I-V600

Manual de utilização

© Copyright HT ITALIA 2025

Versão PT 2.07 - 09/07/2025

INDICE

1. PRECAUÇÕES E MEDIDAS DE SEGURANÇA 3
1.1. Instruções preliminares....3
1.2. Durante a utilização....4
1.3. Após a utilização 4
1.4. Definição da categoria de medição (sobretensão)....4
2. DESCRIÇÃO GERAL 5
2.1. Introdução 5
2.2. Funcionalidades do instrumento 5
3. PREPARAÇÃO PARA A UTILIZAÇÃO....6
3.1. Controlos iniciais 6
3.2. Alimentação do instrumento 6
3.3. Armazenamento 6
4. NOMENCLATURA....7
4.1. Descrição do instrumento 7
4.2. Descrição do teclado de função....8
4.3. Descrição do display 9
4.4. Ecrã inicial 10
4.5. Menu lateral....10
4.6. Descrição dos estados da unidade remota SOLAR03 10
4.7. Utilização de um instrumento de suspensão com correia 11
5. MENU GERAL....13
5.1. Help....13
5.2. Informação 15
6. INSTRUÇÕES DE FUNCIONAMENTO....16
6.1. DMM – Função de Multímetro 16
6.2. SOLAR03 – Unidade remota 17
6.3. DB – Gestão da base de dados do módulo FV 22
6.3.1. Definição de um novo módulo fotovoltaico 24
6.3.2. Modificação de um módulo fotovoltaico existente 25
6.3.3. Pesquisa de módulos FV na base de dados 26
6.3.4. Cancelar um módulo FV 27
6.3.5. Redefinir banco de dados do módulos FV....28
6.4. I-V - MEDIÇÃO DA CURVA I-V 29
6.4.1. Generalidades....29
6.4.2. Medição da Curva I-V sem unidade remota SOLAR03....30
6.4.3. Medição de Curva I-V com unidade remota SOLAR03 em conexão direta 34
6.4.4. Medição da Curva I-V com a unidade remota SOLAR03 em registo síncrona 40
6.4.5. Interpretação dos resultados das medições 47
6.4.6. Situações anómalas....49
6.5. Lista de mensagens de erro para display 52
6.5.1. Descrição procedimento de Debug....53
6.6. IVCK - ENSAIO DE MÓDULOS E CADEIAS FV 56
6.6.1. Generalidades....56
6.6.2. Medição IVCK sem unidade remota SOLAR03....57
6.6.3. Medição IVCK com unidade remota SOLAR03 em conexão direta 62
6.6.4. Medição IVCK com a unidade remota SOLAR03 em registo síncrona 66
6.6.5. Interpretação dos resultados das medições 73
7. MEM – ARMAZENAMENTO DE RISULTADOS....76
7.1. Medidas de poupança 76
7.2. Chamar os resultados no ecrã....80
7.3. Cancelamento de resultados 83
7.3.1. Situações anómalas....85
8. LIGAÇÃO DO INSTRUMENTO A UM COMPUTADOR 87
9. MANUTENÇÃO 88
9.1. Generalidades 88
9.2. Substituição ou recarga das baterias internas 88

9.3. Limpeza do instrumento 88
10. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS 89
10.1. Características técnicas 89
10.2. Características gerais 90
10.3. Condições ambientais de utilização 91
10.4. Acessórios 91
11. APÊNDICE 92
11.1. Medição da característica I-V 92
11.1.1. Aspetos teóricos sobre a medição da caraterística I-V 92
11.2. Erros típicos na medição da curva I-V e possíveis soluções 93
11.3. Cálculo desempenho percentagem anual 95
12. ASSISTÊNCIA 98
12.1. Condições de garantia 98
12.2. Assistência 98

1. PRECAUÇÕES E MEDIDAS DE SEGURANÇA

O instrumento foi concebido de acordo com a diretiva IEC/EN61010-1 para instrumentos eletrónicos de medição. Antes e durante as medições, observe as seguintes instruções e leia todas as notas precedidas pelo símbolo ⚠

- Não efetuar medições de tensão ou corrente em ambientes húmidos
- Não efetuar medições na presença de gases ou materiais explosivos ou combustíveis ou em ambientes poeirentos
- Evitar o contacto com o circuito em teste se não estiver a efetuar medições
- Evitar o contacto com partes metálicas expostas, terminais de medição não utilizados, circuitos, etc.
- Não efetuar medições se encontrar anomalias no instrumento, tais como deformações, fissuras, fugas, ausência de visualização, etc.
- Utilizar apenas acessórios originais da HT
- **Ao fechar a caixa, NÃO DEIXE NENHUM ACESSÓRIO no interior para não danificar o display do instrumento**.

ATENÇÃO

O instrumento **só pode ser ligado a strings ou módulos fotovoltaicos**. **Não deve ser utilizado** em ligação com outras fontes elétricas e/ou dispositivos eletrónicos para evitar possíveis danos

Os símbolos seguintes são utilizados no presente manual e no instrumento:

ATENÇÃO: seguir as instruções do manual; uma utilização incorreta pode provocar danos no instrumento ou nos seus componentes

Perigo de alta tensão: risco de choque elétrico

Duplo isolamento

Tensão ou corrente CC

O símbolo apresentado indica que o instrumento, os seus acessórios e as baterias internas devem ser recolhidos separadamente e tratados corretamente

1.1. INSTRUÇÕES PRELIMINARES

- **O instrumento foi concebido para ser utilizado nas condições ambientais especificadas no ponto § 10.3 Condições ambientais significativamente diferentes podem comprometer a segurança do instrumento e do utilizador. Em qualquer caso, antes da utilização, aguardar que as condições no interior do instrumento sejam comparáveis às condições do ambiente em que vai ser utilizado.**
- O instrumento pode ser utilizado para medições de **TENSÃO** e **CORRENTE** em CAT III 1500V CC com uma tensão máxima de 1500VCC entre as entradas e uma corrente máxima de 40A. Não operar em circuitos que excedam os limites especificados em § 10.1
- Respeitar as regras normais de segurança para proteção contra correntes perigosas e proteger o instrumento contra utilização indevida.
- Só os acessórios fornecidos com o instrumento garantem as normas de segurança. Devem estar em bom estado e ser substituídos, se necessário, por modelos idênticos.
- Verificar se as pilhas estão corretamente colocadas.
- Antes de ligar os cabos de medição ao circuito em teste, verificar se a função pretendida foi selecionada.

1.2. DURANTE A UTILIZAÇÃO

Leia atentamente as recomendações e instruções que se seguem:

ATENÇÃO

- O não cumprimento dos avisos e/ou instruções pode danificar o instrumento e/ou os seus componentes ou constituir uma fonte de perigo para o utilizador
- Não tocar nos terminais de teste não utilizados
- Não desligar os cabos durante a medição
- Não abrir o compartimento das pilhas quando existirem ligações às entradas do instrumento
- O símbolo "▮" indica o nível de carga total das pilhas internas. Quando o nível de carga desce para o nível mínimo, o símbolo "▯" aparece no ecrã. Neste caso, interromper os testes e proceder à substituição ou recarga das baterias em conformidade com o § 9.2
- **O instrumento não carrega as pilhas para temperaturas fora do intervalo permitido pelas pilhas (0°C ÷ 40°C)**
- **O instrumento é capaz de manter os dados armazenados mesmo sem pilhas**

1.3. APÓS A UTILIZAÇÃO

Quando as medições estiverem concluídas, desligar o instrumento premindo continuamente o botão **ON/OFF** durante alguns segundos. Se não tencionar utilizar o instrumento durante um longo período de tempo, retirar as pilhas e seguir o procedimento previsto no ponto 3.3.

1.4. DEFINIÇÃO DA CATEGORIA DE MEDIÇÃO (SOBRETENSÃO)

A norma 'IEC/EN61010-1: Requisitos de segurança para instrumento elétrico de medição, controlo e utilização em laboratório, Parte 1: Requisitos gerais', define o que se entende por categoria de medição, normalmente referida como categoria de sobretensão. No § 6.7.4: Circuitos de medição, afirma-se o seguinte:

Os circuitos estão divididos nas seguintes categorias de medição:

- A **Categoria de medição IV** destina-se a medições efetuadas numa fonte de uma instalação de baixa tensão.
  Exemplos: contadores de energia e medição em dispositivos de proteção primária contra sobreintensidades e unidades de controlo da ondulação.
- A **Categoria de medição III** destina-se a medições efetuadas em instalações no interior de edifícios.
  Exemplos incluem medições em painéis de distribuição, disjuntores, cablagens, barras, caixas de junção, interruptores, tomadas de instalações fixas e aparelhos para uso industrial e outros instrumentos, por exemplo, motores fixos com ligação a instalações fixas
- A **Categoria de medição II** destina-se a medições em circuitos diretamente ligados à instalação de baixa tensão
  Exemplos incluem medições em instrumento doméstico, ferramentas portáteis e aparelhos semelhantes
- A **Categoria de medição I** destina-se a medições em circuitos não diretamente ligados à REDE DE DISTRIBUIÇÃO
  Exemplos disso são as medições em instrumentos não derivados da rede e em instrumentos derivados da rede mas com proteção especial (interna). Neste último caso, as tensões transitórias são variáveis, razão pela qual o (OMISSIS) exige que o utilizador conheça a resiliência transitória do instrumento.

2. DESCRIÇÃO GERAL

2.1. INTRODUÇÃO

O instrumento foi concebido para efetuar medições de desempenho (caraterística I-V) e pré-teste rápido (IVCK) de módulos/fitas fotovoltaicos (PV) de acordo com as normas IEC/EN60891 e IEC/EN62446-1.

2.2. FUNCIONALIDADES DO INSTRUMENTO

O instrumento é capaz de efetuar testes em módulos/cordas de uma e duas faces até 1500VCC, 40ACC.

Medida da caraterística I-V

Estão disponíveis as seguintes funções no instrumento:

- Ativação da medição em modo manual e automático (*)
- Medições de tensão/corrente/potência medidas em condições de funcionamento (@OPC)
- Medições de tensão/corrente/potência referidas às condições padrões (@STC) de acordo com a norma IEC/EN60891
- Gráfico das curvas I-V e Potência/Voltagem nas condições @OPC e @STC
- Comparação direta dos valores @STC com os valores nominais declarados pelo produtor e visualização do resultado OK/NO
- **Testes também em módulos fotovoltaicos com eficiência >19%**

Medições pré-teste (IVCK)

- Medição da tensão em vazio Voc
- Medição da corrente de curto-circuito Isc
- Visualização dos resultados nas condições @OPC e @STC de acordo com as normas IEC/EN62446-1 e IEC/60891
- Avaliação OK/NO dos resultados
- **Testes também em módulos fotovoltaicos com eficiência >19%**

Características gerais

- Instrumento incluído em mala de transporte com proteção mecânica IP67;
- Alça de transporte;
- Grande ecrã gráfico a cores (800x480pxl) com ecrã tátil capacitivo;
- Menus internos baseados em ícones para uma interface de utilizador intuitiva;
- Desligar automático (pode ser desativado) após cerca de 5 minutos de não utilização;
- Função HELP para informações sobre as ligações dos instrumentos;
- A alimentação elétrica do instrumento é efetuada através de pilhas alcalinas ou pilhas NiMH recarregáveis através da fonte de alimentação externa fornecida
- Medição de irradiância frontal e traseira e da temperatura dos módulos FV através de ligação Bluetooth com a unidade remota SOLAR03, célula de referência HT305 e sonda de temperatura PT305
- Base de dados interna personalizável para gerir até 63.000 módulos FV;
- Cartão de memória de 32 GB (não expansível) para armazenamento de dados;
- Interface USB-C e WiFi para transferência de dados para PC e APP dedicada (*);

(*) As característica podem estar disponíveis apenas para determinados modelos

3. PREPARAÇÃO PARA A UTILIZAÇÃO

3.1. CONTROLOS INICIAIS

O instrumento foi verificado do ponto de vista elétrico e mecânico antes de ser expedido. Foram tomadas todas as precauções possíveis para que o instrumento pudesse ser entregue sem danos. Em todo o caso, recomenda-se a verificação de eventuais danos ocorridos durante o transporte. Se for detetado algum dano, contacte imediatamente o seu revendedor. Recomendamos também que verifique se a embalagem contém todas as peças indicadas no § 10.4. Em caso de discrepâncias, contacte o seu revendedor. Se for necessário devolver o instrumento, é favor seguir as instruções do § 12

3.2. ALIMENTAÇÃO DO INSTRUMENTO

O instrumento é alimentado por 8 pilhas alcalinas de 1,5 V do tipo AA ou por 8 pilhas NiMH de 1,2 V do tipo AA, recarregáveis através de fonte de alimentação externa fornecida

Para informações sobre o trabalho com pilhas, ver § 9.2. O símbolo "▮" indica o nível de carga total das pilhas internas. Quando o nível de carga desce para níveis mínimos, o símbolo "▯" aparece no ecrã. Neste caso, interrompa os testes e proceda à substituição das pilhas alcalinas ou à recarga das pilhas NiMH em conformidade com § 9.2.

ATENÇÃO

- **O instrumento é capaz de manter os dados armazenados mesmo na ausência de baterias**
- **O instrumento não carrega as pilhas para temperaturas fora do intervalo permitido pelas pilhas (0°C a 40°C)**

3.3. ARMAZENAMENTO

O instrumento foi concebido para ser utilizado nas condições ambientais especificadas no ponto § 10.3. Condições ambientais significativamente diferentes podem comprometer a segurança do instrumento e do operador e/ou não garantir medições exatas.
Após um longo período de armazenamento e/ou em condições ambientais extremas, aguardar até que as condições no interior do instrumento sejam comparáveis às condições do ambiente em que vai ser utilizado.

ATENÇÃO

O instrumento liga automaticamente os ventiladores de resfriamento em caso de superaquecimento

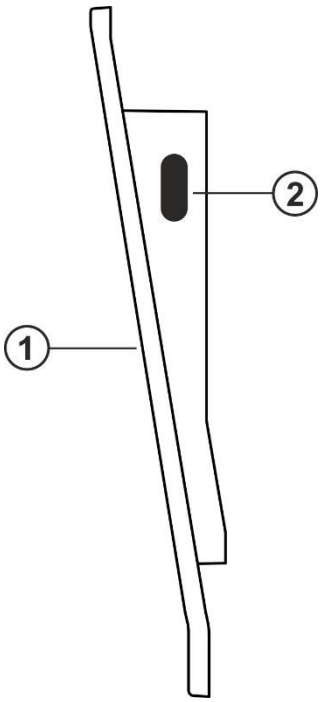
4. NOMENCLATURA

4.1. DESCRIÇÃO DO INSTRUMENTO

LEGENDA:

1. Entradas **C1, P1, C2, P2**
2. Painel frontal
3. Ecrã tátil
4. Botão **ON/OFF**
5. Botão **START/STOP**
6. Tampa do compartimento das pilhas
7. Parafuso de fixação da tampa do compartimento das pilhas
8. Entrada da fonte de alimentação externa
9. Calha para ligações

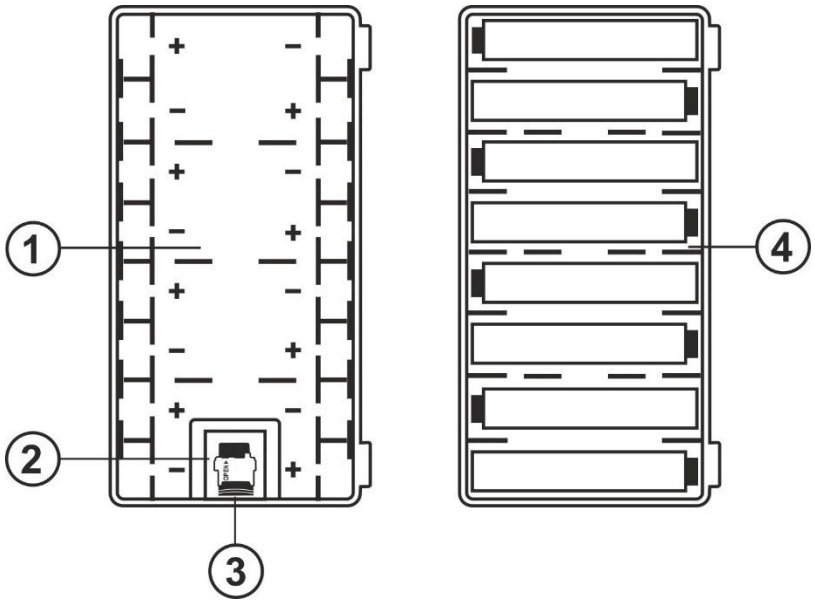
Fig. 1: Descrição da frente do instrumento



LEGENDA:

1. Painel frontal
2. Conector USB-C para ligação ao PC

Fig. 2: Descrição da parte lateral do instrumento



LEGENDA:

1. Compartimento das pilhas com indicação da polaridade das pilhas
2. Ranhura para inserção do cartão de memória
3. Cartão de memória
4. Ranhura para a pilha no interior do compartimento

Fig. 3: Descrição do compartimento das pilhas do instrumento

ATENÇÃO

O cartão de memória (ver Fig. 3 – parte 3), para além de gerir a gravação de dados, contém informação básica sobre as funções internas do instrumento e **NÃO deve ser removido, modificado ou substituído**, a não ser que seja explicitamente solicitado pelo serviço de assistência HT

4.2. DESCRIÇÃO DO TECLADO DE FUNÇÃO

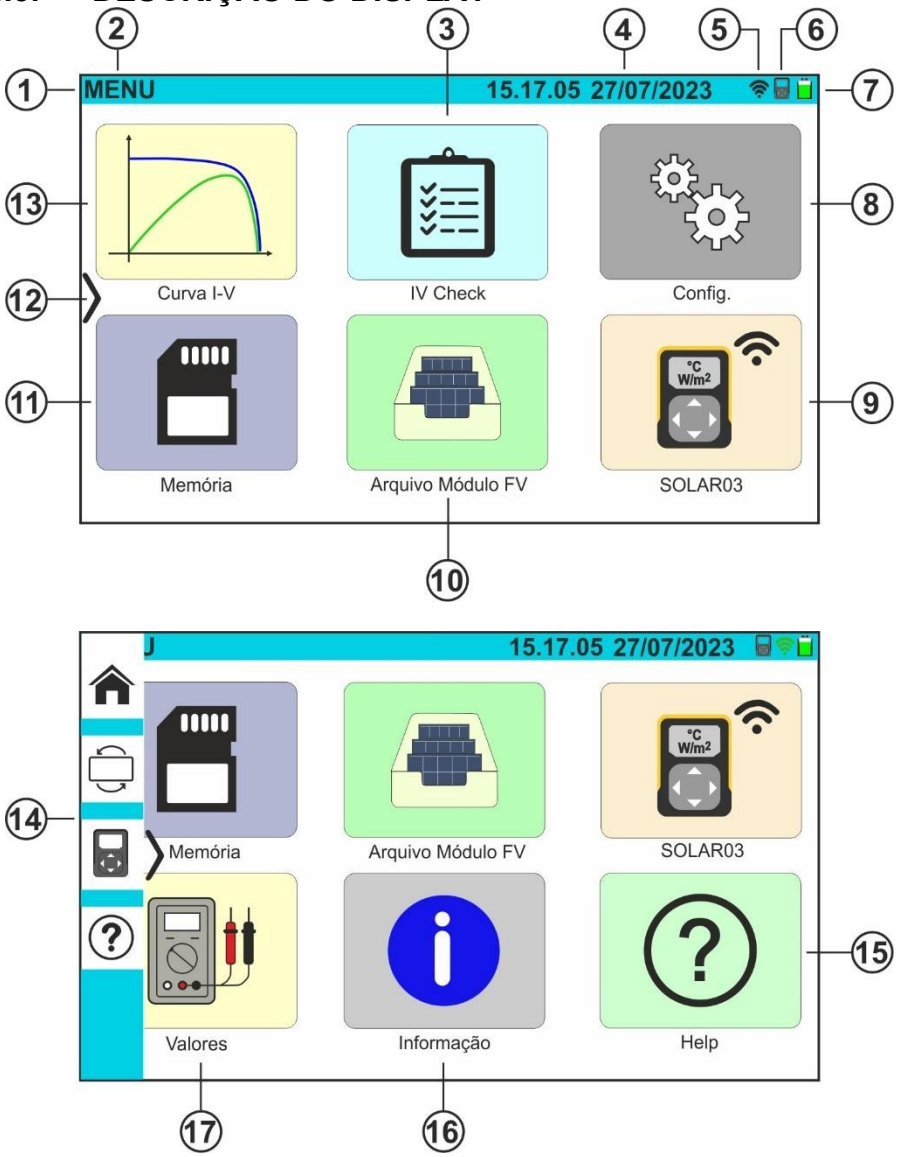
O instrumento dispõe das seguintes teclas de função:

