circuito em teste. Diferenças de orientação, inclinação ou incidência solar entre o sensor e os módulos fotovoltaicos podem resultar em extrapolações incorretas para condições STC.
- Recomenda-se irradiância mínima de  $700 \text{ W/m}^2$  durante as medições. Quanto mais próxima de  $1000 \text{ W/m}^2$  estiver a irradiância, maior será a precisão dos resultados obtidos.
- Evite realizar medições com ângulo excessivo de incidência solar sobre os módulos fotovoltaicos.

### Em relação à medição de temperatura

- A temperatura das células fotovoltaicas influencia diretamente os parâmetros elétricos do módulo e os resultados das curvas I-V.
- Evite medições em dias com ventos intensos. O vento pode provocar grandes diferenças entre a temperatura real das células e a temperatura medida, além de causar variações térmicas ao longo do circuito em teste.
- Em medições de strings fotovoltaicas, diferenças de temperatura entre módulos localizados nas extremidades e aqueles posicionados na região central da string podem gerar resultados inconsistentes durante a extrapolação para STC.
- Para minimizar erros causados por diferenças térmicas dentro do circuito em teste, recomenda-se realizar medições de temperatura em diferentes pontos da string fotovoltaica.
- A utilização de múltiplos pontos de medição de temperatura proporciona maior precisão na extrapolação dos resultados para condições STC.
- Recomenda-se posicionar os sensores de temperatura em módulos localizados em diferentes regiões da string, como extremidades e região central, garantindo maior representatividade térmica durante os ensaios.
- Sempre que possível, instale o sensor de temperatura diretamente na parte traseira do módulo fotovoltaico em teste.

As condições ambientais durante os ensaios possuem influência direta nos resultados obtidos. Irradiância instável, diferenças de temperatura entre módulos ou posicionamento inadequado dos sensores podem comprometer a precisão das medições realizadas e a extrapolação para condições STC.



## 7. Conexões e Montagem

### 7.1 Instalação das Células

O sensor de irradiância fornecido com o equipamento consiste em células fotovoltaicas de silício calibradas, desenvolvidas para medições precisas de irradiância solar

Durante os ensaios, uma das células deve ser instalada lateralmente ao módulo, mantendo a mesma inclinação. A outra célula deve ser fixada na parte inferior do módulo para realização das leituras de irradiância bifacial. **Utilize as garrafas de fixação.**



Figura 27: Célula Acoplada na Lateral do Módulo



Figura 28: Parte de Baixo do Módulo

## 7.2 Conexão das Células no PV Sense

Uma vez que as células foram montadas no ângulo correto e o mais próximo possível dos módulos em teste, as células de referências serão conectadas ao PV Sense através do conector tipo banana na parte inferior do mesmo.

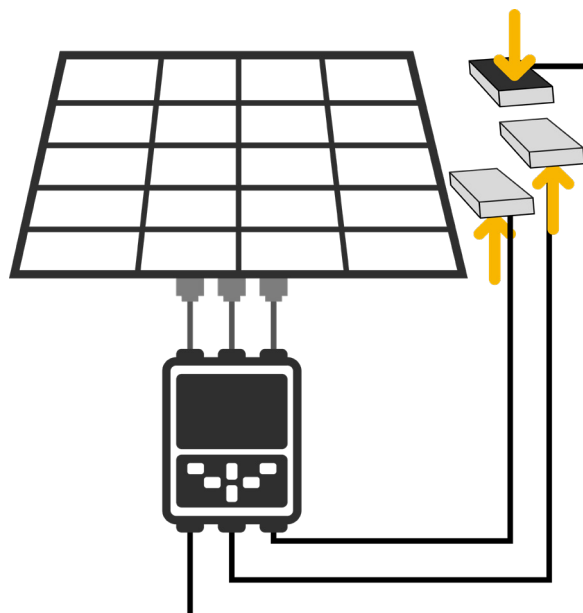


Figura 29: Conexão dos Fio (Células e PV SENSE)

## 7.3 Instalação do Sensor PT-1000

Com os PT-1000, você pode medir a temperatura do módulo em teste ( $T_{mod}$ ), a temperatura da célula de referência ( $T_{sen}$ ) ou a temperatura ambiente ( $T_a$ ). Ao medir  $T_{mod}$ , os PT-1000 devem ser fixados na parte traseira do módulo.



Figura 30: PT-1000 Fixado na Parte Traseira do Módulo

O PT-1000 deve ser conectado ao PV SENSE, que possui três entradas na parte superior, identificadas como Temp.1, Temp.2 e Temp.3 para leituras de temperatura.

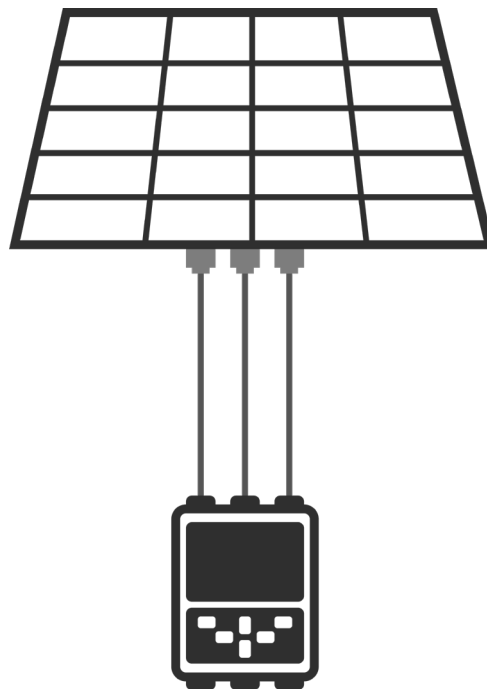


Figura 31: Conexão PT-100 e PV Sense

## 7.4 Conexão dos Cabos no PV Tracer

Utilize o conjunto de cabos fornecido com o equipamento para realizar as conexões de medição. O sistema utiliza dois pares de cabos, nas cores vermelha e preta, permitindo medições em configuração de quatro fios (4-wire).



Figura 32: Cabo de Medição MC4



Conecte os quatro conectores banana ao PV Tracer, os vermelhos devem ser conectados às entradas vermelhas, enquanto os pretos devem ser conectados às entradas pretas. O conector vermelho representa o terminal positivo (+) do circuito em teste, e o conector preto representa o terminal negativo (-).

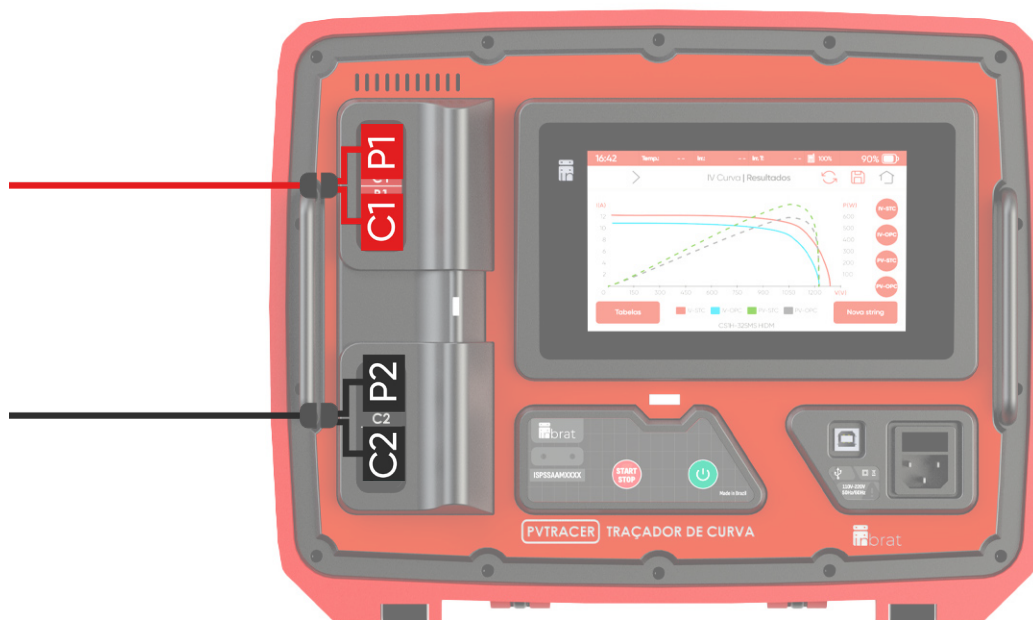


Figura 33: Conexão do MC4 no PV Tracer

Agora conecte a outra extremidade esse modelo possui conectores MC4 para conexão direta aos módulos ou strings fotovoltaicas. O cabo vermelho corresponde ao terminal positivo (+) e possui conector MC4 fêmea, enquanto o cabo preto corresponde ao terminal negativo (-) e possui conector MC4 macho.

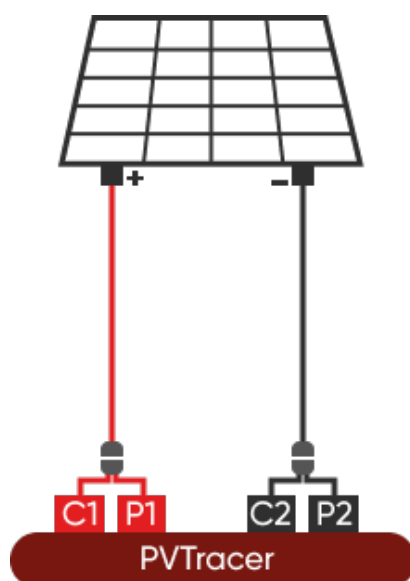


Figura 34: Conexão do MC4 no PV Tracer



**IMPORTANTE:** A conexão incorreta dos terminais positivo (+) e negativo (-) do circuito em teste ao PV TRACER pode causar danos permanentes ao equipamento.

**CUIDADO:** Existe risco de choque elétrico durante os procedimentos de conexão e medição. Utilize sempre os EPIs adequados e siga corretamente os procedimentos de segurança antes de desconectar o circuito fotovoltaico de inversores, controladores de carga, baterias ou demais circuitos conectados ao sistema.



A Inbrat não se responsabiliza por danos ao equipamento, à instalação fotovoltaica ou por acidentes causados pelo uso incorreto do instrumento.

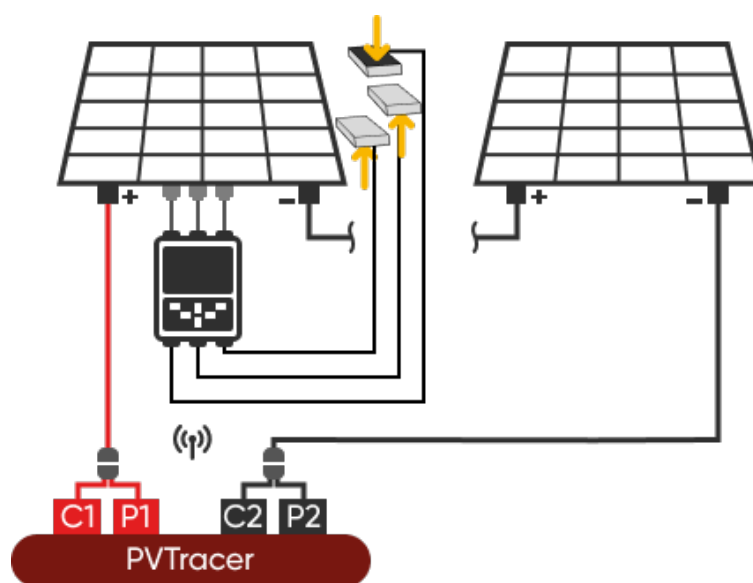


**IMPORTANTE:** Antes de iniciar qualquer medição, certifique-se de que os valores de tensão e corrente do circuito em teste estejam dentro da faixa operacional do PV TRACER.



**IMPORTANTE:** O circuito em teste deve estar completamente isolado de outros equipamentos ou componentes do sistema fotovoltaico, como inversores, controladores de carga, baterias ou circuitos em paralelo.

A realização de medições com o circuito ainda conectado a outros equipamentos pode causar danos permanentes ao PV TRACER e à instalação fotovoltaica.



**Figura 35: Conexão Final**

## 8. Medições

Após realizar todas as configurações necessárias, como o cadastro do módulo fotovoltaico, o emparelhamento do PV Sense e a conexão correta dos cabos de medição, o equipamento estará pronto para iniciar a medição da Curva I-V.

- A tensão máxima entre as entradas P1, C1, P2 e C2 é de 1500VCC. Não medir tensões que excedam os limites expressos neste manual.
  - Não efetuar testes em módulos ou strings FV ligados ao conversor CC/CA
  - A corrente máxima permitida pelo instrumento é de 40A.
1. Nunca conecte ou desconecte os cabos de teste com o PV Tracer em funcionamento. Se houver necessidade de modificar as conexões, elas deverão ser feitas com o equipamento desligado.
  2. Ligue o equipamento mantendo pressionada a Tecla Verde On/Off.



Figura 36: Teclado de Navegação

3. O display do equipamento exibirá as telas iniciais até acessar o Menu Principal.



Figura 37: Telas de inicialização

4. Na tela do Menu Principal, clique sobre a opção Curva IV para iniciar os ensaios com o equipamento.



Figura 38: Tela Inicial (Curva IV)

5. Escolha o módulo fotovoltaico previamente configurado e salvo para realizar o ensaio. Caso necessário, também é possível consultar as informações do módulo clicando no ícone "i" localizado ao lado do nome do modelo.

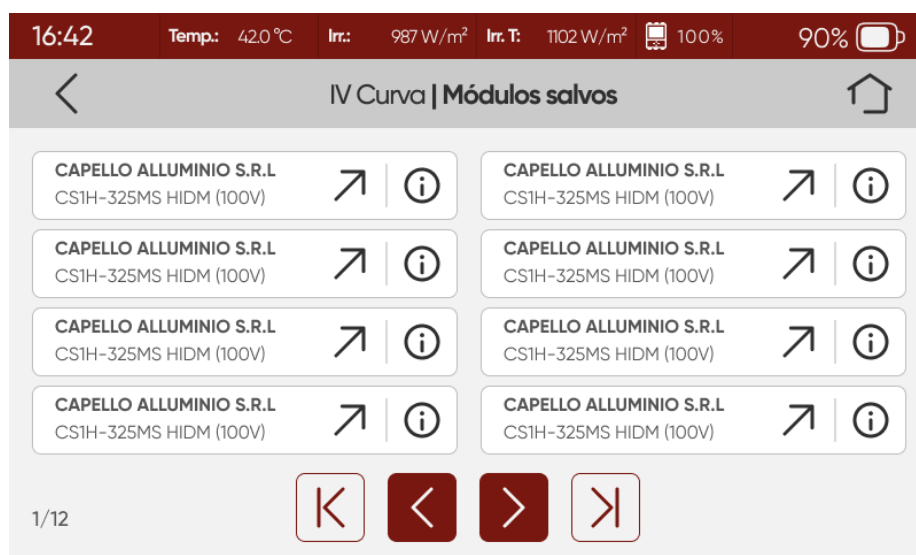


Figura 39: Lista de Módulos Salvos

6. Após selecionar o módulo, a próxima tela exibirá as informações do PV Sense conectado, como força do sinal Bluetooth, nível de bateria, valores de irradiância e temperatura das células.



Figura 40: PV Sense Vinculado

7. Caso o PV Sense não esteja conectado ou tenha sido desconectado por algum motivo, será possível realizar um novo emparelhamento iniciando uma nova busca pelo dispositivo. Após a busca ele irá conectar novamente.



Figura 41: Busca e Emparelhamento PV Sense

8. Na próxima tela será realizada a configuração do arranjo da string fotovoltaica, onde deverão ser definidos o número de módulos em série, o número de strings em paralelo e se a função de bifacialidade será utilizada durante o ensaio.

16:42 Temp.: 42.0 °C Irr.: 987 W/m² Irr. T: 1102 W/m² 100% 90%

< IV Curva | Arranjo da string >

Nº de mód. em série 10 - +

Nº de mód. em paralelo 2 - +

Bifacialidade BIFAC. < >

Próximo

CS1H-325MS HIDM

Figura 42: Arranjo da String

9. Feito isso, será realizada a configuração dos parâmetros de temperatura e irradiância utilizados durante a medição da Curva I-V.