- Botão **ON/OFF** → Prima o botão **durante pelo menos 2s** para ligar ou desligar o instrumento. Uma luz verde circunda a tecla durante um instante ao ligar
- Botão **ON/OFF** → Se **houver** uma fonte de alimentação externa conectada, **após 30s de inatividade** (sem ação no teclado e na tela sensível ao toque, sem envio de comandos via USB/WiFi, sem desconexão da fonte de alimentação) o instrumento desliga o display e uma luz **verde** piscando envolve o botão. Toque **duas vezes** na tela sensível ao toque ou execute qualquer outra ação para ligar a tela novamente

- Botão **ON/OFF** → Na **ausência** de fonte de alimentação externa conectada, **após 30s de inatividade** (sem ação no teclado e touch screen, sem envio de comandos via USB/WiFi, sem desconexão dos terminais de entrada) o instrumento desliga o display e uma luz **vermelha** piscando a luz envolve a chave. Toque **duas vezes** na tela sensível ao toque ou execute qualquer outra ação para ligar a tela novamente

- Botão **START/STOP** → Premir o botão para ativar uma medição. Uma luz verde circunda a tecla durante um instante ao ligar

4.3. DESCRIÇÃO DO DISPLAY



LEGENDA:

1. Barra do sistema
2. Indicação do menu ativo
3. Ícone da função **IV Check**
4. Indicação da data/hora do sistema
5. Indicação de ligação WiFi ativa
6. Ecrã SOLAR03 ligado
7. Indicador do nível de carga da bateria
8. Ícone de **Config.**
9. Ícone **SOLAR03**
10. Ícone **Arquivo Módulo FV**
11. Ícone da **Memória**
12. Ícone de ativação/desativação da barra de menu lateral
13. Ícone da **Curva I-V**
14. Barra de menu lateral
15. Ícone de **Help**
16. Ícone de **Informação**
17. Ícone do **Valores**

Fig. 4: Descrição do ecrã

ATENÇÃO

Se o ecrã táctil congelar ou se comportar de maneira anormal:

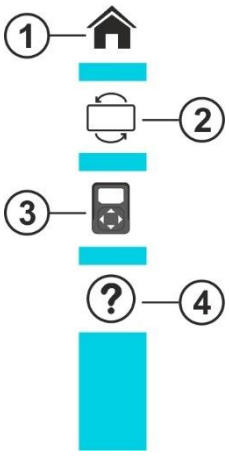
- Se o S/N do instrumento for **< 24020546 → enviar para assistência**
- Se o S/N do instrumento for **≥24020546** → o problema pode ser devido a influências EM do inversor ou dos cabos de ligação do string. Execute as seguintes ações:
  - Desligue todos os cabos de medição do instrumento
  - Desligue os cabos de ligação da string do inversor
  - Verifique se os cabos do string não estão em contacto com outras fontes de tensão, se necessário, desenergize estes cabos/painéis de campo

4.4. ECRÃ INICIAL

Quando ligado, o instrumento apresenta o ecrã inicial durante alguns instantes antes de passar ao menu geral. Nele são mostrados:

- O logótipo do produtor
- O modelo do instrumento
- O número de série do instrumento (S/N:)
- As versões internas do firmware (FW) e do hardware (HW)
- A data em que o instrumento foi calibrado pela última vez (Data de calibração:)

4.5. MENU LATERAL



Tocar no ícone "❯"abre/fecha a barra lateral/menu mostrada na figura ao lado. Estão disponíveis os seguintes ícones:

1. Ícone **HOME** → permite regressar ao menu geral a partir de qualquer ecrã onde se encontre o instrumento
2. Ícone **REVERSE** → roda o ecrã para ler os valores quando se utiliza o instrumento suspenso (ver § 4.7)
3. Ícone **SOLAR03** → abre a secção de gestão da unidade remota SOLAR03 a partir de qualquer ecrã onde se encontre o instrumento
4. Ícone **HELP** → abre a secção "Help" a partir de qualquer ecrã onde se encontre o instrumento

4.6. DESCRIÇÃO DOS ESTADOS DA UNIDADE REMOTA SOLAR03

Dependendo da forma como é utilizada em conjunto com o instrumento, a unidade remota SOLAR03 pode assumir os seguintes estados identificados pelo ícone no topo do ecrã (ver Fig. 4 - parte 5):

Unidade remota SOLAR03 ligada ao instrumento

Unidade remota SOLAR03 ligada ao instrumento e a registar

Unidade remota SOLAR03 **NÃO ligada** ao instrumento

Gravação da unidade remota SOLAR03, mas fora do alcance da ligação

4.7. UTILIZAÇÃO DE UM INSTRUMENTO DE SUSPENSÃO COM CORREIA

Se for necessário efetuar medições em que seja útil manter o instrumento suspenso, recomenda-se retirar a tampa do estojo. Para o efeito, proceder da seguinte forma:

1. Abrir a caixa e rodar os dois pinos de fixação, como indicado na Fig. 5 abaixo

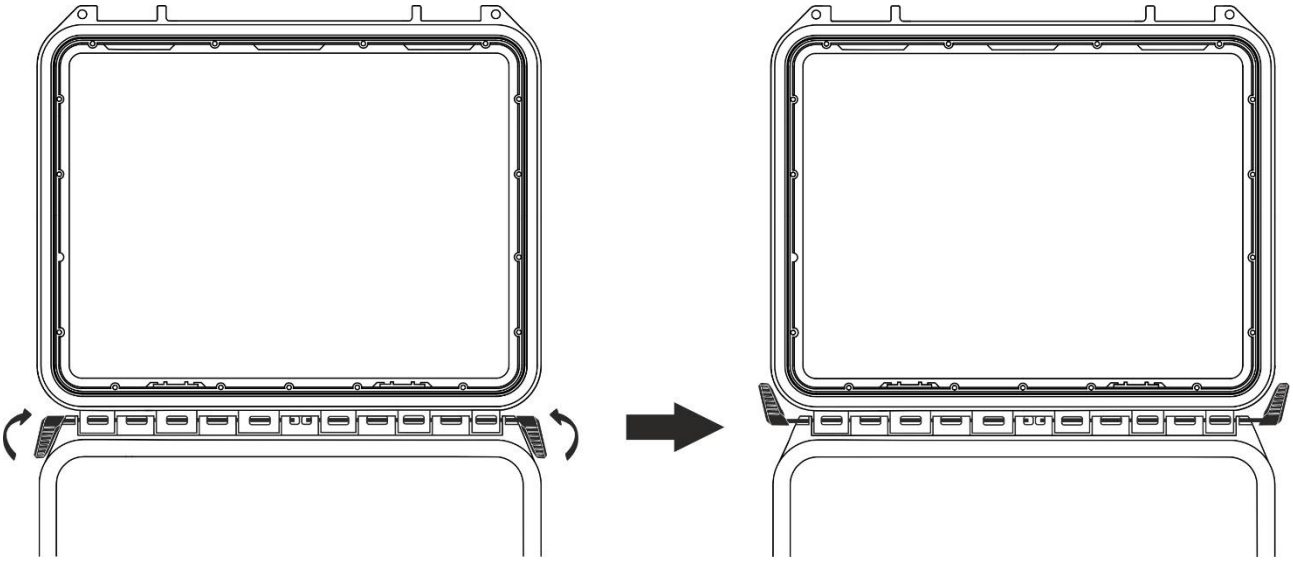


Fig. 5: Remoção da tampa da caixa do instrumento - Etapa 1

2. Retirar as duas cavilhas de fixação, puxando-as para fora, como mostra a Fig. 6 abaixo

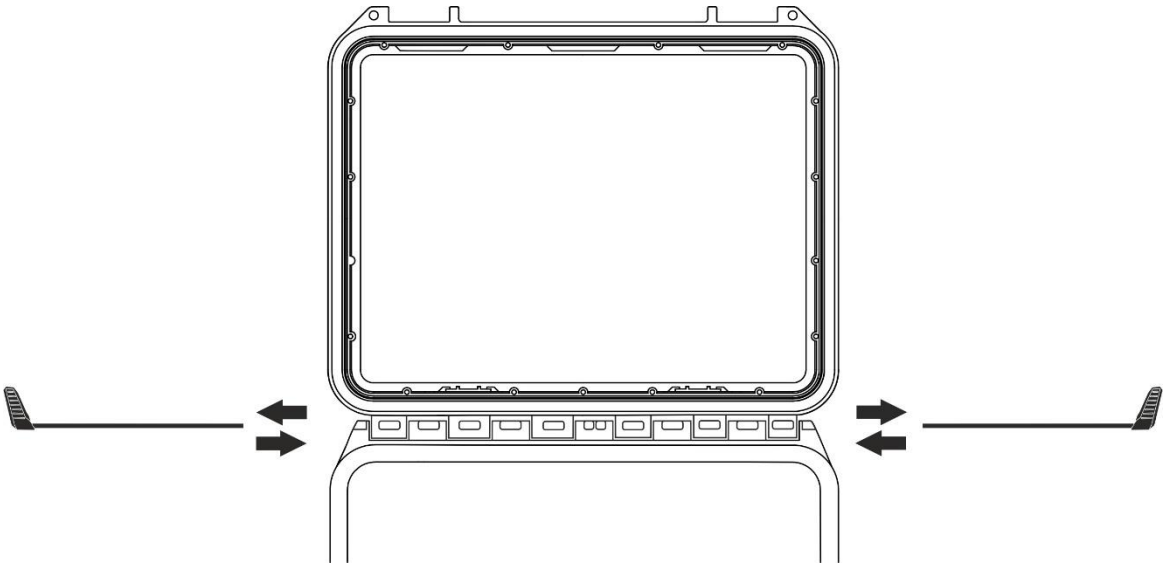


Fig. 6: Remoção da tampa da caixa de instrumento - Passo 2

3. Retirar a tampa da caixa do seu alojamento, como indicado na Fig. 7 abaixo.

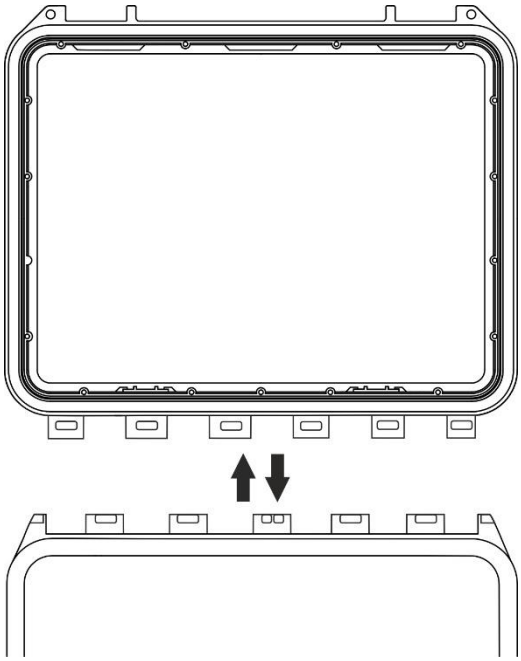


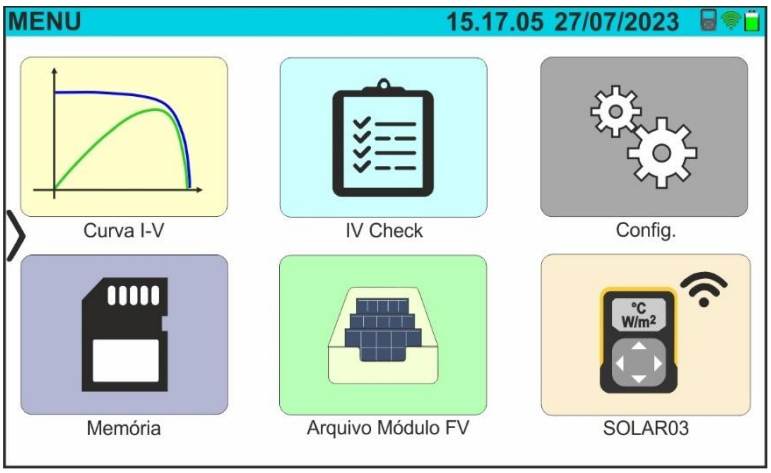
Fig. 7: Remoção da tampa da caixa de instrumento - Passo 3

4. Ligar a correia **SP-2003** fornecida ao instrumento, como indicado na Fig. 8 abaixo. Neste caso, é útil rodar o visor em 180°, tocando no botão **REVERSE** do menu lateral (ver § 4.5) ou ativar a opção "Rotate Display" (ver § 5.2)

Fig. 8: Utilização do instrumento com a alça colocada e o ecrã rodado

5. Repetir os passos 3), 2) e 1) em sentido inverso, respetivamente, para repor a tampa da caixa

5. MENU GERAL



O menu geral do instrumento inclui uma série de ícones que permitem aceder às medições e definições internas.
O controlo e a programação são efetuados apenas através do toque no ecrã tátil, sem qualquer tecla de função externa.
O menu geral é composto por duas páginas. A primeira página está sempre presente quando o instrumento é ligado.

Arraste o dedo para o topo do ecrã para aceder à segunda página, como mostra a captura de ecrã ao lado.

5.1. HELP

1. Toque no ícone "Help" no menu geral. O ecrã seguinte é apresentado no visor:

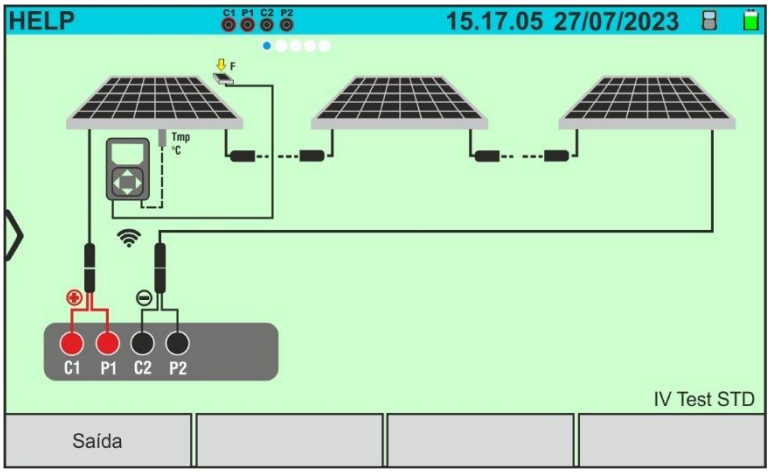


Fig. 9: Ecrã de ajuda na ligação ao instrumento

2. Percorrer o visor para a esquerda para ver os ecrãs de ajuda das diferentes medições efetuadas pelo instrumento
3. Tocar no botão **"Saida"** para sair e regressar ao menu geral.

5.2. CONFIGURAÇÕES DO INSTRUMENTO

1. Ligar o instrumento com o botão **ON/OFF**.
2. Tocar no ícone "**Config.**" no menu geral. O ecrã seguinte é apresentado no visor

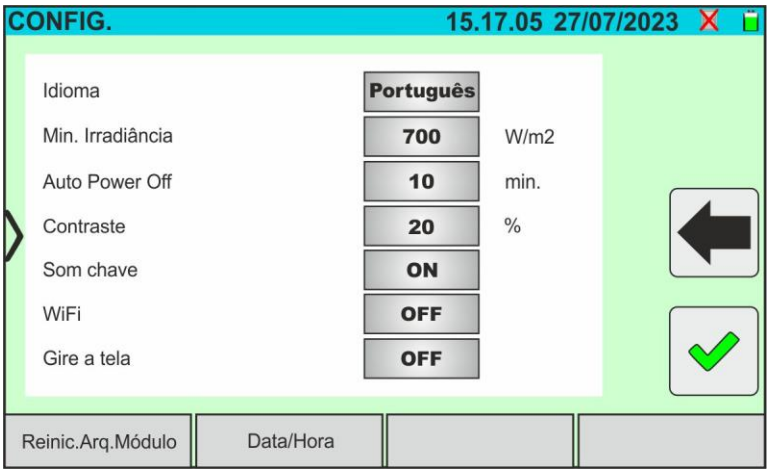


Fig. 10: Configurações gerais do instrumento

3. Pressionar para a direita ou esquerda cada um dos 7 itens disponíveis para definir o valor pretendido de cada parâmetro na secção "Geral". Estão disponíveis os seguintes itens:

   - **Idioma** → definição do idioma do sistema;
   - **Min. Irradiância** → definição do limite mínimo de radiação considerado pelo instrumento nas medições das curvas I-V e IVCK na gama: **100 W/m2 ÷ 1100W/m²** em passos de 100 W/m²;
   - **Auto Power Off** → regulação do tempo de desligar automático do instrumento entre os valores: **0min (sem desligar automático), 1min ÷ 10min** em passos de **1min;**
   - **Contraste** → definição do nível percentual do contraste do ecrã no intervalo: 0% a 99% em passos de 5%;
   - **Som chave** → ativar **(ON)** ou desativar **(OFF)** o som das teclas a cada toque no ecrã tátil;
   - **WiFi** → ativar (**ON**) ou desativar (**OFF**) a ligação WiFi só pode ser utilizada para ligar o instrumento a um PC (através do software dedicado HTAgorà) ou a dispositivos móveis (através da APP dedicada) (*);
   - **Gire a tela** → ativação (**ON**) ou desativação (**OFF**) da rotação do ecrã (a função também pode ser executada a partir do menu lateral - ver § 4.5)
   - **Reinic.Arq.Módulo** → ver § 6.3.5

(*) As característica podem estar disponíveis apenas para determinados modelos

4. Toque no ícone para guardar as definições e regressar ao menu geral ou no ícone para sair sem guardar

5. Toque em **'Data e hora'** para efetuar o ajuste da data/hora do sistema. O ecrã seguinte é apresentado no visor::

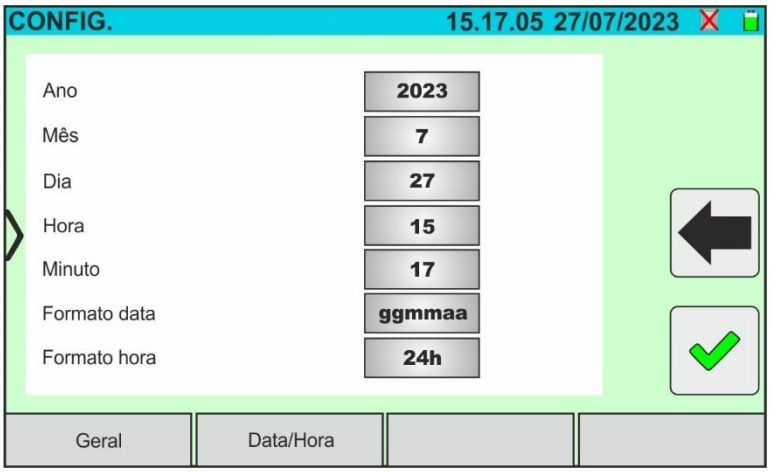


Fig. 11: Definir a data/hora do sistema

6. Pressionar para a direita ou esquerda cada um dos 7 itens disponíveis para definir o valor pretendido de cada parâmetro na secção "Data/Hora". Estão disponíveis os seguintes itens:

   - **Ano** → definição do ano atual;
   - **Mês** → definição do mês atual**;**
   - **Dia** → definição do dia atual;
   - **Hora** → definição da hora atual;
   - **Minuto** → definição do minuto atual;
   - **Formato data** → definir o formato da data entre as opções: **"ddmmyy"** (dia/mês/ano) ou **"mmddyy"** (mês/dia/ano);
   - **Formato hora** → definição do formato da hora entre as opções: **"24h"** ou **"12h"** (notação britânica - AM/PM);

7. Toque no ícone para guardar as definições e regressar ao menu geral ou no ícone para sair sem guardar

5.2. INFORMAÇÃO

1. Tocar no ícone "**Informação**" no menu geral. O ecrã seguinte apresenta as informações internas do instrumento mostrado no display

Fig. 12: Informações sobre o instrumento

2. Toque no botão "Menu" para regressar ao menu geral

6. INSTRUÇÕES DE FUNCIONAMENTO

6.1. DMM – FUNÇÃO DE MULTÍMETRO

Nesta função, o instrumento mostra o valor da tensão contínua entre o polo positivo (+) e o polo (-) do módulo/fio/campo fotovoltaico em questão, bem como os valores de irradiação e temperatura no caso de ligação a uma unidade remota SOLAR03.