16:42 Temp.: -- Irr.: -- Irr. T: -- 90%

< IV Curva | Temperatura e irradiância >

Temperatura 27.5 °C ✎

Irradiância 1500.0 W/m² ✎

Próximo

CS1H-325MS HIDM

Figura 43: Temperatura e Irradiância

Esses parâmetros são fundamentais para a compensação e análise do desempenho do módulo fotovoltaico, permitindo maior precisão nos resultados obtidos durante o ensaio.

A norma IEC 61829 recomenda uma irradiância mínima de  $700 \text{ W/m}^2$  durante as medições. No entanto, quanto mais próximo de  $1000 \text{ W/m}^2$ , melhor.

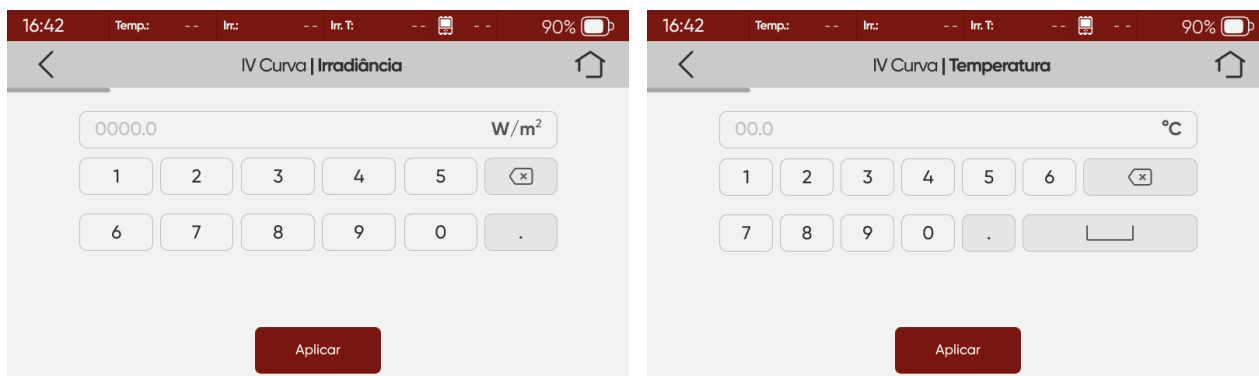


Figura 44: Temperatura e Irradiância

10. Feitas todas as configurações, a próxima etapa será definir os limites de tolerância para os valores de  $I_{sc}$ ,  $V_{oc}$  e  $P_{max}$  utilizados durante a análise da medição.

Esses parâmetros auxiliando na identificação de possíveis variações, perdas de desempenho ou falhas no sistema durante o ensaio.

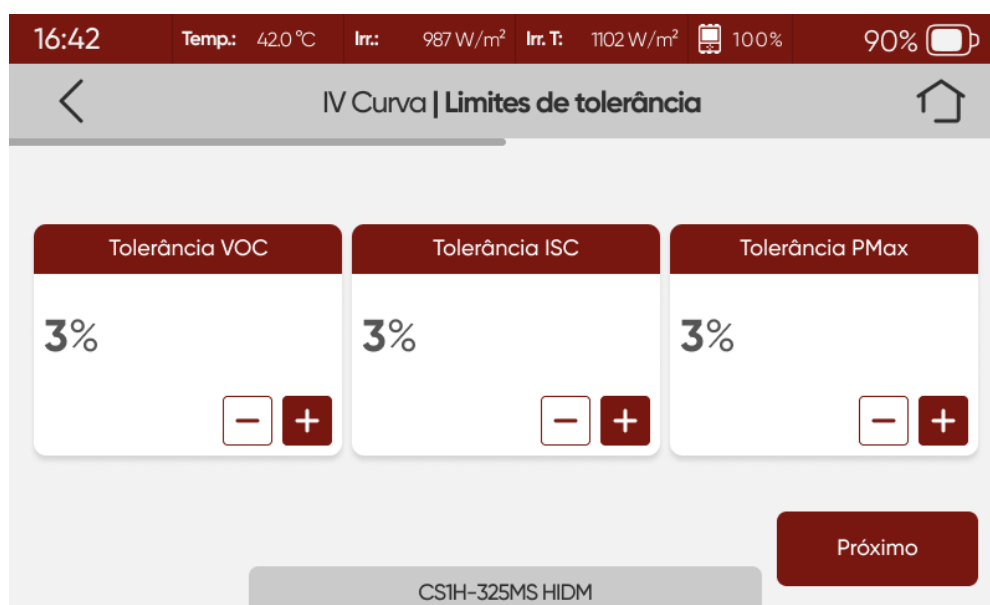


Figura 45: Limites de Tolerância

11. Feito isso, a próxima etapa será a conexão dos cabos para realização do teste. Siga exatamente a imagem de referência apresentada na próxima página para garantir a conexão correta do equipamento.

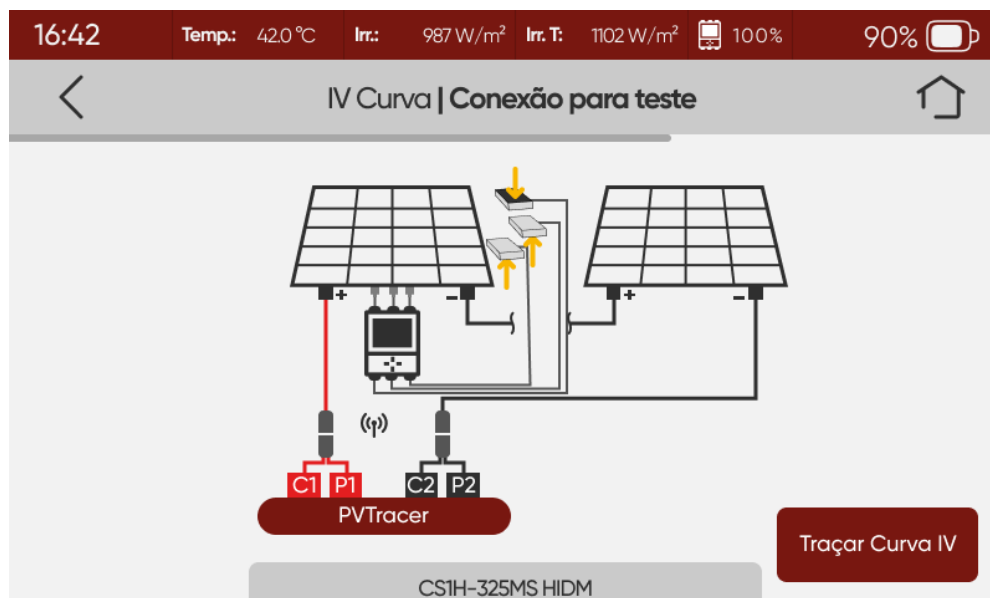


Figura 46: Tela de Conexão

12. Basta clicar em Traçar Curva para iniciar o ensaio da Curva I-V. Durante a medição, o equipamento realizará automaticamente a análise da string fotovoltaica com base nas configurações definidas anteriormente.



Figura 47: Realizando Medição



13. Caso ocorra algum erro durante o procedimento, o equipamento exibirá uma das mensagens de alerta apresentadas a seguir, orientando o usuário sobre possíveis falhas ou condições incorretas de medição que devem ser verificadas.



A tensão identificada na entrada está abaixo da faixa operacional mínima.



O instrumento detectou uma inversão na polaridade elétrica.



A corrente do circuito ultrapassou o limite máximo suportado.



A irradiação solar está insuficiente para realização do ensaio.



A corrente medida está abaixo do limite esperado.



Foi detectada passagem de corrente indevida com o circuito aberto.



A tensão de circuito aberto medida diverge do padrão calculado.



Ocorreu uma variação instável de tensão no início do ensaio.



A tensão medida ultrapassou o limite máximo suportado.



Indica falha no cálculo em STC valores incorretos configurados.

**Figura 48: Mensagens de Erros**

14. O equipamento apresenta as curvas I-V e P-V tanto nas Condições Operacionais de Campo (OPC) quanto extrapoladas para as Condições Padrão de Teste (STC).