1. Ligar o instrumento com o botão **ON/OFF**
2. Ligar o instrumento ao fio fotovoltaico em teste, como mostra a Fig. 13 abaixo

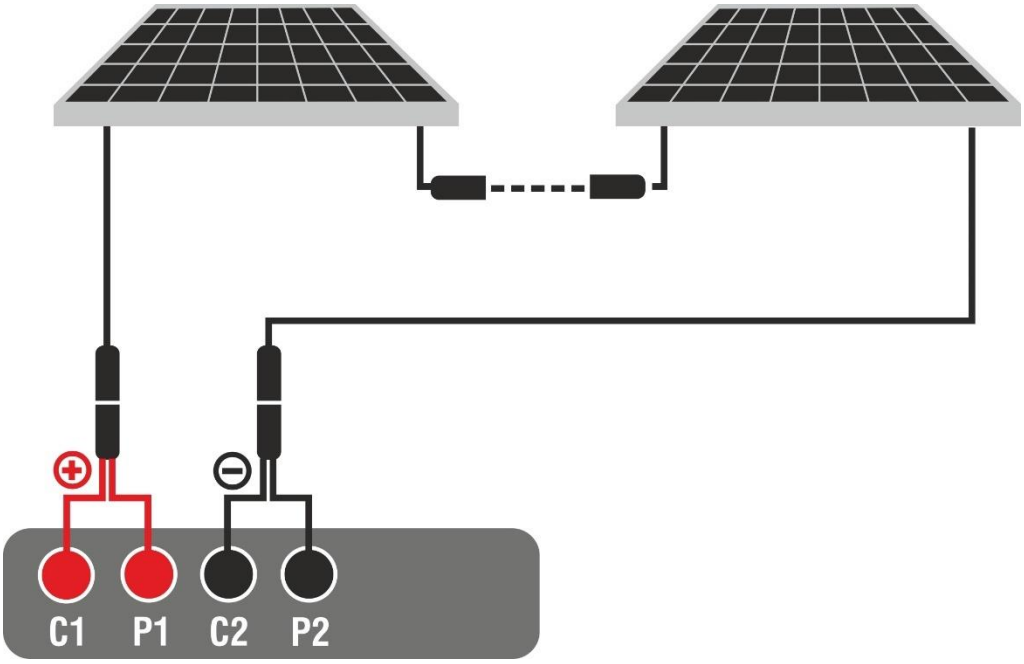


Fig. 13: Ligação do instrumento na função DMM

3. Tocar no ícone "**Valores**" na segunda página do menu geral. O valor da tensão CC V P-N é apresentado no ecrã, como mostra a Fig. 14 abaixo. Tocar no botão "Menu" para regressar ao menu geral

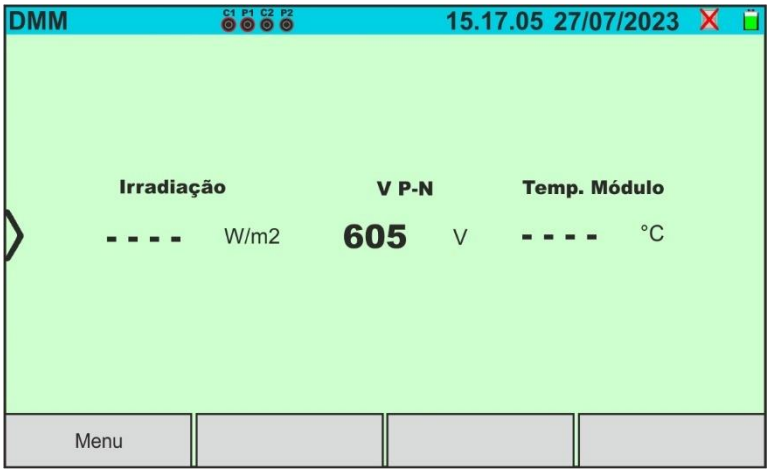


Fig. 14: Ecrã de medição da função DMM (SOLAR03 desligado)

ATENÇÃO

Os resultados do DMM não podem ser guardados na memória do instrumento

6.2. SOLAR03 – UNIDADE REMOTA

A unidade remota SOLAR03 permite a medição dos valores de irradiância e temperatura do módulo, que são grandezas indispensáveis para a avaliação da curva I-V e medições IVCK com valores referenciados @STC. Em geral, o instrumento e o SOLAR03 podem funcionar em **ligação direta ou em registo síncrono.**

ATENÇÃO

- A distância máxima de ligação direta entre o SOLAR03 e o instrumento pode variar em função dos obstáculos entre as duas unidades e se **até 100m em espaço livre**
- A distância máxima para conexão direta **é indicativa**, pois é fortemente influenciada por muitas variáveis externas incontroláveis. **O modo de medição recomendado é sempre o de "registo síncrono"** (ver § 6.4.4) que não requer uma conexão Bluetooth ativa durante as medições e, independentemente dos obstáculos presentes e da extensão do campo a ser medido, **garante uma medição confiável em todas as situações**

Esta secção gere todas as operações que podem ser efetuadas na unidade remota SOLAR03 em conjunto com o instrumento. Em particular, é possível:

- Procurar, **através da ligação Bluetooth,** uma unidade remota SOLAR03 que possa ser gerida pelo instrumento, introduzindo-a na sua lista interna

ATENÇÃO

A distância máxima indicativa de comunicação via Bluetooth (até 100m) refere-se a campo aberto, ambiente seco, a 1m do solo, na ausência de obstáculos e possíveis perturbações eletromagnéticas provenientes de outras fontes próximas aos instrumentos

- Selecionar ou eliminar uma unidade remota SOLAR03 da lista.
- Associar/desassociar uma unidade remota SOLAR03 do instrumento para que possa ser reconhecida automaticamente sempre que for ligada
- Visualizar informações sobre a unidade remota selecionada
- Ativar/terminar o registo dos parâmetros ambientais (temperatura/radiação) numa unidade remota ativa e ligada

Em particular, para cada unidade remota SOLAR03 gerida, o instrumento fornece as seguintes informações:

- Número de série
- Unidade remota ativa (símbolo) ou inativa (sem símbolo)
- Unidade remota ativa ligada ao instrumento
- Unidade ativa e ligada a ser registada (símbolo **"Reg.")**

<u>Emparelhar uma unidade remota</u>

1. Ligar o instrumento com o botão **ON/OFF**
2. Tocar no ícone **"SOLAR03"** no menu geral. O ecrã seguinte é apresentado no visor

Fig. 15: Acoplamento da unidade remota SOLAR03 - Passo 1

3. Ligue a unidade remota SOLAR03 e selecione o menu **EMPARELHAMENTO** (ver manual do utilizador da unidade remota)
4. Tocar no botão "**Enc.**" do aparelho para iniciar a procura da unidade remota. É apresentado o seguinte ecrã no visor

Fig. 16: Acoplamento da unidade remota SOLAR03 - Passo 2

5. Após o reconhecimento da unidade remota, é apresentado o seguinte ecrã no visor onde o SOLAR03 está à espera de ser ligado

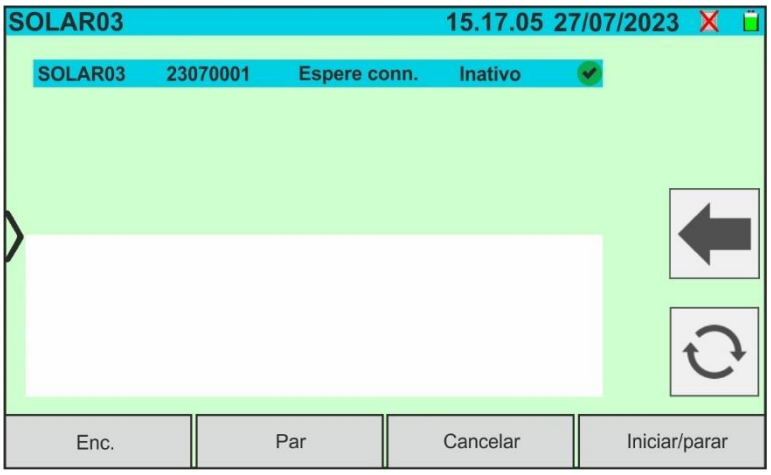


Fig. 17: Acoplamento da unidade remota SOLAR03 - Passo 3

6. **<u>Confirme com ENTER na unidade remota SOLAR03</u>** para concluir a operação. Após alguns instantes, é apresentado o seguinte ecrã no visor:

Fig. 18: Acoplamento da unidade remota SOLAR03 - Passo 4

7. A partir de agora, os dois aparelhos estão associados e não será necessário repetir as operações descritas anteriormente. Para ligar o instrumento e a unidade remota, basta ligá-los, aproximá-los e aguardar a ligação automática. Estão disponíveis as seguintes informações para a unidade remota emparelhada e ligada:
   - Ícone no canto superior direito do ecrã
   - Modelo e número de série
   - Versão interna do FW e do HW da unidade
   - Estado: **Inativo** (unidade não interrogada pelo instrumento para fornecer valores de irradiância/temperatura) ou **Ativo** (unidade que fornece valores de irradiância/temperatura em medições guardadas pelo instrumento para definir valores em condições STC)
   - Indicação da percentagem do nível de carga da bateria
   - Indicação do espaço disponível na memória interna para guardar gravações em termos de dias/horas
   - Número de medições na memória do instrumento que requerem sincronização com os valores de irradiância/temperatura obtidos da unidade remota. **Tocar no ícone para sincronizar as medições**

<u>Ativação de registo na unidade remota</u>

8. Para iniciar uma gravação na unidade remota ligada, toque no botão "**Iniciar/parar**". É apresentado o seguinte ecrã:

Fig. 19: Ativação do registo da unidade remota - Passo 1

9. Toque no botão para confirmar ou no botão para sair sem prosseguir. Em caso afirmativo, é mostrado o seguinte ecrã:

Fig. 20: Ativação do registo da unidade remota - Passo 2

10. O ícone REC e a mensagem **"Reg."** são apresentados no visor e a mensagem "REC" é apresentada no visor da unidade remota
11. Toque no botão "**Iniciar/parar**" para terminar a gravação. É apresentado o seguinte ecrã:

Fig. 21: Encerramento do registo na unidade remota

12. Toque no botão para confirmar. A gravação é memorizada **automaticamente** na memória interna da unidade remota (vide o respetivo manual do utilizador)
13. Toque no ícone para regressar ao menu geral

<u>Remoção de uma unidade remota</u>

A eliminação de uma unidade remota do aparelho só é possível depois de a ter desligado. Para o efeito, proceda da seguinte forma:

14. Desligar a unidade remota
15. Tocar no botão **"Dissociar"** para desacoplar a unidade remota. A mensagem **"Não conect."** é apresentada no ecrã
16. Toque no botão **"Cancelar".** É apresentado o seguinte ecrã:

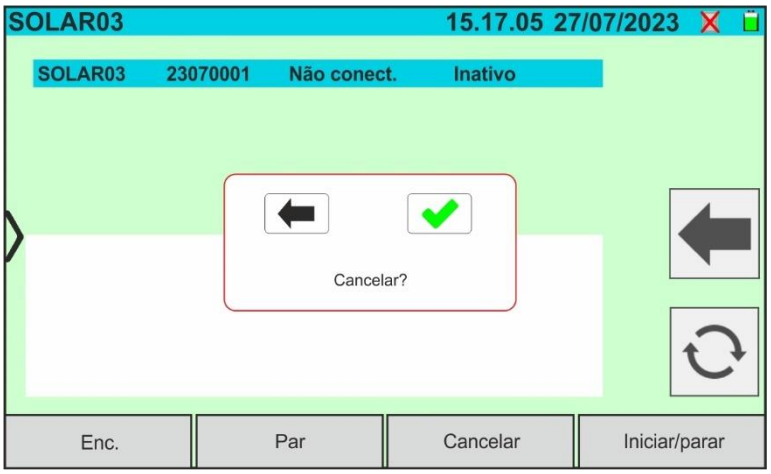


Fig. 22: Cancelar uma unidade remota

17. Toque no botão para confirmar. A unidade remota será removida da lista ou toque no botão para sair sem continuar

6.3. DB – GESTÃO DA BASE DE DADOS DO MÓDULO FV

O instrumento permite definir e guardar até **63.000 módulos FV**.
Os parâmetros, referentes a **1 módulo e às condições @STC**, que podem ser definidos são apresentados na Tabela 1 abaixo:

Simbolo	Descrição	Unidades de medida	Escala de medição	Pedrão
Prod.	Fabricante de módulos	-	-	-
Nome	Nome do módulo	-	-	-
Pmax	Potência nominal máxima do módulo	W	30 ÷ 1999	400
Voc	Tensão sem carga	V	15.0 ÷ 999.99	45
Vmpp	Tensão no ponto de potência máxima	V	15.0 ÷ 999.99	40
Isc	Corrente de curto-circuito	A	1.00 ÷ 39.99	10.5
Impp	Corrente no ponto de máxima potência	A	1.00 ÷ 39.99	10
Toll -	Tolerância negativa para Pmax	%	0.00 ÷ 25.00	0
Toll +	Tolerância positiva para Pmax	%	0.00 ÷ 25.00	1.25
CT(Isc)	Coeficiente de temperatura Isc	%/°C	-0.100 ÷ 0.100	0.03
CT(Voc)	Coeficiente de temperatura Voc	%/°C	-0.999 ÷ -0.001	-0.25
Rs	Resistência em série do módulo	Ω	0.10 ÷ 10.00	0.0
Efic.@An1	Desempenho do módulo Ano 1	%	0.00 ÷ 100.00	90
Efic.@An2	Desempenho do módulo Ano 2	%	0.00 ÷ 100.00	80
Anos@Efic.1	Desempenho Ano 1	Anos	0.0 ÷ 50.0	10
Anos@Efic.2	Desempenho Ano 2	Anos	0.0 ÷ 50.0	25
Tipo	Tipo de módulo: STD (uma face) BIFAC. (Bifacial)	-	-	STD
Isc Bif. Fct	Coeficiente de bifacialidade Isc/Pmax	%	0.00 ÷ 100.00	79
Tol. Bif. Fct	Coeficiente de bifacialidade da portagem Isc/Pmax	%	0.00 ÷ 100.00	16

Tabela 1: Parâmetros associados a um módulo fotovoltaico

ATENÇÃO

- Os parâmetros **"Efic.@An1"** e **"Efic.@An2"** representam as percentagens de desempenho do módulo declaradas na folha de dados do produtor
- Os parâmetros **"Anos@Efic.1"** e **"Anos@Efic.2"** representam os anos de serviço do módulo aos quais o produtor associou o desempenho associado aos parâmetros **"Efic.@An1"** e **"Efic.@An2"**
- Com base nestes valores, o aparelho calcula automaticamente a curva Anos/Desempenho (ver Fig. 23), da qual deriva o valor de controlo % de perda de desempenho utilizado no cálculo da curva I-V (ver § 6.4.4 e § 11.3)

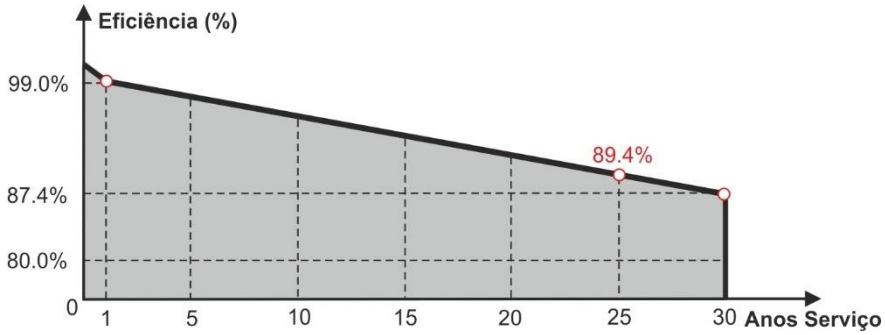


Fig. 23: Exemplo da curva anos/desempenho de um módulo fotovoltaico

O ecrã inicial da função Base de dados é apresentado na Fig. 24 abaixo:

Fig. 24: Ecrã inicial da função de base de dados

Em que há duas secções:

Lado esquerdo

- A lista de produtor de módulos FV por ordem alfabética introduzida pelo utilizador (manualmente ou através do software de gestão HTAgorà) até este ponto. Um produtor é selecionado
- A lista dos módulos fotovoltaicos por ordem alfabética associados ao produtor selecionado introduzido pelo utilizador (manualmente ou através do software de gestão HTAgorà) até este momento

Lado direito

- Lista dos parâmetros correspondentes ao módulo atualmente selecionado. A lista é normalmente composta por várias páginas→ **deslocar-se para cima/para baixo para visualizar todos os parâmetros**

Toque no ícone para selecionar o módulo FV atualmente realçado e utilizá-lo para testes, ou no ícone para voltar ao menu geral