Na parte superior da tela, também são exibidos os valores de Temperatura, Irradiância Frontal e Irradiância Traseira.

Ao clicar nas opções IV-STC, IV-OPC, PV-STC e PV-OPC, é possível visualizar as curvas individualmente ou todas simultaneamente.

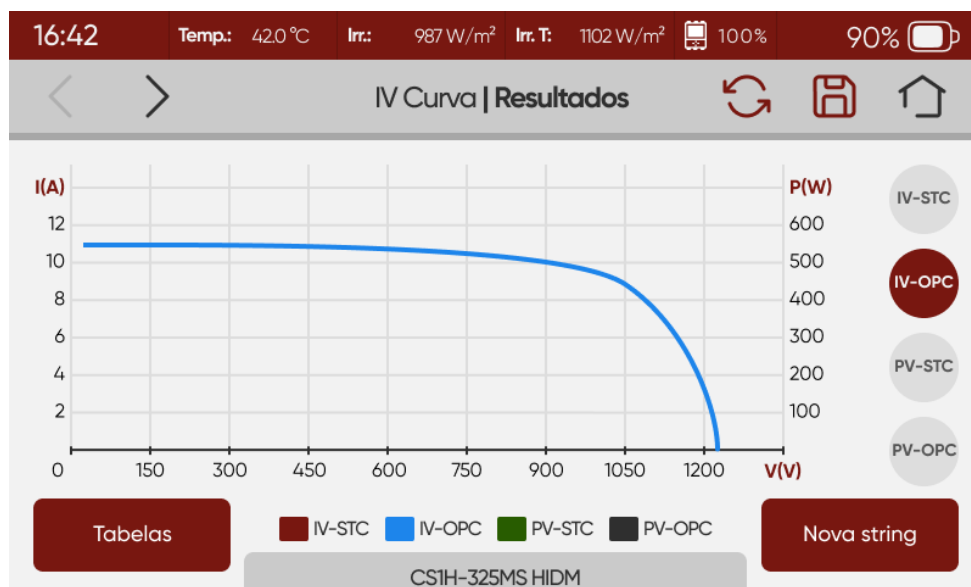
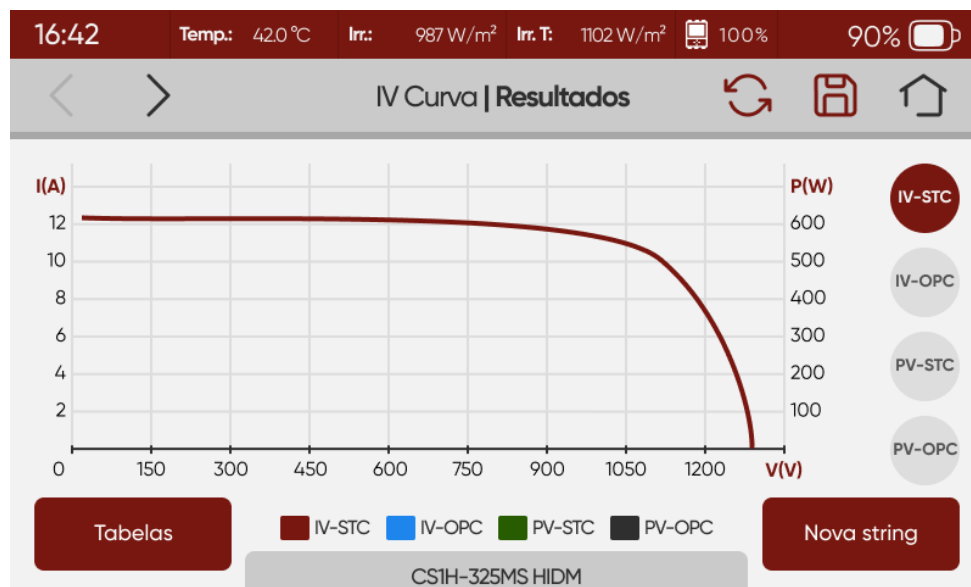


Figura 49: Curvas IV-OPC e IV-STC

**Curva I-V em Condições Reais (IV-OPC):** Representa a relação entre corrente e tensão da string nas condições reais de operação durante a medição.

**Curva I-V Extrapolada para STC (IV-STC):** Representa a curva corrigida para as Condições Padrão de Teste (STC), permitindo a comparação dos resultados com os dados de catálogo do fabricante.

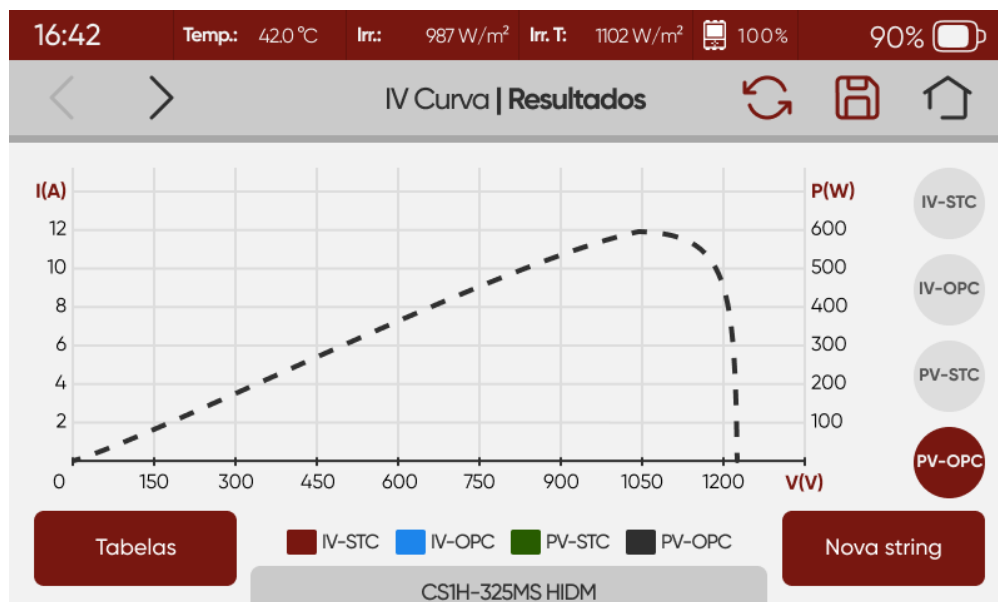
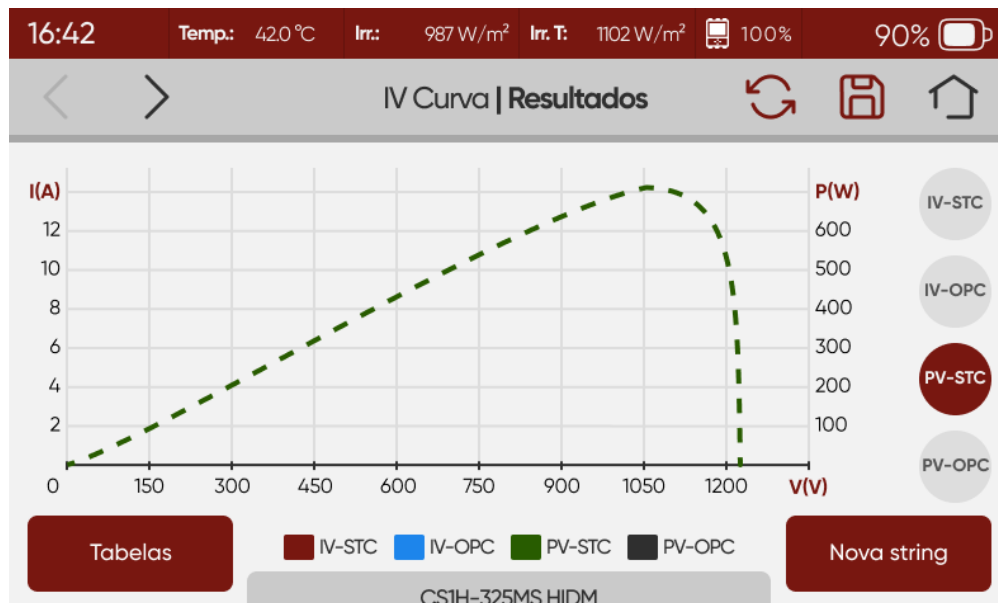


Figura 50: Curvas PV-OPC e PV-STC

**Curva P-V em Condições Reais (PV-OPC):** Representa a relação entre potência e tensão da string nas condições reais de operação durante a medição.

**Curva P-V Extrapolada para STC (PV-STC):** Representa a curva de potência corrigida para as Condições Padrão de Teste (STC), permitindo a comparação dos resultados com os valores nominais do fabricante.

15. Clicando em Tabela, é possível visualizar os resultados em formato tabular ao invés de gráfico, facilitando a análise detalhada das medições.



Figura 51: Tabela de Resultados

### Interpretação dos resultados das medições

Os parâmetros medidos pelo instrumento têm o seguinte significado:

| Parâmetro  | Descrição                                                                |
|------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Pmax (W)   | Potência máxima do módulo fotovoltaico calculada a partir da curva I-V.  |
| Pnom (W)   | Potência nominal do módulo fotovoltaico informada pelo fabricante.       |
| FF (%)     | Fator de Forma (Fill Factor), indicador da qualidade elétrica do módulo. |
| Irr (W/m²) | Valor da irradiância solar medida durante o ensaio.                      |
| Temp (°C)  | Temperatura do módulo fotovoltaico medida durante o teste.               |
| Isc (A)    | Corrente de curto-circuito do módulo fotovoltaico.                       |
| Imp (A)    | Corrente no ponto de máxima potência (MPP).                              |
| Voc (V)    | Tensão de circuito aberto do módulo fotovoltaico.                        |
| Vmp (V)    | Tensão no ponto de máxima potência (MPP).                                |

16. É possível salvar o ensaio realizado. Para isso, clique no ícone de salvar localizado na parte superior da tela. O equipamento abrirá a opção para criação de uma nova pasta, onde o teste será armazenado.

O usuário pode nomear a pasta da forma desejada, como por exemplo o nome do cliente, usina ou projeto. Dentro da pasta criada, também será possível definir o nome do ensaio realizado para facilitar futuras consultas e organização dos testes.

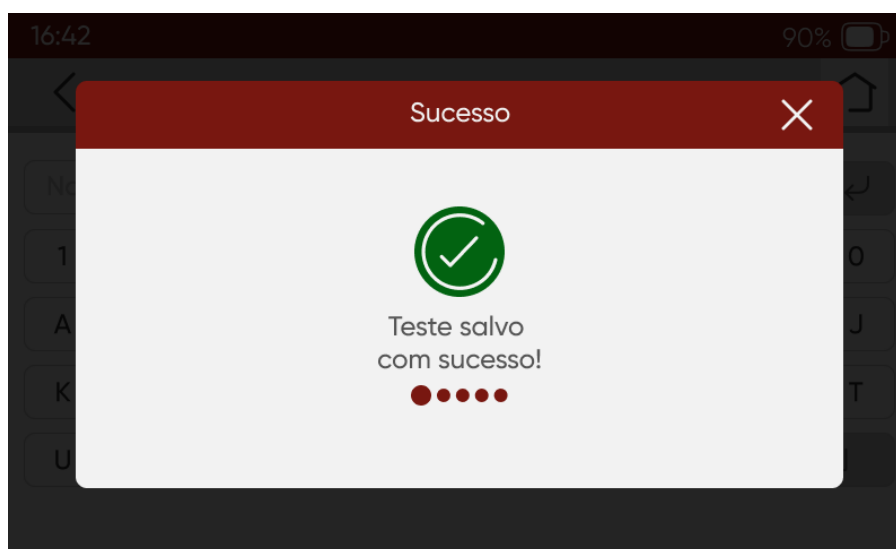
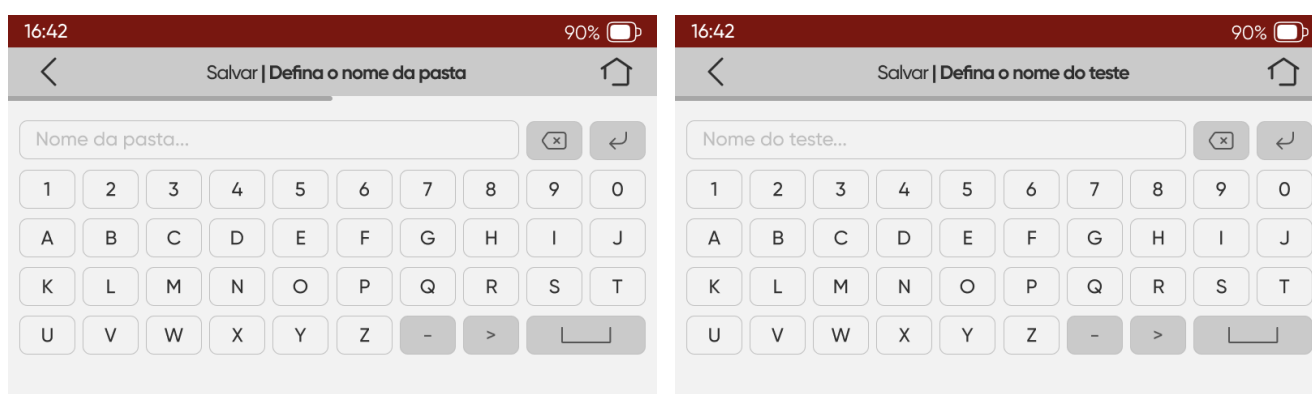


Figura 52: Salvar Ensaio

17. Caso deseje realizar a medição de uma nova string fotovoltaica, basta clicar em Nova String.

O equipamento irá direcionar o usuário para a tela de resumo, onde será possível alterar o módulo selecionado, verificar a conexão do PV Sense e revisar as demais configurações da string antes de iniciar um novo ensaio.

16:42 Temp.: 42.0 °C Irr.: 987 W/m<sup>2</sup> Irr. T: 1102 W/m<sup>2</sup> 100% 90%

### IV Curva | Resumo

Filtros: ☒ Módulo ☐ PVSense ☐ Arranjo da string [Alterar módulo](#)

|                                              |                       |                                |                                  |
|----------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| Fabricante<br><b>CAPELLO ALLUMINIO S.R.L</b> | Voc<br><b>44.10 V</b> | Pmax<br><b>80.00 W</b>         | Isc Bif. Factor<br><b>0.001%</b> |
| Modelo<br><b>CS1H-325MS HIDM</b>             | Isc<br><b>9.45 A</b>  | Pmax toll (-)<br><b>0.00 %</b> | TC (Voc)<br><b>0.01 %/°C</b>     |
| Tipo<br><b>STD</b>                           | Vmp<br><b>36.60 V</b> | Pmax toll (+)<br><b>1.54 %</b> | TC (Isc)<br><b>0.01 %/°C</b>     |
|                                              | Imp<br><b>8.88 A</b>  | Rs<br><b>0.1 Ω</b>             |                                  |

[Iniciar teste](#)

16:42 Temp.: -- Irr.: -- Irr. T: -- 100% 90%

### IV Curva | Resumo

Filtros: ☐ Módulo ☐ PVSense ☒ Arranjo da string

Nº de mód. em série: **10**

Nº de mód. em paralelo: **2**

Bifacialidade: **STD**

Tolerância Voc: **3%**

Tolerância Isc: **3%**

Tolerância Pmax: **3%**

[Iniciar teste](#)

16:42 Temp.: -- Irr.: -- Irr. T: -- 100% 90%

### IV Curva | Resumo

Filtros: ☐ Módulo ☐ PVSense ☒ Arranjo da string

Nº de mód. em série: **10**

Nº de mód. em paralelo: **2**

Bifacialidade: **STD**

Tolerância Voc: **3%**

Tolerância Isc: **3%**

Tolerância Pmax: **3%**

[Iniciar teste](#)

Figura 53: Nova String Iniciar Ensaio

## 9. Memória e Histórico de Ensaios

### 9.1 Histórico de Ensaios

O resultado da medição, com todos os parâmetros relevantes, é armazenado automaticamente na memória interna do equipamento, que possui capacidade de 32 GB. Para acessar o histórico, selecione o Menu Principal e clique em Histórico.