6.3.1. Definição de um novo módulo fotovoltaico

1. Tocar no botão **"Novo"** no ecrã principal para abrir a janela de programação. A janela seguinte é apresentada no ecrã:

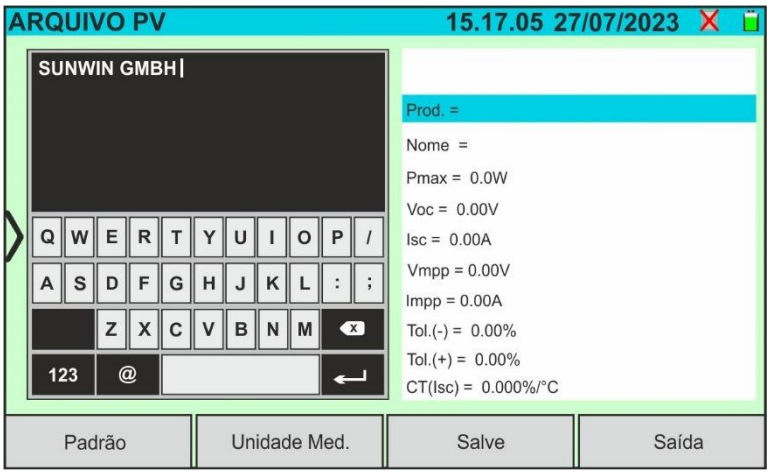


Fig. 25: Criar um novo módulo fotovoltaico - Passo 1

2. Utilizar o teclado virtual alfanumérico para definir o nome do produtor e do modelo. Toque no botão ↵ (ENTER) do teclado virtual para confirmar cada valor e passar ao item seguinte
3. Utilize o teclado numérico virtual para definir os valores dos parâmetros do módulo de acordo com a folha de dados do módulo, como mostra a Fig. 26.
4. **Se alguns parâmetros não forem conhecidos,** toque no botão **"Pedrão"** para introduzir o valor predefinido correspondente na **Tabela 1** (**estes valores também podem não ser corretos para o módulo em questão, por isso, se necessário, contacte o produtor do módulo FV**)
5. Utilizar o teclado "**Unidade Med.**". para selecionar a unidade de medida da tolerância associada à potência nas opções "**%**" ou "**W**"
6. Toque no botão ↵ (ENTER) do teclado virtual para confirmar cada valor e passar ao item seguinte

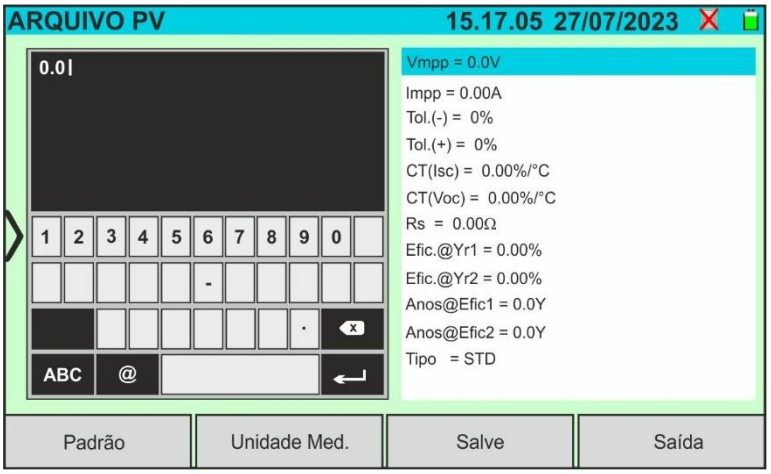


Fig. 26: Criar um novo módulo fotovoltaico - Passo 2

4. Deslocar o ecrã para cima/para baixo para ver todos os parâmetros. Para o parâmetro "Tipo", desloque a roda para a direita ou para a esquerda para definir o tipo de módulo FV (ver Fig. 27). Estão disponíveis as seguintes opções:

   - **STD** → Módulo Standard (uma face)
   - **Bifacial** → Modulo Bifacial

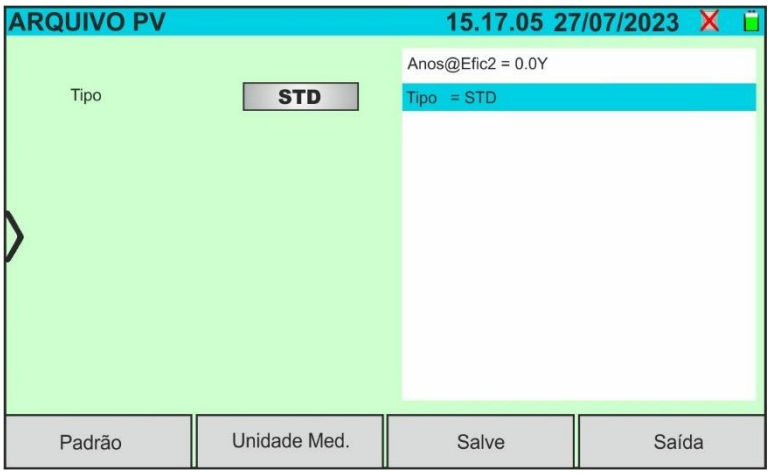


Fig. 27: Criar um novo módulo fotovoltaico – Passo 3

5. Toque no botão "**Salve**" para guardar o módulo definido e voltar ao ecrã principal, ou no botão "**Saida**" para sair da definição sem guardar

6.3.2. Modificação de um módulo fotovoltaico existente

1. Toque no botão "**Editar**" no ecrã principal. A janela seguinte é apresentada no ecrã:

Fig. 28: Alteração da forma existente

2. Utilizar o teclado alfanumérico virtual para efetuar alterações aos parâmetros. Tocar no botão ↵ (ENTER) no teclado virtual para confirmar cada valor e passar ao item seguinte
3. Toque no botão "**Salve**" para guardar as alterações e voltar ao ecrã principal, ou no botão "**Saida**" para sair da definição sem guardar

ATENÇÃO

Não é possível alterar o nome do produtor

6.3.3. Pesquisa de módulos FV na base de dados

ATENÇÃO

A pesquisa efetuada pelo instrumento é **posicional**, ou seja, a cadeia introduzida será pesquisada dentro das listas, começando pelo primeiro caracter à esquerda

1. Toque no botão **"Enc."** no ecrã principal. A janela seguinte é apresentada no ecrã:

Fig. 29: Pesquisa de formulários na base de dados

2. Toque na opção **"Enc. módulo"** para efetuar uma pesquisa por módulo na base de dados. O ecrã seguinte é apresentado no visor:

Fig. 30: Pesquisa por módulo

3. Utilizar o teclado alfanumérico virtual para escrever o nome do modelo pretendido ou uma palavra-chave e tocar no botão ↵ (ENTER) do teclado virtual para confirmar. O modelo procurado (se existir) será realçado no ecrã (ver Fig. 30)
4. Toque na opção **"Enc. produtores"** para efetuar uma pesquisa de produtor na base de dados. O ecrã seguinte é apresentado no visor:

Fig. 31: Pesquisa por produtor

5. Utilize o teclado alfanumérico virtual para escrever o nome do produtor pretendido ou uma palavra-chave e toque no botão ↵ (ENTER) do teclado virtual para confirmar. O produtor procurado (se houver) será realçado no ecrã (ver Fig. 31).

6.3.4. Cancelar um módulo FV

1. Com o módulo FV realçado no ecrã principal, toque no botão "**Cancelar".** É apresentada a seguinte janela no ecrã:

Fig. 32: Eliminar um módulo fotovoltaico

2. Toque no botão ✔ para confirmar. O módulo realçado será removido da base de dados ou toque no botão ← para sair sem continuar

6.3.5. Redefinir banco de dados do módulos FV

Em caso o banco de dados de módulos FV salvos no instrumento esteja corrompido e não esteja mais acessível devido a operações inadequadas do usuário ou danos internos, é possível **redefinir o banco de dados de fábrica (padrão)** para continuar com as operações de qualquer maneira las medidas. Para isso, proceda da seguinte forma:

1. Toque no ícone "**Config**" no menu geral
2. Toque no botão "**Reinic.Arq.Módulo**". A seguinte mensagem é mostrada no display:

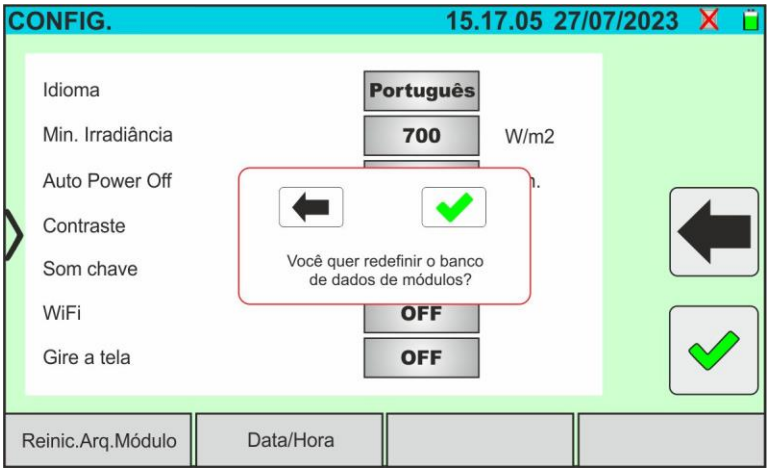


Fig. 33: Reset database moduli FV

3. Toque no botão ✔ para confirmar ou toque no botão ⬅ para sair sem continuar

ATENÇÃO

- O comando "**Reinic.Arq.Módulo**" exclui **permanentemente** todos os módulos salvos no banco de dados do instrumento
- Qualquer restauração de módulos excluídos pode ser possível através da conexão a um PC (ver § 8) se os módulos tiverem sido salvos no software de gerenciamento HTAgorà

6.4. I-V - MEDIÇÃO DA CURVA I-V

6.4.1. Generalidades

O instrumento permite a medição da curva I-V em módulos/fios/campos FV (ver § 11.1) das seguintes maneiras:

- **Unidade remota SOLAR03 NÃO conectada** → Neste caso o instrumento não recebe nenhuma irradiação e medição de temperatura e fornece APENAS os valores dos parâmetros nas condições @OPC como resultado **sem qualquer resultado** para avaliar **rapidamente** apenas a tendência da curva para entender quaisquer situações ambientais no campo fotovoltaico (sombreamento, incompatibilidade, etc.). **Qualquer pós-processamento dos dados pode ser realizado com o software de gestão HTAgorà**. Consulte § 6.4.2 para métodos de conexão

- **Unidade remota SOLAR03 conectada (teste recomendado)** → Neste caso o instrumento recebe as medições de irradiação e temperatura e fornece os resultados numéricos completos e curvas nas condições **@STC**. As medições de irradiância são realizadas através de uma ou mais células de referência **HT305** (**no caso de módulos Bifaciais**) conectadas à unidade remota SOLAR03

ATENÇÃO

Nas medições de irradiação realizadas com a(s) célula(s) de referência **HT305** **não é necessário** configurar a sensibilidade relativa e os valores alfa que são gerenciados **automaticamente** pelo **SOLAR03** após conectar estes acessórios à unidade remota

O instrumento I-V600 pode adquirir o valor da temperatura do módulo (também **estritamente necessário** para o cálculo dos valores da condição @STC) da seguinte forma:

- **"Med.":** temperatura medida através da sonda PT305 ligada ao SOLAR03
- **"Auto":** temperatura calculada pelo instrumento com base na tensão de circuito aberto Voc medida e nos parâmetros nominais do módulo

Em geral, o instrumento e o SOLAR03 podem funcionar nos seguintes modos:

- Instrumento utilizado em **ligação direta Bluetooth** direta com a unidade remota **SOLAR03 sem início prévio de um registo** dos valores de irradiância/temperatura
- Instrumento utilizado em ligação com a unidade remota **SOLAR03 com início prévio de um registo síncrono** dos valores de irradiância/temperatura. Se a ligação entre o instrumento e a unidade remota for crítica (longa distância ou transmissão através de paredes/obstáculos), os valores de radiação (e temperatura, se selecionado) serão transmitidos no final da sessão, aproximando as duas unidades e parando o registo.

Os pares de valores de corrente/tensão que descrevem a curva I-V são inicialmente adquiridos em condições **OPC** (**OP**erative **C**ondition), ou seja, nas condições reais em que se encontra a instalação. Posteriormente, utilizando os valores de irradiação/temperatura, o instrumento traduz automaticamente estes pares para as condições **STC** (**S**tandard **T**est **C**ondition - Irradiação = 1000W/m^2, temperatura do módulo = 25°C, distribuição espetral AM=1,5), a fim de os comparar com as características nominais declaradas pelo produtor do módulo (e guardadas na base de dados interna do instrumento).

6.4.2. Medição da Curva I-V sem unidade remota SOLAR03

ATENÇÃO

- 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**
- A norma **IEC/EN62446-1** exige que as medições sejam efetuadas fio a fio. Embora o instrumento tenha sido concebido para lidar com corrente de arranque para cabos simples ou paralelos, **recomenda-se que seja testado um cabo de cada vez**, de acordo com os requisitos da norma

1. Ligar o instrumento premindo o botão **ON/OFF**
2. Observar a presença do ícone “ o canto superior direito do ecrã para identificar a ausência de uma unidade remota SOLAR03 ativa ligada ao instrumento. Se não for este o caso, executar o comando "**Dissociar**" na unidade ativa atual (ver § 6.2)
3. Ligar o instrumento ao módulo/corda em teste, como indicado na Fig. 34. Em particular, ligar o polo negativo que sai do módulo/corda aos terminais **P2, C2** e o polo positivo que sai do módulo/corda aos terminais **P1, C1**

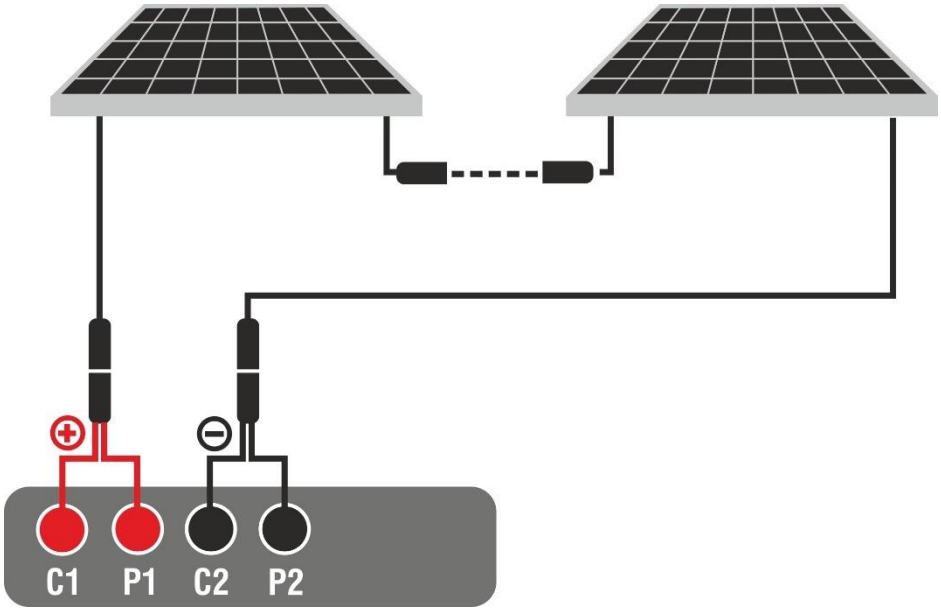


Fig. 34: Ligação de teste I-V sem unidade remota

4. No caso dos módulos **Monofaciais**, o ecrã da Fig. 35 é apresentado no visor. São apresentados os seguintes parâmetros:

   - Tensão VPN entre o polo positivo e negativo do cabo
   - Temperatura do módulo com indicação “- - - -“
   - Irradiância do módulo com indicação “- - - -“
   - Visualização do módulo FV atualmente selecionado
   - Referências de terminais C1, P1, C2, P2 ligadas ao instrumento

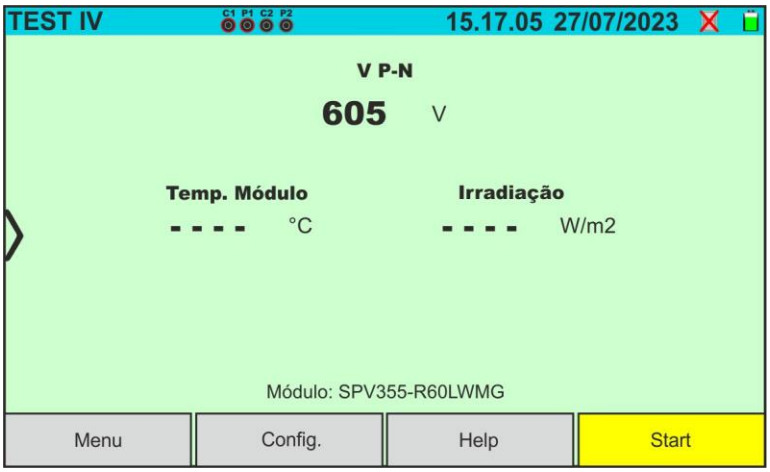


Fig. 35: Primeiro ecrã de teste I-V sem unidade remota em módulos Monofaciais

5. No caso dos módulos **Bifaciais**, o ecrã da Fig. 36 é apresentado no visor. São apresentados os seguintes parâmetros:

   - Tensão VPN entre o polo positivo e negativo do string
   - Temperatura do módulo com indicação "- - - -"
   - Irradiância frontal do módulo com indicação "- - - -"
   - Irradiância posterior do módulo com indicação "- - - -"
   - Indicação do módulo PV atualmente selecionado
   - Referências dos terminais **C1, P1, C2, P2** ligados ao instrumento

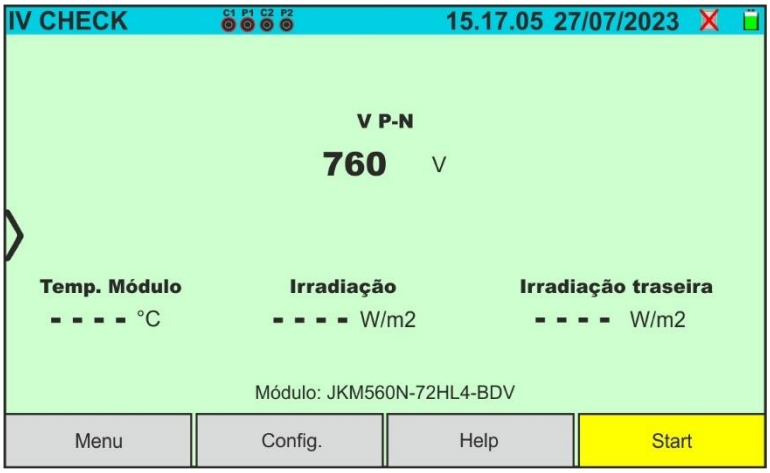


Fig. 36: Ecrã de teste inicial I-V sem unidade remota em módulos Bifaciais

6. Tocar no botão "**Config.**" (referência ao módulo Monofaciais). O ecrã seguinte é apresentado na Fig. 37. São apresentados os seguintes parâmetros:

   - Valores Voc_avg e Isc_avg do módulo atualmente selecionado
   - Parâmetros da cadeia de teste a programar
   - Ícone para guardar as definições e voltar ao ecrã principal ou ícone para sair sem guardar

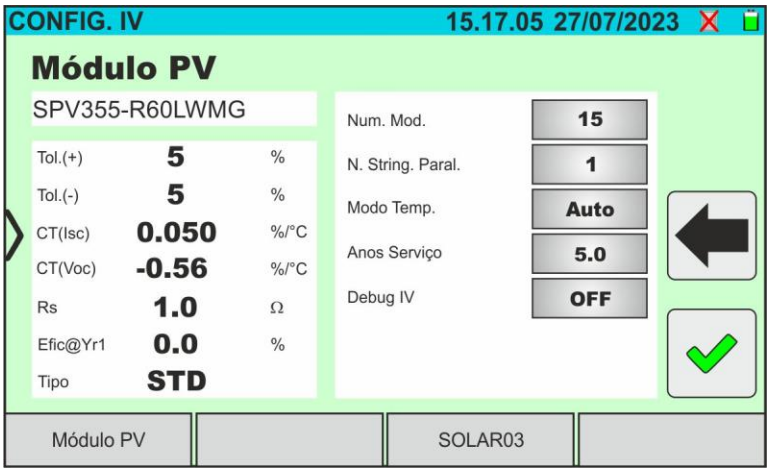


Fig. 37: Definições dos parâmetros test I-V sem unidade remota

7. Tocar no botão "**Módulo FV**" para mudar o módulo FV em consideração. O instrumento abre a secção DB onde um novo módulo pode ser selecionado a partir da lista na secção DB (ver § 6.3)
8. Arraste cada uma das 4 rodas disponíveis para a direita ou para a esquerda para definir o valor pretendido dos seguintes parâmetros:
   - **Num. Mod** → definição do número de módulos na cadeia considerada (**máx. 60**)
   - **N. String. Paral.** → Definição do número de fios em paralelo (**máx. 5**). A definição "1" indica apenas um fio no total
   - **Modo Temp.** → definição do modo de medição da temperatura do módulo. Estão disponíveis opções: **Auto** (temperatura calculada pelo instrumento com base na medição Voc e nos parâmetros nominais do módulo - **sem sonda ligada e opção recomendada**), **Med** (temperatura medida através da sonda PT305 ligada à unidade remota SOLAR03)
   - **Anos Serviço** → (definir o número de anos de serviço do sistema fotovoltaico em consideração no intervalo **0.1 ÷ 49.9** anos em passos de 0,1 anos) considerando que 0,5 anos = 6 meses. Esta informação é utilizada pelo instrumento para a determinação da curva I-V
   - **Debug IV** → esta função (ver § 6.5.1) **só deve ser utilizada em operações com o serviço de assistência HT**. A opção DEVE estar sempre definida como **OFF**

ATENÇÃO

- Quando o botão **START/STOP** (ou **Start** no ecrã) é premido, o instrumento pode emitir várias mensagens de erro (ver § 6.4.6) e, consequentemente, não efetuar o teste. Verificar e eliminar, se possível, as causas dos problemas antes de continuar
- O método utilizado pelo instrumento para medir a tensão VCC e a corrente ICC à saída do módulo/fio FV é o método "4 terminais", pelo que é possível prolongar os cabos de medição ligados às entradas P1, C1, P2, C2 sem ter de efetuar qualquer compensação da resistência dos cabos de teste. **Para as extensões, utilizar apenas os acessórios fornecidos pela HT**

9. Premir o botão **START/STOP** (ou **Start** no visor) para ativar o teste. Se não existirem condições de erro, o instrumento apresenta o ícone "⌛ no ecrã juntamente com a mensagem "**Medição...**" durante alguns momentos. O teste pode demorar **até cerca de 20s**, consoante a tensão de circuito aberto e os parâmetros do módulo. Na ausência de conexão direta com SOLAR03, o instrumento exibe **apenas os valores medidos @OPC sem as referências dos valores de irradiação e temperatura do módulo** (ver Fig. 38) **e sem o resultado final**

Fig. 38: Resultado da medição da test I-V sem unidade remota

10. Tocar no ícone para guardar o resultado da medição (ver § 7.1) ou no ícone para sair sem guardar

6.4.3. Medição de Curva I-V com unidade remota SOLAR03 em conexão direta

ATENÇÃO

- 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**
- A norma **IEC/EN62446-1** exige que as medições sejam efetuadas fio a fio. Embora o instrumento tenha sido concebido para lidar com corrente de arranque para cabos simples ou paralelos, **recomenda-se que seja testado um cabo de cada vez**, de acordo com os requisitos da norma

1. Ligar o instrumento premindo o botão **ON/OFF**
2. Ligar a unidade remota SOLAR03, emparelhá-la e ligá-la ao instrumento como descrito no § 6.2. Observe a presença do ícone "" no canto superior direito do ecrã
3. Ligar o instrumento e a unidade remota **SOLAR03** ao módulo/corda a ensaiar, como indicado na Fig. 39. Em particular:
   - Ligar a saída do polo negativo do módulo/corda aos terminais **P2, C2** e a saída do polo positivo do módulo/corda aos terminais **P1, C1**
   - **No caso de módulos Monofaciais**→ colocar a célula de referência **HT305** no plano frontal do módulo (F) e na entrada "**INP1**" e eventualmente a sonda de temperatura **PT305** na entrada "**INP4**" da unidade remota
   - **No caso de módulos Bifaciais** → Colocar as **3 células de referência HT305** no plano frontal do módulo (F), na parte superior traseira (**BT**=**B**ack**T**op) e na parte inferior traseira (**BB**=**B**ack**B**ottom) do módulo. Ligar a célula de referência frontal (**F**) à entrada "**INP1**", a célula de referência BT à entrada "**INP2**", a célula de referência BB à entrada "**INP3**" e, **se necessário**, a sonda de temperatura **PT305** à entrada "**INP4**" da unidade remota
     De acordo com a norma IEC/EN60904-1-2, o instrumento calcula o valor da Irradiância frontal equivalente (**Irreq**), que corresponde à Irradiância apenas no plano frontal, que produz os mesmos efeitos que a Irradiância medida em ambas as faces, tendo em conta o **coeficiente de bifacialidade (φ)** do módulo, de acordo com a seguinte relação:

$$Irr_{Eq} = Irr_F + \varphi \times Irr_R$$

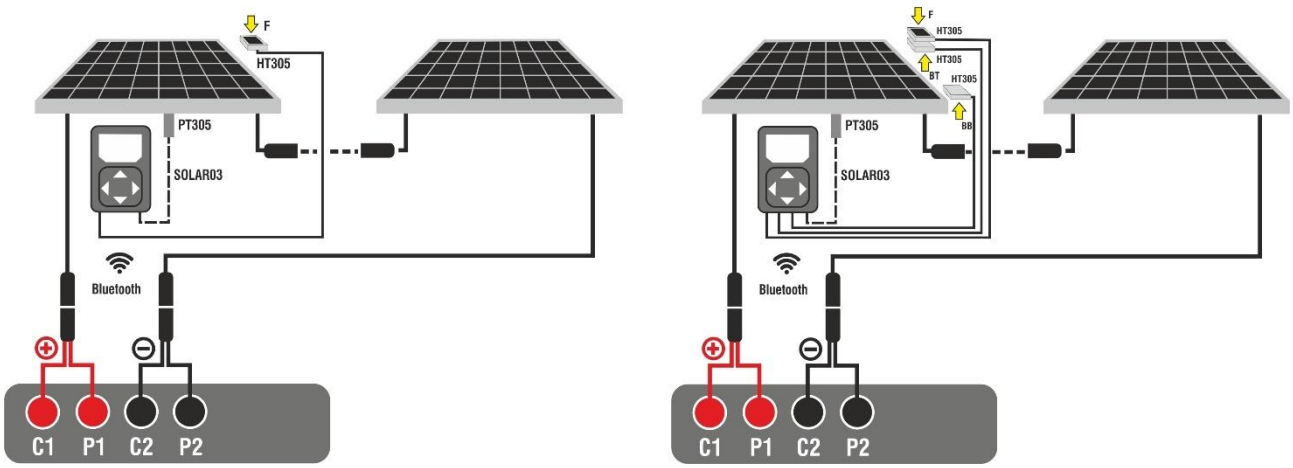


Fig. 39: Ligação com a unidade remota SOLAR03 em módulos Bifaciais

4. No caso dos módulos **Monofaciais**, o ecrã da Fig. 40 é apresentado no visor. São apresentados os seguintes parâmetros:
   - Tensão VPN entre os polos positivo e negativo do cabo
   - Temperatura do módulo (**com a sonda PT305 ligada**)
   - Irradiância do módulo medida pela célula de referência HT305
   - Visualização do módulo FV atualmente selecionado
   - Referências terminais **C1, P1, C2, P2** ligadas ao instrumento

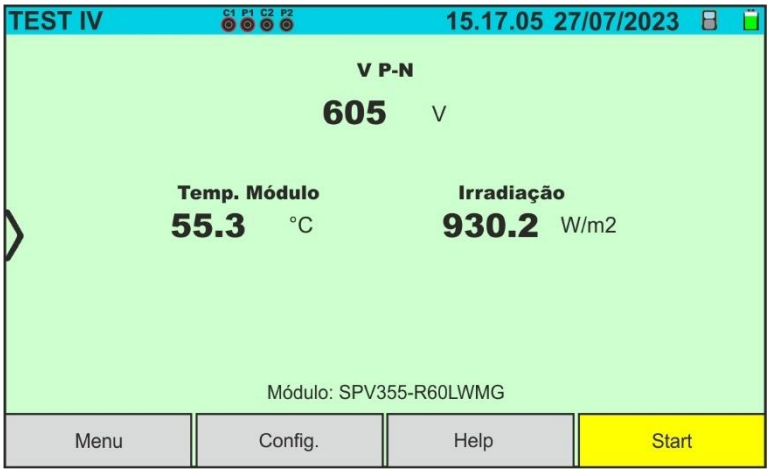


Fig. 40: Ecrã de medição da curva I-V inicial em módulos Monofaciais

5. No caso dos módulos **Bifaciais**, o ecrã da Fig. 41 é apresentado no visor. São apresentados os seguintes parâmetros:
   - Tensão VPN entre os polos positivo e negativo do cabo
   - Temperatura do módulo (**com sonda PT305 ligada**)
   - Irradiância à frente do módulo medida pela célula de referência HT305
   - Irradiância traseira do módulo medida pela célula de referência HT305

ATENÇÃO

O parâmetro **"irradiação traseira"** indica o **valor mínimo** entre as irradiâncias medidas pelas células HT305 na parte inferior traseira (BB) e na parte superior traseira (BT) do módulo

   - Indicação do módulo FV atualmente selecionado
   - Referências dos terminais **C1, P1, C2, P2** ligados ao instrumento

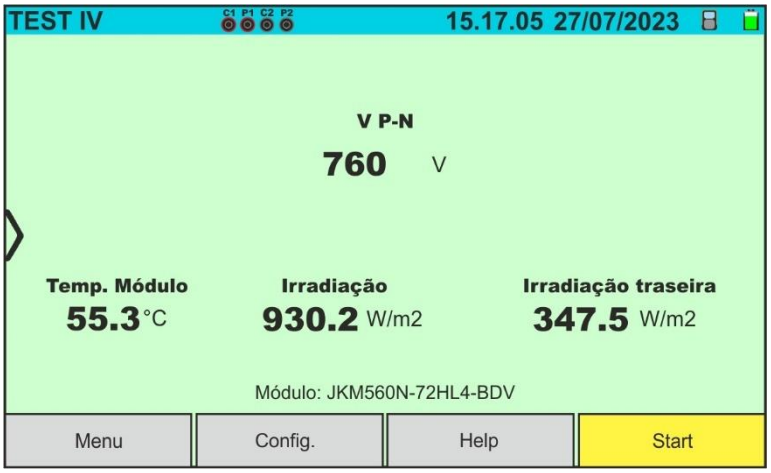


Fig. 41: Ecrã de medição da curva I-V inicial em módulos Bifaciais

6. Tocar no botão "**Config**." (referência ao módulo Monofacial). O ecrã seguinte é apresentado na Fig. 42. São apresentados os seguintes parâmetros:

   - Referências do módulo atualmente selecionado
   - Parâmetros da cadeia em teste a programar
   - Ícone para guardar as definições e regressar ao ecrã principal ou ícone para sair sem guardar

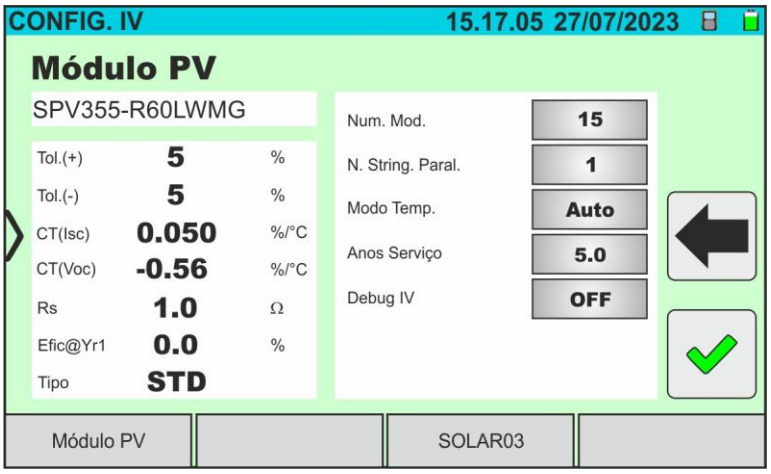


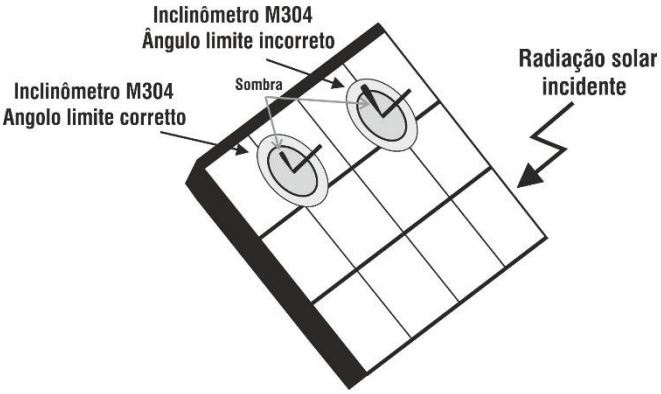
Fig. 42: Parâmetros de medição da curva I-V

7. Tocar no botão "**Módulo FV**" para mudar o módulo FV em consideração. O instrumento abre a secção BD onde um novo módulo pode ser selecionado a partir da lista na secção BD (ver § 6.3)
8. Arraste cada uma das 4 rodas disponíveis para a direita ou para a esquerda para definir o valor pretendido dos seguintes parâmetros:

   - **Num. Mod** → definição do número de módulos na cadeia considerada (**máx. 60**)
   - **N. String. Paral.** → Definição do número de fios em paralelo (**máx. 5**). A definição "1" indica apenas um fio no total
   - **Modo Temp.** → definição do modo de medição da temperatura do módulo. Estão disponíveis opções: **Auto** (temperatura calculada pelo instrumento com base na medição Voc e nos parâmetros nominais do módulo - **sem sonda ligada e opção recomendada**), **Med** (temperatura medida através da sonda PT305 ligada à unidade remota SOLAR03)
   - **Anos Serviço** → (definir o número de anos de serviço do sistema fotovoltaico em consideração no intervalo **0.1 ÷ 49.9** anos em passos de 0,1 anos) considerando que 0,5 anos = 6 meses. Esta informação é utilizada pelo instrumento para a determinação da curva I-V
   - **Debug IV** → esta função (ver § 6.5.1) **só deve ser utilizada em operações com o serviço de assistência HT**. A opção DEVE estar sempre definida como **OFF**

9. Tocar no botão "SOLAR03" para aceder à secção de controlo e gestão da unidade remota SOLAR03 (ver § 6.2). Verificar se a unidade remota está ativa e ligada ao aparelho
10. Verificar se o valor definido na secção "Irradiância mínima" (ver § 5.2) é coerente com as medições a efetuar. Recomenda-se que as medições sejam efetuadas com um limiar de ≥ **700 W/m2** de acordo com a norma IEC/EN60891

11. Montar a haste no disco do acessório M304 e segurá-la contra o plano do módulo. **Verificar se a sombra da haste projetada no disco está dentro do "círculo concêntrico limite" no interior do próprio disco (ver figura ao lado)**. Se não for esse o caso, o ângulo entre os raios solares e a superfície do módulo é demasiado elevado e, por conseguinte, as medições realizadas pelo instrumento NÃO são fiáveis. **Repetir as operações noutras alturas do dia**



ATENÇÃO

- Quando o botão **START/STOP** (ou **Start** no ecrã) é premido, o instrumento pode emitir várias mensagens de erro (ver § 6.4.6) e, consequentemente, não efetuar o teste. Verificar e eliminar, se possível, as causas dos problemas antes de continuar
- O método utilizado pelo instrumento para medir a tensão VCC e a corrente ICC à saída do módulo/fio FV é o método "4 terminais", pelo que é possível prolongar os cabos de medição ligados às entradas P1, C1, P2, C2 sem ter de efetuar qualquer compensação da resistência dos cabos de teste. **Para as extensões, utilizar apenas os acessórios fornecidos pela HT**

12. Prima o botão **START/STOP (ou Start no visor)** para ativar o teste. Se não existirem condições de erro, o instrumento apresenta o ícone " ⌛ no ecrã, juntamente com a mensagem "**Medição...**" durante alguns instantes. O teste pode demorar **até cerca de 20s**, consoante a tensão de circuito aberto e os parâmetros do módulo. No final do teste, serão apresentados os valores **referentes às condições @STC** e o resultado correspondente (de seguida, por conveniência, será feita referência apenas a módulos Monofaciais - os resultados para módulos Bifaciais são semelhantes, uma vez que se referem à irradiação frontal equivalente).