Figura 54: Menu Histórico

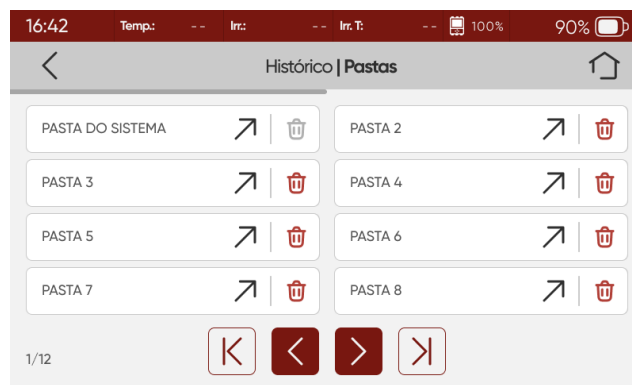


Figura 55: Pastas e Teste Histórico

No Histórico, é possível excluir os ensaios armazenados no equipamento, quando necessário seja suas pastas ou os testes dentro das pastas.

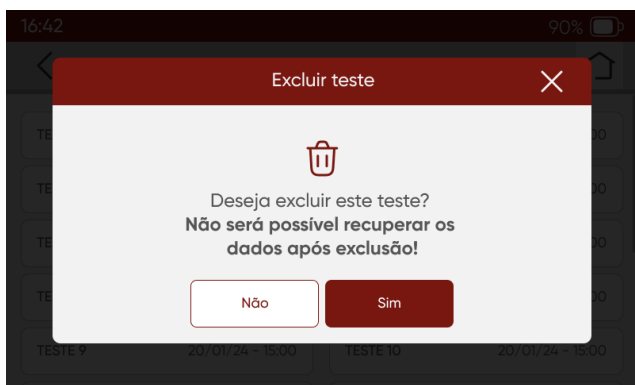


Figura 56: Deletar Teste

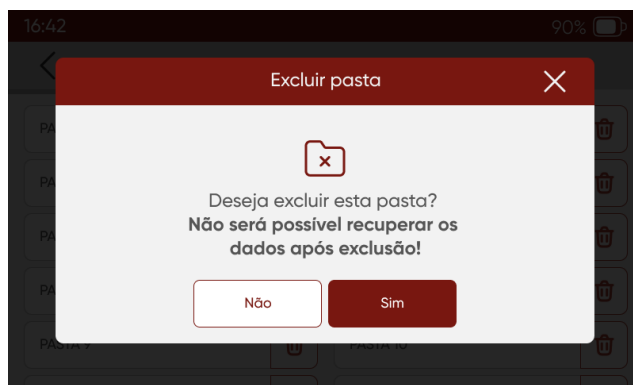


Figura 57: Deletar Pasta



## 10. Comunicação Externa

### 10.1 Software Desktop

A Inbrat oferece um software exclusivo para os equipamentos da Linha PRO, proporcionando uma experiência completa de gerenciamento e análise de medições. Com o Inbrat Desk PRO, é possível gerar relatórios, exportar dados, consultar o histórico de ensaios e acessar diversas funcionalidades avançadas.

O equipamento se comunica diretamente com o software Inbrat Desk PRO para PC, permitindo que os resultados salvos sejam transferidos, organizados e armazenados no computador por meio da interface USB-B.

É importante destacar que o Inbrat Desk PRO não permite operar o equipamento. Diferentemente do Aplicativo Mobile, que possibilita o controle remoto dos ensaios, o software é destinado exclusivamente ao tratamento, edição, organização e geração de relatórios dos ensaios já realizados.

1. Baixe o Software e execute ele no seu computador (seja notebook ou desktop)

Assim que o software for aberto, ele será inicializado e exibirá a tela inicial. Nela, será necessário selecionar o dispositivo Inbrat correspondente ao equipamento em uso — neste caso, o PV TRACER.



Figura 58: Tela de Início

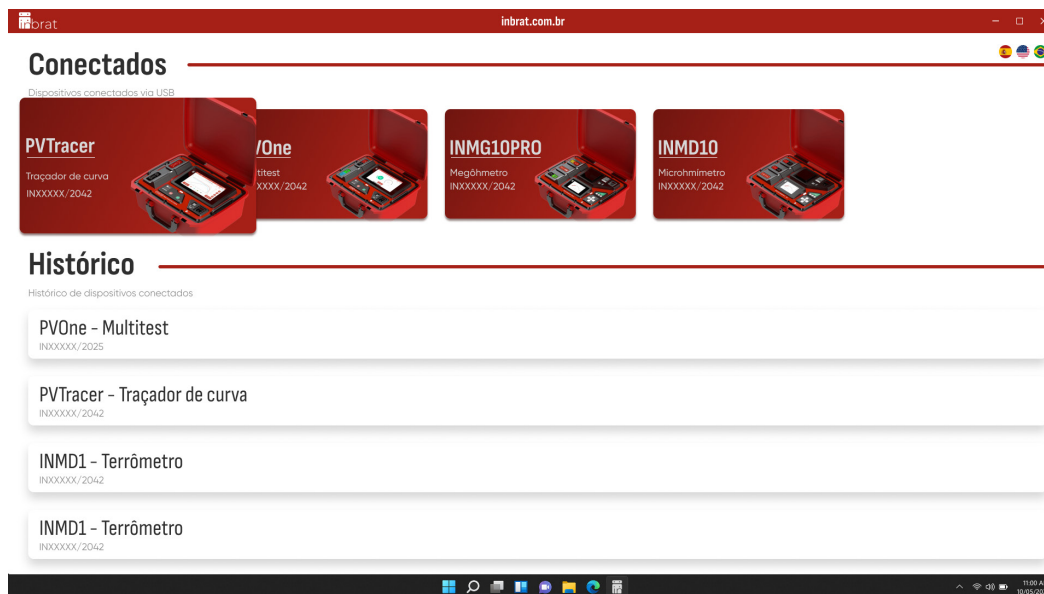


Figura 59: Menu (Dispositivos)

2. Após selecionar o dispositivo, será possível acessar o Menu de Configurações, onde estarão disponíveis todas as informações do equipamento ao qual o software está conectado.