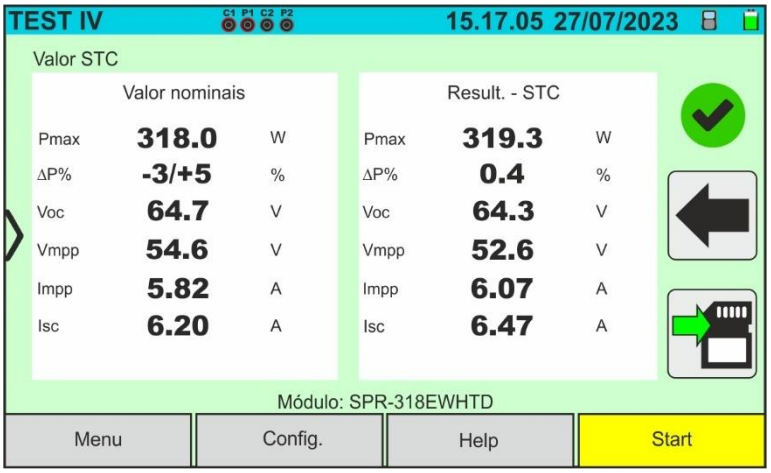


Fig. 43: Exemplo de resultado de medição da curva I-V - valores STC

13. O ecrã do resultado da medição apresenta os seguintes parâmetros:

- Valores nominais do módulo em ensaio nas **condições STC** definidas na DB interna (ver § 6.3)
- Resultados de medição calculados nas condições STC de acordo com os valores de irradiância medidos pela unidade remota SOLAR03 ligada
- Indicação do valor do parâmetro **ΔP%** de acordo com as condições de controlo indicadas em § 6.4.5
- Ícones , , , indicando o resultado da medição (ver § 6.4.5)

14. Ao deslocar o ecrã para a esquerda ou para a direita, podem ser visualizados os seguintes resultados adicionais. **Resultados em condições OPC**: o ecrã seguinte é apresentado no visor:

Fig. 44: Exemplo de resultado de medição da curva I-V - valores OPC

15. O ecrã do resultado da medição apresenta os seguintes parâmetros:

- Valores dos parâmetros de teste definidos no ecrã principal (número de módulos, número de cadeias em paralelo, anos de serviço e percentagem de desempenho anual)
- Resultados da medição dos parâmetros elétricos e ambientais (irradiância e temperatura do módulo) em condições OPC

16. **Gráficos das curvas I-V e de potência nas condições OPC e STC.** Nas figuras seguintes são apresentados exemplos de ecrãs

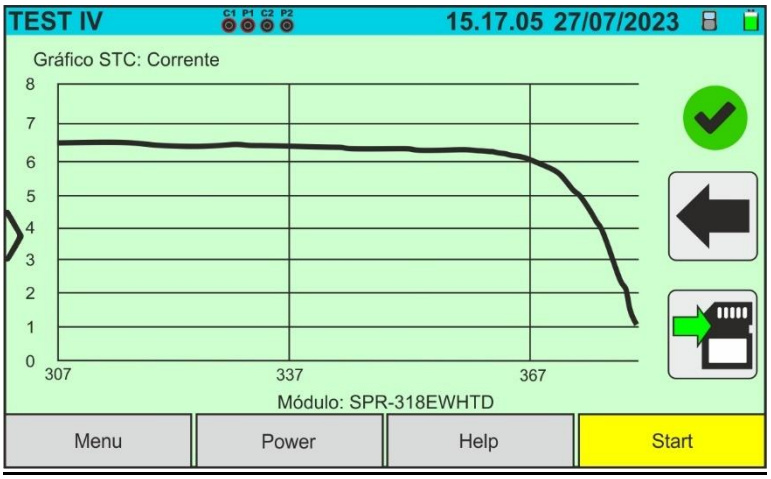


Fig. 45: Exemplo de resultado de medição da curva IV - curva STC

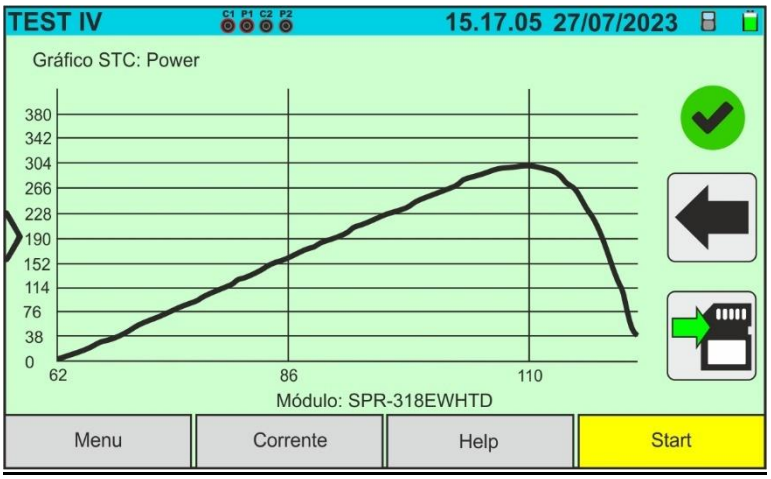


Fig. 46: Exemplo de resultado de medição de potência - curva STC

ATENÇÃO

- O instrumento comunica todos os valores medidos **a um único módulo** em condições STC.
- A tensão de fio obtida no OPC indica o valor total medido. Juntamente com a corrente medida, o instrumento calcula a curva I-V @ OPC, que é depois traduzida para as condições @STC

17. Tocar no ícone para guardar o resultado da medição (ver § 7.1) ou no ícone para sair sem guardar
18. Para a interpretação dos resultados ver § 6.4.5

6.4.4. Medição da Curva I-V com a unidade remota SOLAR03 em registo síncrona

As medições de radiação e temperatura (se o instrumento estiver configurado para o modo de medição de temperatura "Med") **através da unidade remota SOLAR03 en registo síncrona** são recomendadas se a distância entre os módulos e o instrumento for significativa. Por outro lado, como o instrumento não dispõe da disponibilidade imediata das grandezas ambientais acima referidas, terá de aguardar a transferência de dados da unidade remota para a unidade principal para ter todos os resultados disponíveis

ATENÇÃO

- 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 fios fotovoltaicos ligados ao conversor CC/CA
- **A corrente máxima permitida pelo instrumento é de 40A**
- A norma IEC/EN62446-1 exige que as medições sejam efetuadas fio a fio. Embora o instrumento tenha sido concebido para lidar com corrente de arranque para fios simples ou paralelos, **recomenda-se que seja testado um fio de cada vez**, de acordo com os requisitos da norma

1. Ligar o instrumento premindo o botão ON/OFF
2. Conecte o instrumento ao módulo/string em teste conforme mostrado na Fig. 47 (Módulos **Monofaciais**) ou Fig. 48 (Módulos **Bifaciais**). Em particular, conecte o pólo negativo que sai do módulo/string aos terminais **P2, C2** e o pólo positivo que sai do módulo/string aos terminais **P1, C1**

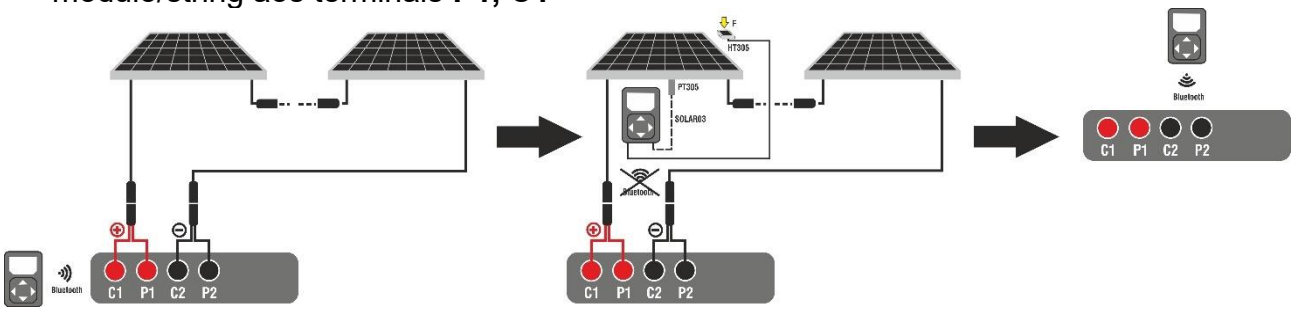


Fig. 47: Uso do instrumento com SOLAR03 em registo síncrona em módulos Monofaciais

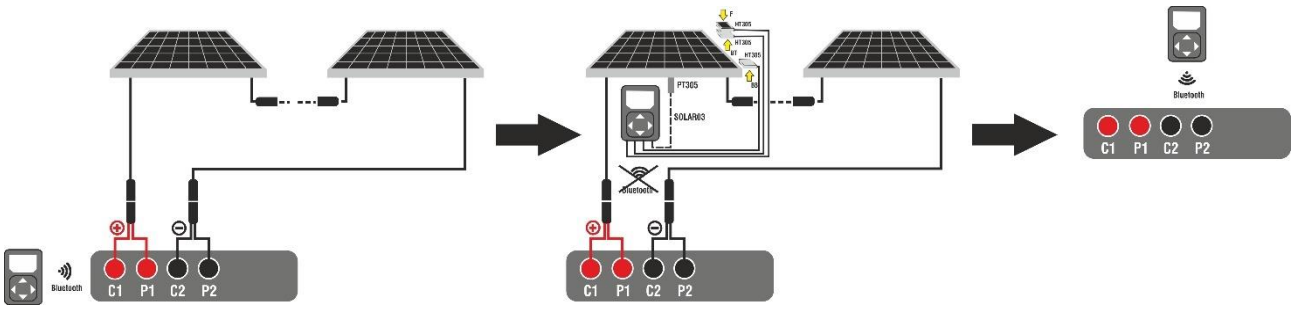


Fig. 48: Uso do instrumento com SOLAR03 em registo síncrona em módulos Bifaciais

Fase 1

3. Aproxime a unidade remota SOLAR03 do instrumento conforme mostrado na Fig. 47 ou Fig. 48 – lado esquerdo
4. Ligue a unidade remota SOLAR03, emparelhe-a e conecte-a ao instrumento conforme indicado em § 6.2. Controllare che **una sola** unità remota sia attiva e collegata allo strumento
5. Tocar no botão "**Iniciar/parar**" para iniciar uma gravação na unidade remota ligada:

Fig. 49: Ativação do registo da unidade remota - Passo 1

6. Toque no botão para confirmar ou no botão para sair sem continuar. A gravação é efetuada com **uma varredura de 1s não alterável** e a mensagem "REC" aparece no visor da unidade remota para indicar a operação em curso

Fig. 50: Ativação do registo da unidade remota - Passo 2

7. O ícone REC e a mensagem **"Reg."** são apresentados no visor e a mensagem "REC" é apresentada no visor da unidade remota

Fase 2

8. **Aproxime a unidade remota dos módulos** e ligue as sondas de radiação y temperatura (se necessária) como mostrado na Fig. 47 ou Fig. 48 – lado central. Em particular:

- **<u>No caso de módulos Monofaciais</u>→** colocar a célula de referência **HT305** no plano frontal do módulo (F) e na entrada "**INP1**" e eventualmente a sonda de temperatura **PT305** na entrada "**INP4**" da unidade remota
- **<u>No caso de módulos Bifaciais</u>** → Colocar as **3 células de referência HT305** no plano frontal do módulo (F), na parte superior traseira (**BT**=**B**ack**T**op) e na parte inferior traseira (**BB**=**B**ack**B**ottom) do módulo. Ligar a célula de referência frontal (**F**) à entrada "**INP1**", a célula de referência BT à entrada "**INP2**", a célula de referência BB à entrada "**INP3**" e, **se necessário**, a sonda de temperatura **PT305** à entrada "**INP4**" da unidade remota
  De acordo com a norma IEC/EN60904-1-2, o instrumento calcula o valor da Irradiância frontal equivalente (**Irreq**), que corresponde à Irradiância apenas no plano frontal, que produz os mesmos efeitos que a Irradiância medida em ambas as faces, tendo em conta o **coeficiente de bifacialidade (φ)** do módulo, de acordo com a seguinte relação:

$$Irr_{Eq} = Irr_F + \varphi \times Irr_R$$

9. **<u>Tendo já iniciado o registo na unidade remota SOLAR03, já não é necessário manter a ligação Bluetooth</u>**. A manutenção da ligação apenas permitirá obter imediatamente o resultado do teste sem esperar pelo fim da campanha de medição.

10. No caso dos módulos **Monofaciais**, o ecrã da Fig. 51 é apresentado no visor. São apresentados os seguintes parâmetros:
    - Tensão VPN entre o polo positivo e negativo do cabo
    - Temperatura do módulo com indicação "- - - -"
    - Irradiância do módulo com indicação "- - - -"
    - Visualização do módulo FV atualmente selecionado
    - Referências de terminais C1, P1, C2, P2 ligadas ao instrumento

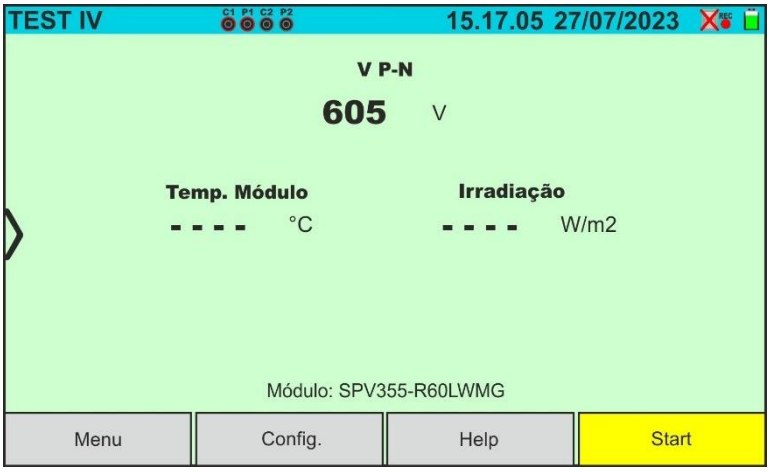


Fig. 51: Ecrã da curva I-V com SOLAR03 em registo síncrona em módulos Monofaciais

11. No caso dos módulos **Bifaciais**, o ecrã da Fig. 52 é apresentado no visor. São apresentados os seguintes parâmetros:
    - Tensão VPN entre o polo positivo e negativo do string
    - Temperatura do módulo com indicação "- - - -"
    - Irradiância frontal do módulo com indicação "- - - -"
    - Irradiância posterior do módulo com indicação "- - - -"
    - Indicação do módulo PV atualmente selecionado
    - Referências dos terminais **C1, P1, C2, P2** ligados ao instrumento

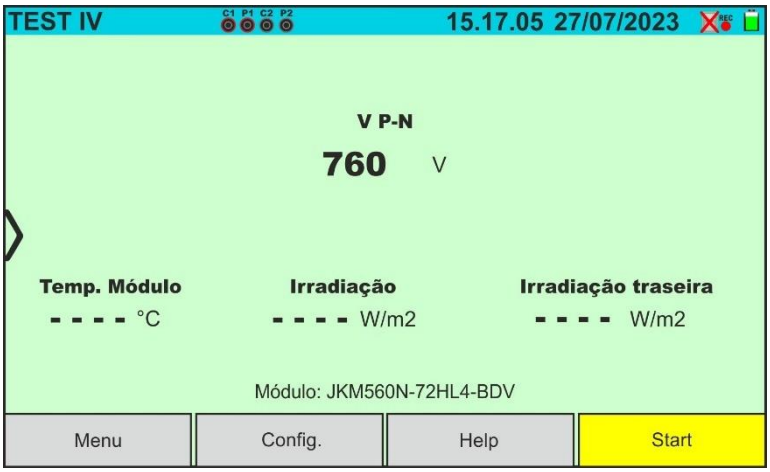


Fig. 52: Ecrã da curva I-V com SOLAR03 em registo síncrona em módulos Bifaciais

12. Tocar no botão "**Config**." (referência ao módulo Monofacial). O ecrã seguinte é apresentado na Fig. 42. São apresentados os seguintes parâmetros:
    - Referências do módulo atualmente selecionado
    - Parâmetros da cadeia em teste a programar
    - Ícone para guardar as definições e regressar ao ecrã principal ou ícone para sair sem guardar

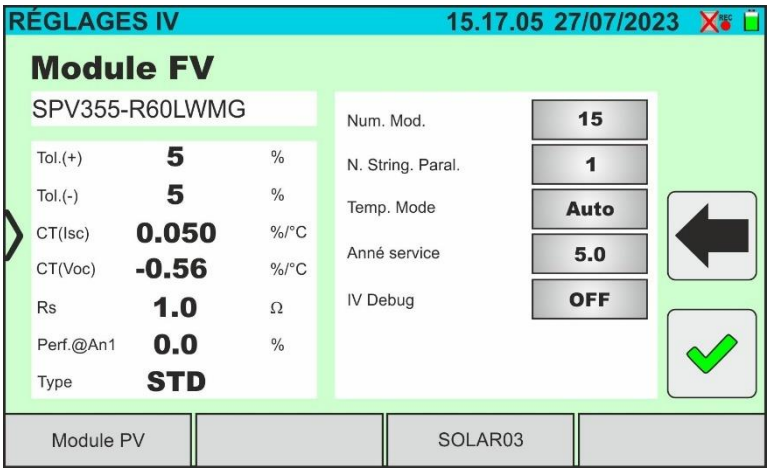


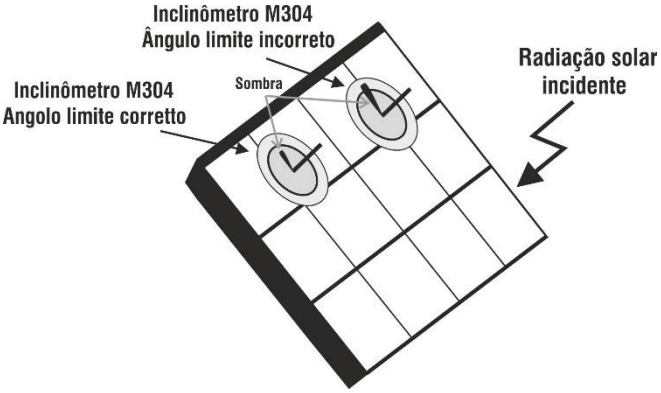
Fig. 53: Parâmetros de medição da curva I-V

13. Tocar no botão "**Módulo FV**" para mudar o módulo FV em consideração. O instrumento abre a secção BD onde um novo módulo pode ser selecionado a partir da lista na secção BD (ver § 6.3)

14. <u>Arraste cada uma das 4 rodas disponíveis</u> para a direita ou para a esquerda para definir o valor pretendido dos seguintes parâmetros:
    - **Num. Mod** → definição do número de módulos na cadeia considerada (**máx. 60**)
    - **N. String. Paral.** → Definição do número de fios em paralelo (**máx. 5**). A definição "1" indica apenas um fio no total
    - **Modo Temp.** → definição do modo de medição da temperatura do módulo. Estão disponíveis opções: **Auto** (temperatura calculada pelo instrumento com base na medição Voc e nos parâmetros nominais do módulo - **sem sonda ligada e opção recomendada**), **Med** (temperatura medida através da sonda PT305 ligada à unidade remota SOLAR03)

- **Anos Serviço →** (definir o número de anos de serviço do sistema fotovoltaico em consideração no intervalo **0.1 ÷ 49.9** anos em passos de 0,1 anos) considerando que 0,5 anos = 6 meses. Esta informação é utilizada pelo instrumento para a determinação da curva I-V
- **IV Debug →** esta função (ver § 6.5.1) **só deve ser utilizada em operações com o serviço de assistência HT**. A opção DEVE estar sempre definida como **OFF**

15. Montar a haste no disco do acessório M304 e segurá-la contra o plano do módulo. **Verificar se a sombra da haste projetada no disco está dentro do "círculo concêntrico limite" no interior do próprio disco (ver figura ao lado)**. Se não for esse o caso, o ângulo entre os raios solares e a superfície do módulo é demasiado elevado e, por conseguinte, as medições realizadas pelo instrumento NÃO são fiáveis. **Repetir as operações noutras alturas do dia**



ATENÇÃO

- Quando o botão **START/STOP** (ou **Start** no ecrã) é premido, o instrumento pode emitir várias mensagens de erro (ver § 6.4.6) e, consequentemente, não efetuar o teste. Verificar e eliminar, se possível, as causas dos problemas antes de continuar
- O método utilizado pelo instrumento para medir a tensão VCC e a corrente ICC à saída do módulo/fio FV é o método "4 terminais", pelo que é possível prolongar os cabos de medição ligados às entradas P1, C1, P2, C2 sem ter de efetuar qualquer compensação da resistência dos cabos de teste. **Para as extensões, utilizar apenas os acessórios fornecidos pela HT**
- As configurações feitas nos parâmetros de controle do instrumento podem ser modificadas a qualquer momento, mesmo durante a gravação.

16. Prima o botão **START/STOP (ou Start no visor)** para ativar o teste. Se não existirem condições de erro, o instrumento apresenta o ícone " ⌛ "no ecrã, juntamente com a mensagem "**Medição...**" durante alguns instantes. O teste pode demorar **até cerca de 20s**, consoante a tensão de circuito aberto e os parâmetros do módulo. Na ausência de conexão direta com o SOLAR03, o instrumento exibirá **apenas os valores medidos @OPC sem as referências dos valores de irradiação e temperatura do módulo** (ver Fig. 54) **e resultado final**.
É necessário aguardar o final da sessão de teste, a parada da gravação e a **posterior sincronização** com a unidade remota SOLAR03 para obter o resultado final (@valores @STC) dos testes realizados

Fig. 54: Resultado da medição da curva I-V @OPC com registo síncrona

17. Tocar no ícone para guardar o resultado da medição (ver § 7.1) ou no ícone para sair sem guardar

Fase 3

18. **No final da sessão de teste**, desligue a unidade remota SOLAR03 e volte a colocá-la nas proximidades do instrumento (ver Fig. 47 ou Fig. 48 – lado direito) e verifique a reconexão automática com ele
19. Tocar no botão "**SOLAR03**" para aceder à secção de controlo e gestão da unidade remota SOLAR03 (ver § 6.2) e aguardar a reconexão automática com o instrumento
20. Tocar no botão "**Iniciar/parar**" para **terminar** o registo atual. É apresentado o seguinte ecrã

Fig. 55: Terminação do registo síncrona em curso na unidade remota

21. Toque no botão para confirmar ou no botão para sair sem prosseguir
22. A sincronização das medições @OPC pendentes, a tradução dos valores @STC e o posterior salvamento são realizados **automaticamente** pelo instrumento. O parâmetro "**N medidas para sincronizar**" deve assumir o valor "0" uma vez concluídas as operações
23. Utilize o botão na presença de algum erro para reativar a sincronização novamente
24. Aceder à zona de memória (ver § 7.2) para recuperar as medições guardadas

ATENÇÃO

O instrumento traduz os valores @OPC para os valores @STC quando ocorrem as seguintes condições:

- Tensão **Voc > Voc mínimo = 15V**
- Valores de irradiação **frontal** (também válidos para módulos Bifaciais) considerados **superiores** ao limite mínimo definido no instrumento (>100W/m^2) e **estáveis** (variação entre o início e o final da campanha de medição **±20 W/m^2**)
- Tensão de circuito aberto Voc medida **consistente com o valor esperado** indicado na folha de dados do módulo
- Valor de temperatura do módulo incluído na escala **-40°C ÷ 100°C**
- Valor da corrente de curto-circuito **Isc > Iscmin = 0.2A**

25. Para a interpretação dos resultados das medições, ver § 6.4.5

6.4.5. Interpretação dos resultados das medições

Os parâmetros medidos pelo instrumento têm o seguinte significado:

Parâmetro	Descrição
Pmax	Potência máxima do módulo (@STC) medida pelo instrumento
ΔP%	Desvio % entre a potência máxima medida (@STC) e a potência nominal
Voc	Tensão de circuito aberto
Vmpp	Tensão no ponto de potência máxima
Isc	Corrente de curto-circuito
Impp	Corrente no ponto de potência máxima

Tabela 2: Lista dos parâmetros medidos pelo instrumento

Em que:

$\Delta P\% = \left(\frac{P_{STC}^{Max} - P_{Efic}^{Nom}}{P_{Efic}^{Nom}}\right) * 100$ → parâmetro de controlo que define o resultado do ensaio

$$P_{Efic}^{Nom} = P_{Nom} * \left(1 - \frac{DesempEfic\% * Anos\ serviço}{100}\right)$$

Potência nominal avaliada com efeito de perda de desempenho (ver § 6.3 e § 11.3)

P_{Nom} = potência nominal @STC do módulo declarada pelo produtor

$DesempEfic\%$ = queda de desempenho % calculada com base nos dados inseridos en DB (ver § 11.3)

O instrumento fornece os seguintes resultados de medição:

Resultado	Condição	Notas	Descrição
✔	$-(Tol-) + \mathcal{E}_{Instrum} \leq \mathcal{E}_{Med} \leq (Tol+) - \mathcal{E}_{Instrum}$	(1)	Teste OK
✔*	A relação (1) não é verificada, mas é aplicável: $-(Tol-) \leq \mathcal{E}_{Med} \leq (Tol+)$	(2)	Teste aceitável
✖	As relações (1) e (2) não são verificadas, mas, no entanto $-(Tol-) - \mathcal{E}_{Instrum} \leq \mathcal{E}_{Med} \leq (Tol+) + \mathcal{E}_{Instrum}$	(3)	Teste não aceitável
✖	Nenhuma das relações (1), (2) e (3) se verifica	(4)	Teste NÃO OK

onde:

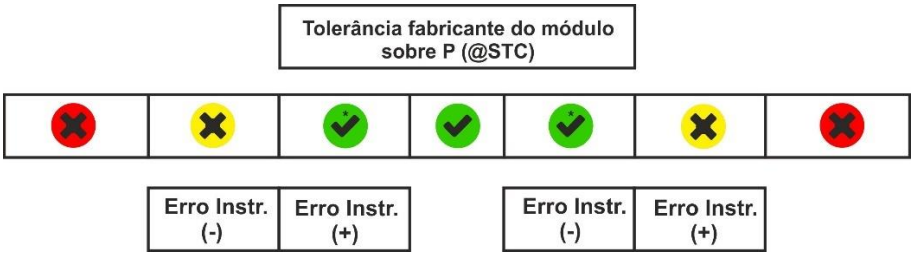
Tol- = **Tol%(-) * P_{Nom}** → Tolerância negativa declarada pelo produtor

Tol+ = **Tol%(+) * P_{Nom}** → Tolerância positiva declarada pelo produtor

$\mathcal{E}_{Med} = P_{STC}^{Max} - P_{Efic}^{Nom}$ → Parametro di controllo calcolato dallo strumento

NOTA: o valor P_{STC}^{Max} é obtido de acordo com **IEC/EN60891**

$\mathcal{E}_{Strum}$ → Erro instrumental máximo declarado em P(@STC) (ver § 10.1)



Exemplo de aplicação (medição com unidade remota)

- Nome do módulo: **JKM575N-72HL4-BDV (fabricante JINKO)**
- Tipo de módulo: Bifaciais
- Potência nominal (@STC): 575W
- Tolerância Potência (@STC): -0% / +3%
- Degradação do desempenho calculada: 1.3%
- Anos serviço: 1 ano
- Potência medida (@STC): 547W

Tol+ = Tol%(+) * Pnom = 0.03 * 575V = 17.3W
Tol- = Tol%(-) * Pnom = 0W
$P_{Efic}^{Nom} = 575 * \left(1 - \frac{1.3*1}{100}\right)$ = 567W

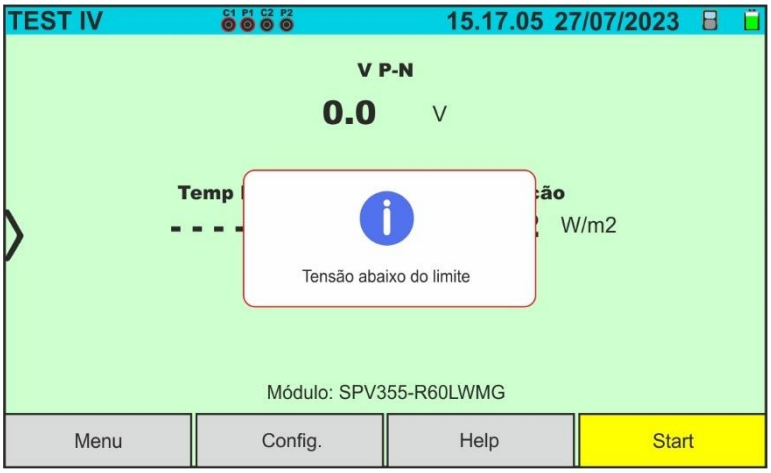
$\varepsilon_{Instrum}$ = ±(547 * 0.04 + 2) = ±23.88W

ε_{Med} = 547 – 567 = -20W

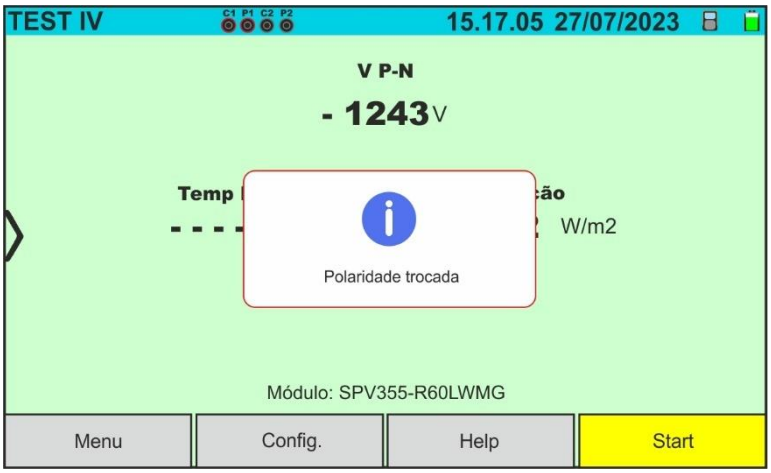
Condições de comparação:

Potência → 0 +23.88 ≤ -20 ≤ 17.3 – 23.88 → Condição 1 NÃO verificada
Potência → 0 ≤ -20 ≤ 17.3 → Condição 2 NÃO verificada
Potência → - 23.88 ≤ -20 ≤ 17.3 + 23.88 → Condição 3 verificada → **Resultado** ✖

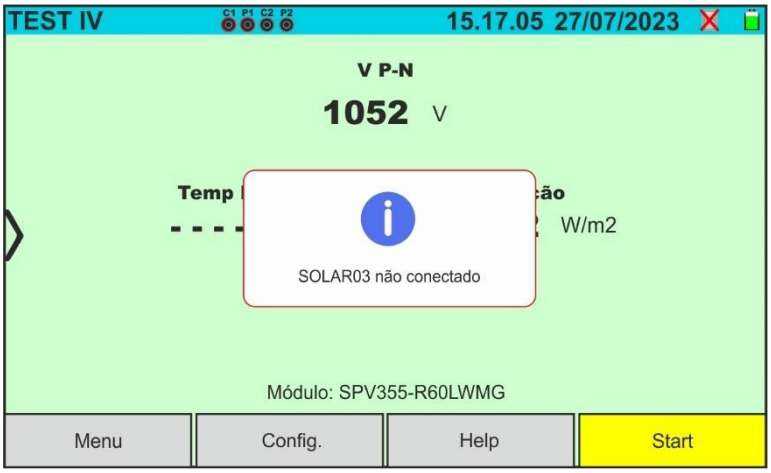
6.4.6. Situações anómalas



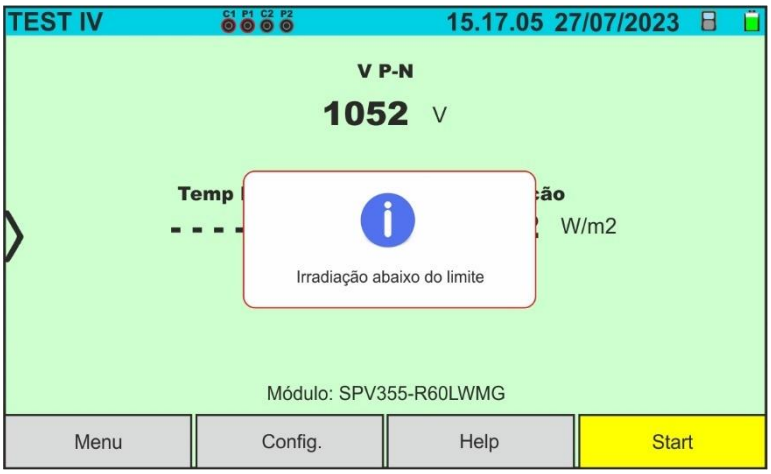
Se o instrumento detetar uma tensão **-0,5V≤VPN≤15VCC** nos terminais P-N da cadeia, não efetua o teste, emite um sinal sonoro prolongado e apresenta a mensagem mostrada na tela ao lado. Verifique a tensão na corda.



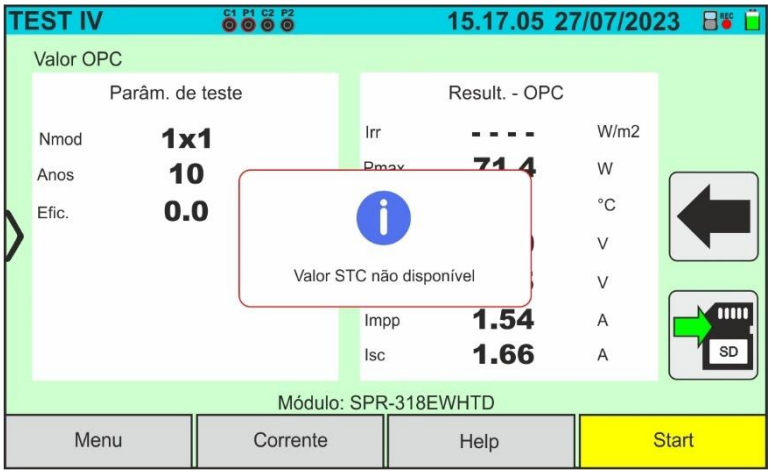
Se o instrumento detetar uma tensão **<-0,5 VCC** nos terminais P-N da cadeia, não efetua o teste, emite um sinal sonoro longo e apresenta a mensagem mostrada na tela ao lado. Verifique as conexões dos postes da corda



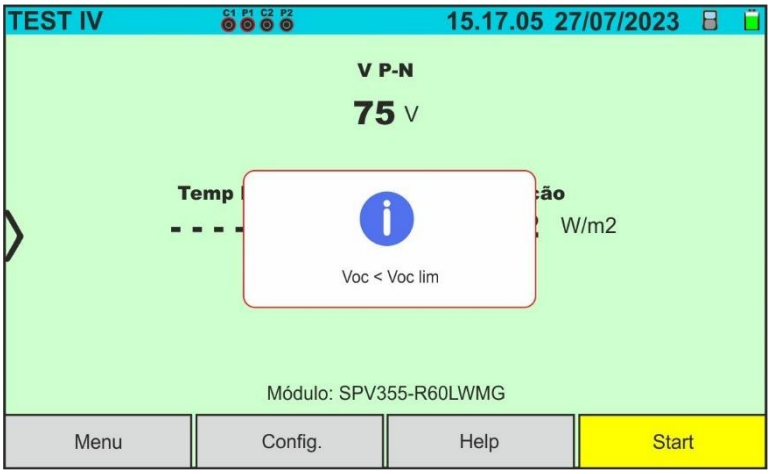
Caso a unidade remota SOLAR03 esteja ativa mas não esteja **ligada nem registada**, o instrumento não realiza o teste e apresenta a mensagem mostrada na tela ao lado. Conecte a unidade remota SOLAR03



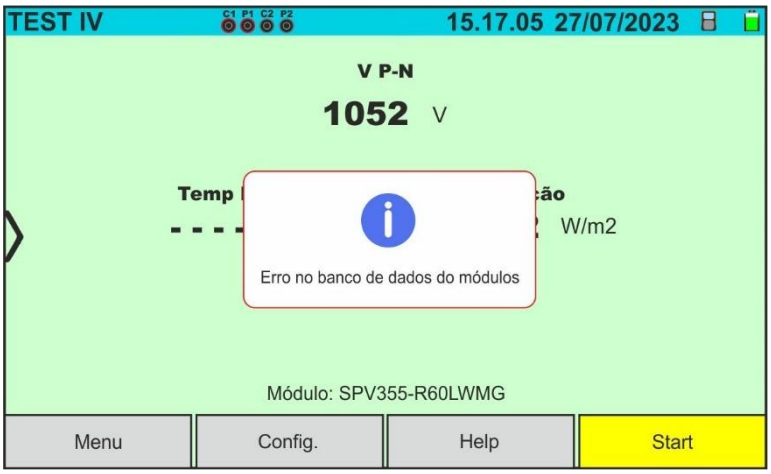
Se o instrumento, com a unidade remota ativa e ligada (mesmo em registo), detetar um valor de irradiância inferior ao limiar (ver § 5.2), interrompe o teste e regressa ao ecrã principal. Verifique o valor limite e realize os testes em outro horário do dia com irradiação estável



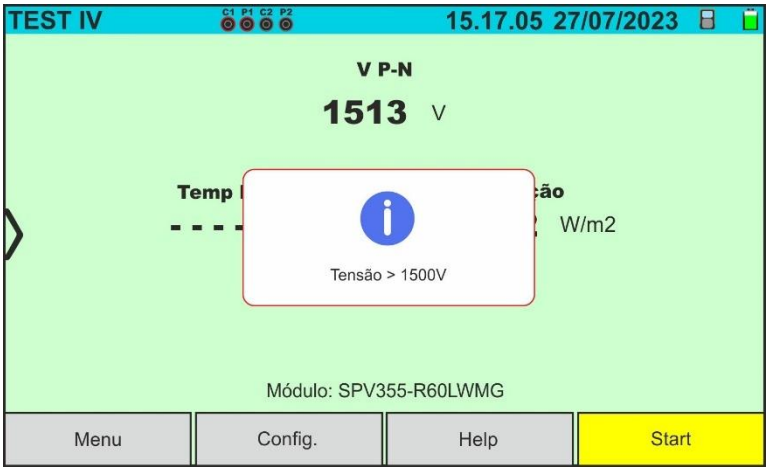
Se durante a execução de uma medição I-V ou IVCK o instrumento não conseguir determinar os valores @STC, ele exibe a mensagem na tela ao lado. Verifique se você possui uma irradiação estável, além da correta ultrapassagem do limite mínimo e se realizou a medição de acordo com as indicações do acessório M304 (ver § 6.4.2 – ponto 10). Repita as medições em outros horários do dia, se necessário



Se o instrumento detectar, ao final do teste, um Voc muito diferente da tensão de circuito aberto medida antes de iniciar o teste, a mensagem ao lado será mostrada no display
Esta condição pode ser devida à execução de testes em módulos de má qualidade e/ou corrente de curto-circuito muito baixa e/ou medições realizadas com irradiância muito baixa



Em caso ocorra um erro na base de dados do módulo (ex.: corrupção da base de dados), o instrumento bloqueia o teste e a mensagem ao lado é mostrada no display.
Restaure o banco de dados padrão (ver § 6.3.5) para continuar com as medidas



Se for detectada uma tensão no string **superior a 1500 Vcc**, o instrumento interrompe o teste e a mensagem ao lado é mostrada no display.
Verifique as características do módulo, a quantidade de módulos na string e possivelmente reduza o número para poder realizar o teste