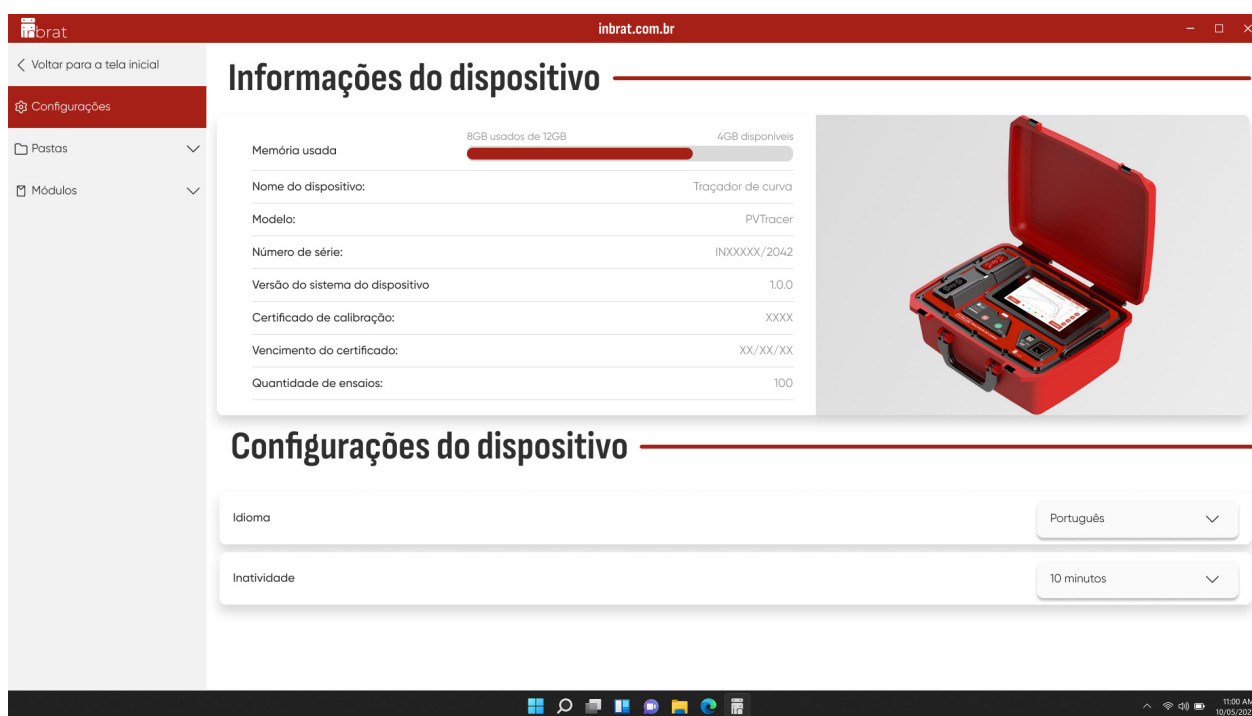


Figura 60: Menu de Configurações

3. Na seção Ensaios, estarão disponíveis duas opções: Pastas Baixadas e Pastas do Dispositivo. Nessa área, encontram-se todos os registros, permitindo selecionar um ou mais ensaios para gerar relatórios em PDF ou excluir registros.

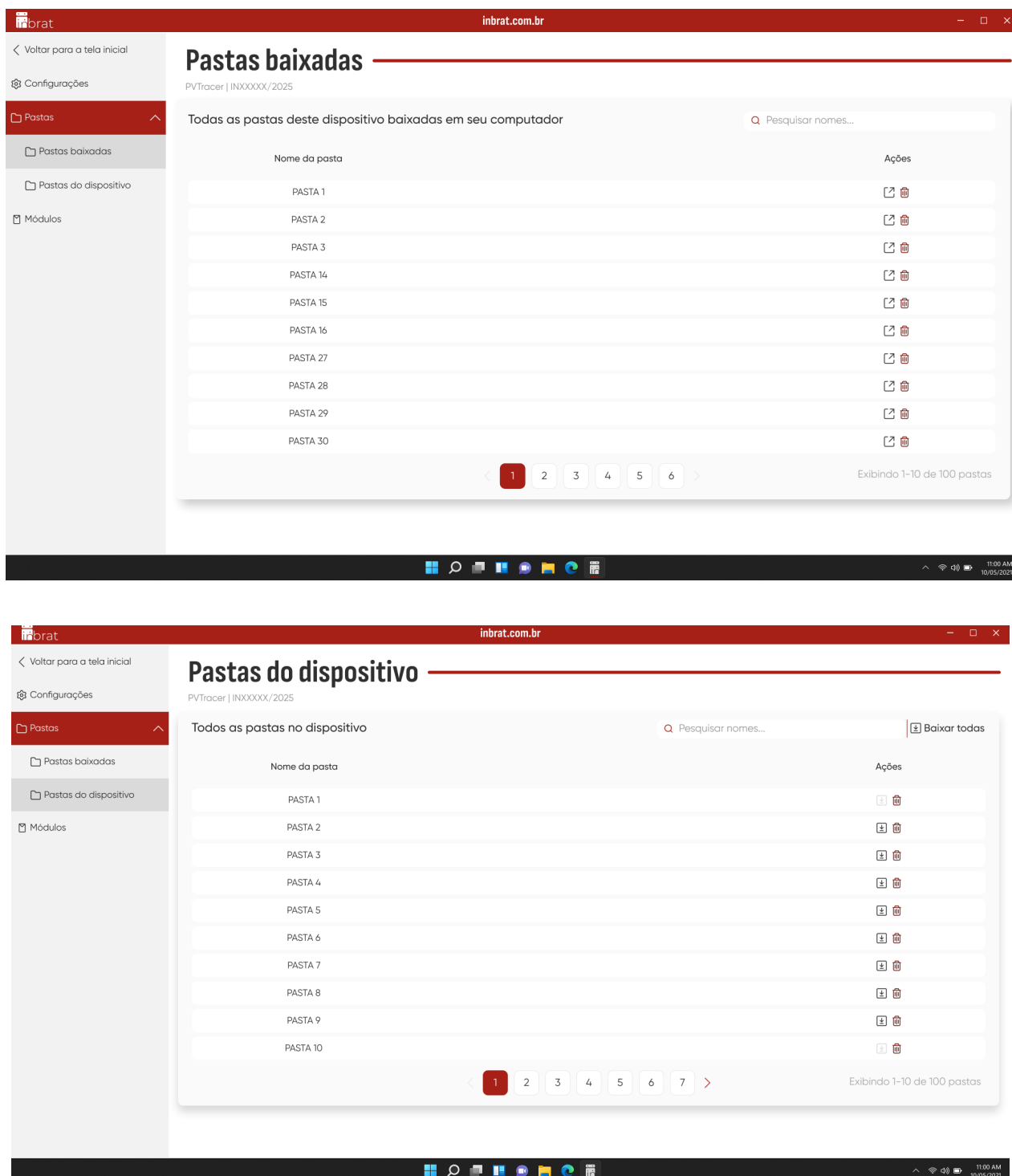


Figura 61: Histórico de Ensaios

4. Ao selecionar os ensaios desejados, será exibido um resumo das informações, permitindo a exportação dos dados em XLS ou a geração do relatório em PDF por meio dos botões inferiores.

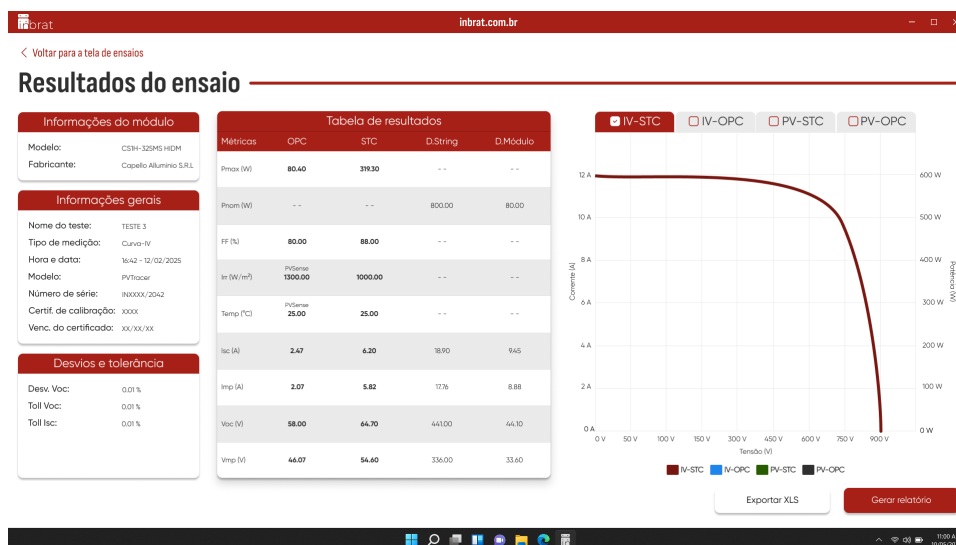


Figura 62: Resultados e Configuração Geral de Relatório

- Na etapa de Configuração Geral para geração do relatório, alguns dados devem ser preenchidos para que o PDF seja completo e contenha todas as informações necessárias. O processo é dividido em três etapas: Configurações Gerais, Dados do Cliente e Observações/Fotos.

The screenshot shows the 'Gerar relatório' (Generate Report) window in the PV Tracer software. It features a sidebar with a progress indicator showing four steps: 1. Configurações gerais, 2. Adicionar dados do cliente, 3. Adicionar curvas e tabela, and 4. Outros. The main area is titled 'Configurações gerais do relatório' and contains several input fields for configuring the report. These include fields for 'Marca/Logotipo do prestador' (Provider Brand/Logo), 'Nome do relatório' (Report Name), 'Data do relatório' (Report Date), 'Nome da empresa' (Company Name), 'CEP' (Post Code), 'Endereço' (Address), 'Cidade' (City), 'Estado' (State), 'Executado por' (Executed by), and 'Nº de registro do operador' (Operator Registration Number). There are also buttons for '+ Adicione uma logo', 'Adicionar/editar empresas', and 'Próximo'.

Figura 63: Etapas p/ Gerar Relatório

Após o preenchimento, basta concluir o processo. Será exibido um resumo das informações que comporão o relatório; em seguida, clique em Exportar PDF para gerar o arquivo.



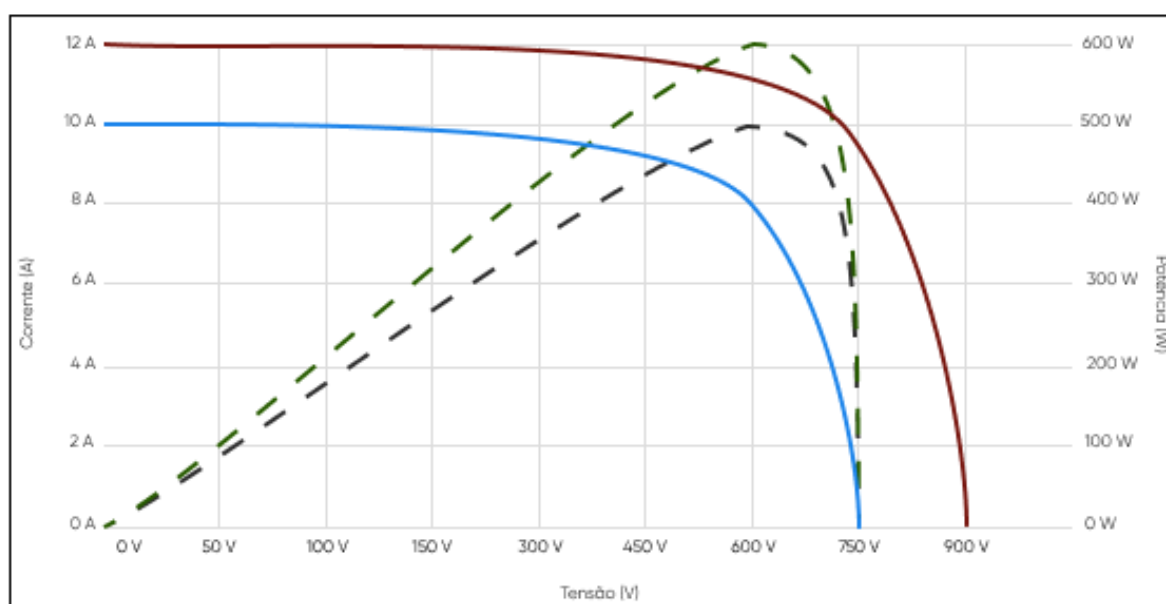
## Título do relatório

Data do relatório: 30/04/2025

## Informações do dispositivo

|                            |                   |  |
|----------------------------|-------------------|--|
| Modelo do dispositivo:     | PVTracer          |  |
| Nome do dispositivo:       | Traçador de curva |  |
| Número de série:           | INXXXX/2042       |  |
| Certificado de calibração: | XXXX              |  |
| Vencimento do certificado: | XX/XX/XX          |  |

## Todas as curvas selecionadas



Curva IV-STC Curva IV- OPC Curva PV-STC Curva PV- OPC



inbrat.com.br  
CNPJ: 41.544.649/0001-50

X/X

# 11. Garantia

## 11.1 Coberturas e Exclusões

A INBRAT TECNOLOGIA assegura ao proprietário/consumidor do PV TRACER garantia contra defeitos de material ou de fabricação pelo período de 1 ano a partir da data de aquisição, conforme nota fiscal emitida ao primeiro comprador.

Durante o período de garantia, a INBRAT se responsabiliza pela substituição de peças defeituosas e pela mão de obra necessária, desde que o defeito seja confirmado por sua equipe técnica e tenha ocorrido sob condições normais de uso.

A garantia limita-se exclusivamente aos termos aqui estabelecidos. A INBRAT não se responsabiliza por prejuízos indiretos decorrentes do uso ou impossibilidade de uso do equipamento, incluindo perdas operacionais, acidentes em campo, danos a instalações ou lucros cessantes.

### Cobertura da Garantia

- A garantia cobre defeitos de fabricação e falhas em componentes do PV TRACER durante os primeiros 12 meses de uso.
- Inclui reparo ou substituição de peças defeituosas e a mão de obra necessária, desde que os defeitos não sejam decorrentes de mau uso.
- A cobertura é válida somente para equipamentos utilizados conforme as instruções deste manual e dentro das condições normais de operação.

### Exclusões da Garantia

- Danos Acidentais: A garantia não cobre danos causados por acidentes, quedas, mau uso, abuso, instalação incorreta ou qualquer modificação não autorizada.
- Desgaste Normal: Itens sujeitos a desgaste natural — como cabos, conectores e acessórios — não estão cobertos após o uso regular.
- Manutenção e Limpeza: Serviços de manutenção preventiva, calibração periódica e limpeza do equipamento não estão incluídos na garantia.

## Requisitos para Atendimento da Garantia

- Comprovante de Compra: Para acionar a garantia, é obrigatório apresentar a nota fiscal ou comprovante de compra indicando a data de aquisição.
- Registro de Garantia: Recomenda-se registrar o equipamento junto ao fabricante ou distribuidor, caso solicitado, para agilizar o processo de atendimento.

## 11.2 Limpeza e Manutenção

### Limpeza do Equipamento

Para garantir a durabilidade e o bom funcionamento do PV TRACER, recomenda-se manter o gabinete sempre limpo. Utilize um pano seco e macio para limpeza regular.

### ATENÇÃO

- Nunca utilize solventes, álcool, abrasivos ou produtos químicos agressivos.
- Certifique-se de que o equipamento esteja desligado e desconectado da alimentação antes de iniciar a limpeza.
- Aguarde o equipamento esfriar completamente antes de manusear.

### Manutenção Preventiva

O PV TRACER não necessita de manutenção especial além das inspeções básicas. Recomenda-se realizar:

- Inspeção visual periódica: verifique cabos, conectores, carcaça e superfície externa.
- Testes funcionais regulares: confirme o funcionamento das funções principais e parâmetros de segurança.

## Manutenção Técnica e Segurança

O interior do equipamento não possui partes ajustáveis pelo usuário. Por isso:

- Nunca abra o equipamento — isso expõe o usuário a tensões internas perigosas, capazes de causar acidentes graves.
- Qualquer intervenção interna, ajuste, troca de componentes ou diagnóstico técnico deve ser realizada exclusivamente por profissionais autorizados e treinados pela Inbrat.
- Se houver suspeita de mau funcionamento, defeito de segurança ou comportamento anormal, mantenha o equipamento fora de serviço e entre em contato com a Assistência Técnica da Inbrat.

### 11.3 Calibração

É essencial que o instrumento de teste seja calibrado regularmente para garantir a conformidade com as especificações técnicas descritas neste manual. Recomendamos uma calibração anual.

Somente um técnico autorizado pode realizar a calibração. Para mais informações, entre em contato com a Inbrat Tecnologia contamos com laboratório próprio de calibração, garantindo precisão nos ajustes, qualidade nos serviços realizados e total conformidade com os padrões técnicos exigidos.

### 11.4 Serviços e Suporte do Fabricante

Para qualquer dúvida sobre o funcionamento do equipamento, suspeita de defeito ou necessidade de orientação técnica, entre em contato com o Serviço de Assistência ao Cliente da Inbrat.

Nossa equipe está disponível para oferecer suporte, esclarecimentos e orientações sobre o uso adequado do PV TRACER.



# PV TRACER

---

*Traçador de Curva IV*

## Entre em contato

Telefone: (11) 2941-3010

E-mail: [assistencia@inbrat.com.br](mailto:assistencia@inbrat.com.br)

**Horário de Atendimento:**

De segunda a quinta-feira, das 08h00 às 18h00

Sexta-feira, das 08h00 às 17h00

© INBRAT. Todos os direitos reservados

Nenhuma parte deste manual pode ser reproduzida ou utilizada de qualquer forma ou por qualquer meio sem a permissão por escrito da INBRAT.

[www.inbrat.com.br](http://www.inbrat.com.br)