6.5. LISTA DE MENSAGENS DE ERRO PARA DISPLAY

Número	Ações no instrumento	Resultado após ações
1	Nenhuma ação possível	Envie instrumento para assistência
2	Desligue/ligue novamente o instrumento e tente novamente as medições	Se o erro persistir após as ações indicadas, envie o instrumento para assistência
3	Verifique os cabos de medição, o tipo de módulo, os parâmetros Voc, coeficiente de temperatura Voc, número de módulos e condições de irradiação	Se o erro persistir após as ações indicadas, execute o procedimento Debug (ver § 6.5.1) e contacte a assistência
4		
5	Nenhuma ação possível	Envie instrumento para assistência
6, 8, 13, 14, 15	Verifique o tipo de módulo, os parâmetros Voc, o coeficiente de temperatura Voc, o número de módulos e as condições de irradiação	Se o erro persistir após as ações indicadas, execute o procedimento Debug (ver § 6.5.1) e contacte a assistência
16	No modo “MED” a sonda de temperatura não é reconhecida. Verifique se a sonda PT305 está danificada ou não está corretamente fixa ao módulo	Se o erro persistir após as ações indicadas, envie o SOLAR03 e o PT305 para assistência
18	Verifique o tipo de módulo, os parâmetros Voc, o coeficiente de temperatura Voc e o num. módulos	Se o erro persistir após as ações indicadas, execute o procedimento Debug (ver § 6.5.1) e contacte a assistência
19	Verifique o tipo de módulo, os parâmetros Voc, Isc, Vmpp, Impp, coeficientes de temperatura Voc e Isc e número de módulos	
20	Verifique o tipo de módulo, os parâmetros Voc, Isc, Vmpp, Impp, coeficientes de temperatura Voc e Isc, número de módulos e número de strings em paralelo	
21	Verifique o tipo de módulo, os parâmetros e o número de módulos. Desligue/ligue novamente o instrumento e repita as medições várias vezes	Se o erro persistir após as ações indicadas, envie o instrumento para assistência
22	Verifique o tipo de módulo, os parâmetros Voc, Isc, Vmpp, Impp, coeficientes de temperatura Voc e Isc, número de módulos e número de strings em paralelo	Se o erro persistir após as ações indicadas, execute o procedimento Debug (ver § 6.5.1) e contacte a assistência
23	Desligue/ligue novamente o instrumento e tente novamente as medições	Se o erro persistir após as ações indicadas, envie o instrumento para assistência
24	Verifique o tipo de módulo, os parâmetros Voc, Isc, Vmpp, Impp, coeficientes de temperatura Voc e Isc, número de módulos e número de strings em paralelo e verifique se o string está desligado do inversor	Se o erro persistir após as ações indicadas, execute o procedimento Debug (ver § 6.5.1) e contacte a assistência
25	Verifique o tipo de módulo, o número de módulos e o número de strings em paralelo. Verifique se o string está desligado do inversor. Se várias strings estiverem ligadas em paralelo, teste-as uma de cada vez	
27	Irradiação instável devido à presença de nuvens	Repita os testes sob condições meteorológicas estáveis
28	Verifique se o valor Voc no final do teste não é muito diferente do do início do teste	Verifique se os módulos em teste não apresentam uma corrente de curto-circuito muito baixa e um valor de irradiação muito baixo
29	Desligue/ligue novamente o instrumento e tente novamente as medições	Se o erro persistir após as ações indicadas, envie o instrumento para assistência
30	Verifique o tipo de módulo, os parâmetros Voc, Isc, Impp, Vmpp, coeficiente de temperatura Voc e Isc, número de módulos. No modo “AUTO”, deixe a célula HT305 estabilizar durante 10 minutos. No modo “MED”, verifique a correta fixação da sonda PT305 ao módulo	Se o erro persistir após as ações indicadas, execute o procedimento Debug (ver § 6.5.1) e contacte a assistência
31	Verifique o tipo de módulo, os parâmetros Voc, Isc, Impp, Vmpp, coeficiente de temperatura Voc e Isc, número de módulos	
32	Nenhuma ação possível	Execute a Debug **apenas com o software HTAgorà** (ver § 6.5.1) e contacte a assistência
33		Possíveis condições perigosas para o instrumento. Contacte a assistência
34	Evite outras medidas, pois existem correntes elevadas devido a fortes capacitâncias parasitas	
35	Nenhuma ação possível	Execute a Debug **apenas com o software HTAgorà** (ver § 6.5.1) e contacte a assistência
36		
37	Verifique as ligações corretas nas entradas C1 e C2 e repita o teste	Se o erro persistir após as ações indicadas, contacte a assistência

6.5.1. Descrição procedimento de Debug

ATENÇÃO

O procedimento de Debug deve ser realizado **APENAS nas situações em que o instrumento apresente mensagens de erro conforme indicado no § 6.5** e **de acordo com o serviço de assistência HT**

Operações no instrumento

1. Ligue o instrumento com o botão **ON/OFF**
2. Toque na função "**Curva I-V**" → **Config. IV**" para abrir o seguinte ecrã

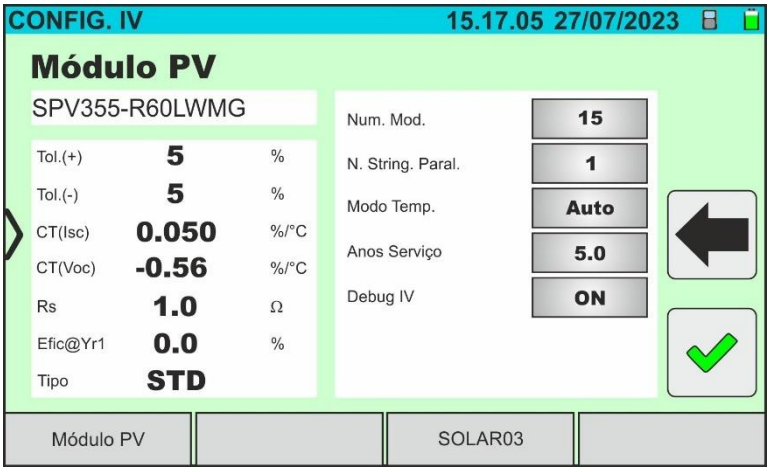


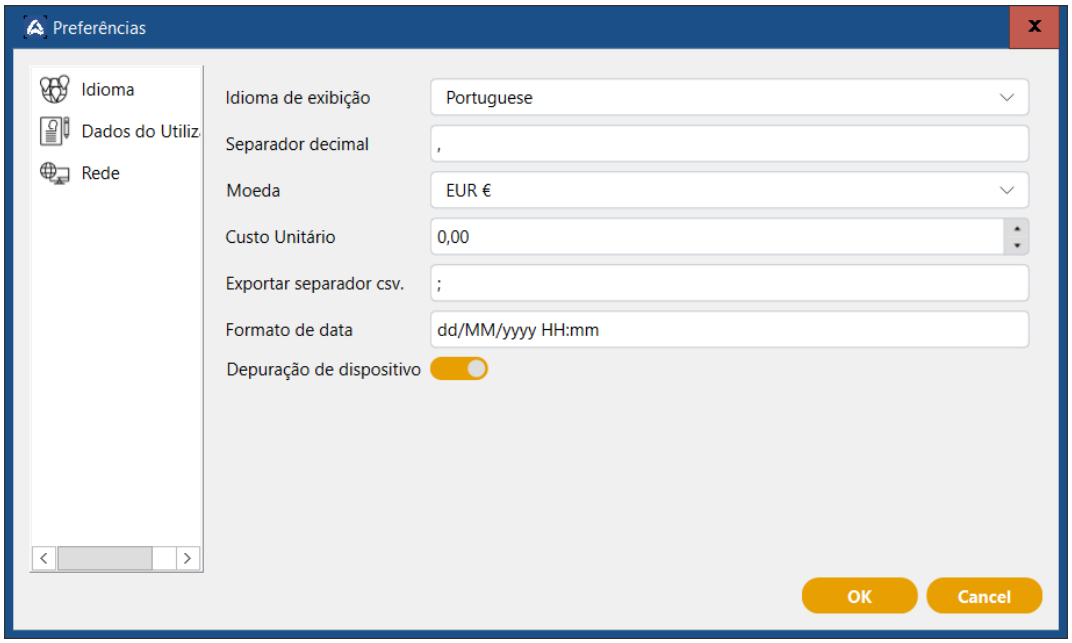
Fig. 56: Ativação da função Debug no instrumento

3. Selecione a opção "**ON**" no item "**Debug IV**" e toque no botão para confirmar
4. **NÃO DESLIGUE O INSTRUMENTO**
5. Ligue o instrumento ao módulo/string em teste tentando repetir o mais fielmente possível as condições de teste (modo de utilização da unidade remota, valores de irradiação e temperatura) que dão origem à mensagem de erro no visor
6. Prima o botão **START/STOP** para realizar **pelo menos duas medições** de curvas I-V e guardar os resultados
7. Desligue o instrumento do módulo/string em teste

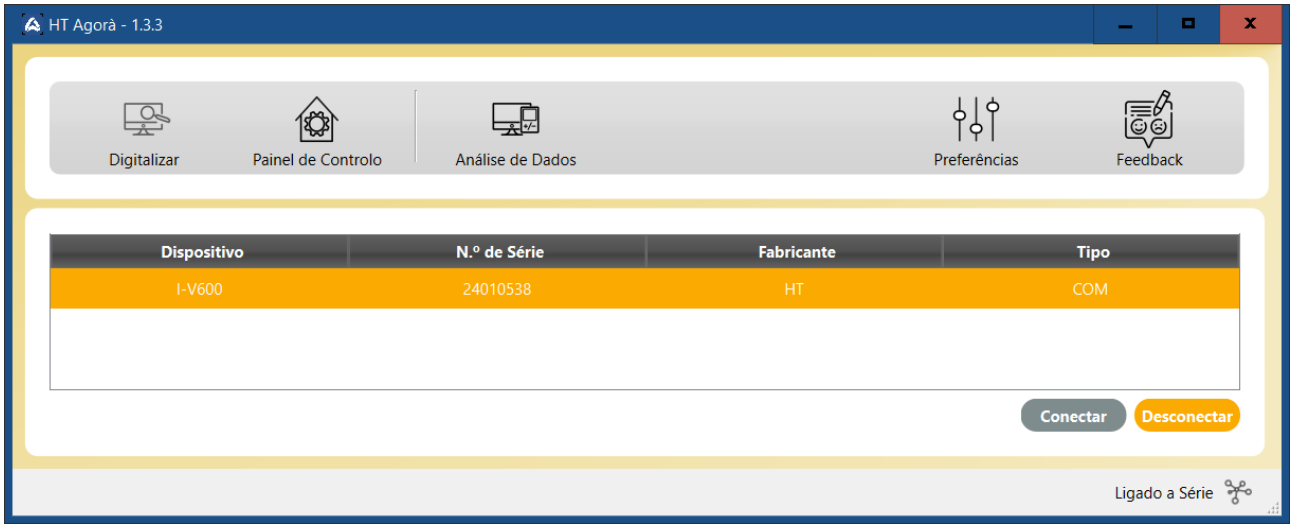
Operações no software HTAgorà

8. Atualize sempre o software HTAgorà para a versão mais recente disponível no link: **https://download.ht-instruments.com/HTagora/**
9. Inicie o HTAgorà e seleccione o menu "**Preferências**"

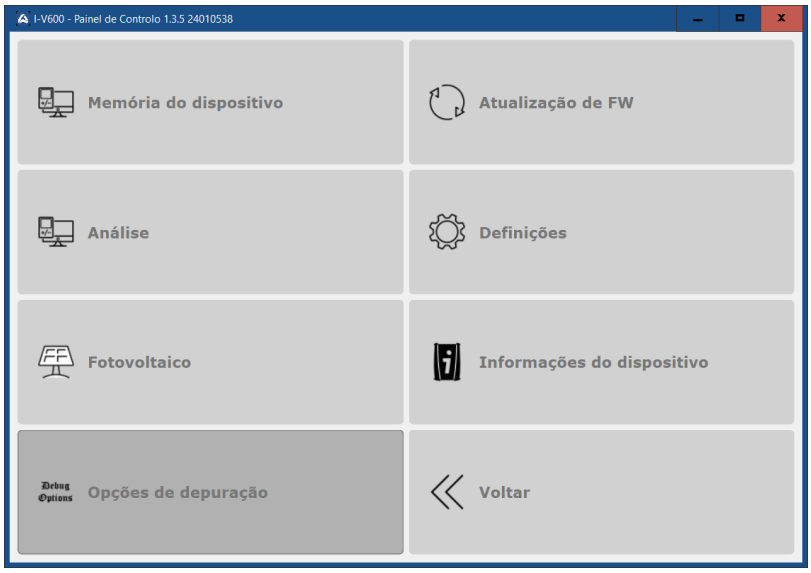
10. Na secção "**Idioma**", ative a opção "**Depuração do dispositivo**" e confirme com **OK**



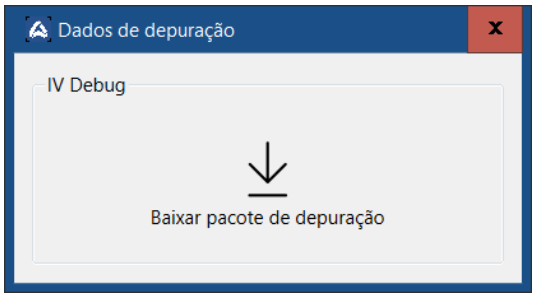
11.Ligue o instrumento e ligue-o ao PC através do cabo USB-C fornecido
12.Clique no botão “**Digitalizar**” para reconhecer o instrumento



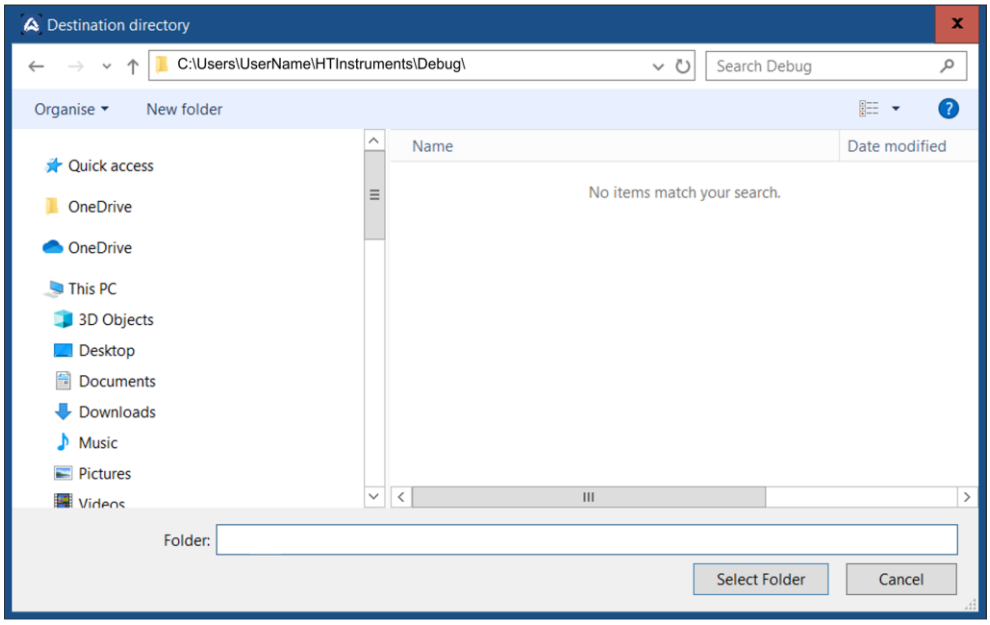
13.Selecione o instrumento “I-V600” e clique em “**Conectar**”
14.Na janela do painel, clique em “**Opções de depuração”**



15. Clique no ícone "↓" para iniciar o download do pacote Debug para o PC. Aguarde alguns segundos para que a operação termine



16. Selecione a pasta no PC onde pretende guardar o ficheiro de Debug e confirme. A pasta predefinida é sempre a seguinte: **C:\ Usuários\ NomeUsuário\HTInstruments\Debug**



17. O ficheiro Debug, com extensão **IVDBG**, é guardado na pasta selecionada
18. Envie o ficheiro IVDBG para o suporte HT

6.6. IVCK - ENSAIO DE MÓDULOS E CADEIAS FV

6.6.1. Generalidades

Esta função efetua os seguintes testes num módulo/feixe fotovoltaico apenas por medição:

- **Tensão em vazio Voc** da string FV em ensaio, medida em **OPC (OP**erative **C**ondition**),** ou seja, nas condições reais da instalação, com ou sem medição da irradiância e da temperatura
- **Corrente de curto-circuito Isc,** em conformidade com os requisitos da norma IEC/EN62446-1, do string fotovoltaico em ensaio, medida em **OPC (OP**erative **C**ondition**)**, ou seja, nas condições reais da instalação, com ou sem medição da radiação e da temperatura

Nas medições Voc e Isc **SEM medições de irradiância e temperatura**, o instrumento apresenta apenas os valores avaliados nas condições **@OPC** (**OP**erative **C**ondition), compara-os com os **valores médios** (média deslizante das últimas 10 medições guardadas) e apresenta o resultado para comparação dos valores médios.

A medição de Voc e Isc **COM a medição da Irradiância e da Temperatura é recomendada em caso de irradiância instável**. Neste caso, os dados medidos nas condições OPC são automaticamente "traduzidos" pelo instrumento para as condições **@STC** (**S**tandatd **T**est **C**ondition - Irradiância = 1000W/m^2, temperatura do módulo = 25°C, distribuição espetral AM=1,5) de modo a comparar com as características declaradas pelo produtor do módulo. **Nestas condições é necessário utilizar a unidade remota SOLAR03 à qual estão conectadas as sondas de irradiação e temperatura.**

As medições de irradiância e temperatura do módulo são realizadas através de uma ou mais células de referência **HT305 (no caso de módulos Bifaciais)** e com uma sonda de temperatura **PT305** conectada à unidade remota **SOLAR03** que comunica os dados em tempo real com o instrumento **via conexão Bluetooth**.

ATENÇÃO

Nas medições de irradiação realizadas com a(s) célula(s) de referência **HT305** **<u>não é necessário</u>** configurar a sensibilidade relativa e os valores alfa que são gerenciados **automaticamente** pelo **SOLAR03** após conectar estes acessórios à unidade remota

A página de resultados contém geralmente:

- A descrição do módulo em utilização
- Valores de irradiância e temperatura (se disponíveis)
- Os valores médios de Voc e Isc são calculados como a média dos valores correspondentes no OPC durante os últimos 10 ensaios armazenados e guardados. Se o número de ensaios for < 10, a média é calculada sobre o número de ensaios disponíveis. O primeiro ensaio apresentará traços no campo "valores médios", uma vez que não existem ensaios anteriores para calcular a média.
- Valores Voc e Isc medidos no OPC e quaisquer resultados parciais (apenas presentes se os valores STC não estiverem disponíveis) obtidos comparação com valores médios.
- Os valores Voc e Isc calculados a STC (se disponíveis) e quaisquer resultados parciais obtidos por comparação dos valores calculados a STC com os valores nominais (introduzidos nos formulários DB)
- O resultado global do teste **(OK/NO).** O resultado global será calculado com base nos resultados parciais da STC (se estes estiverem disponíveis) ou com base nos resultados parciais da OPC (se os valores da STC não estiverem disponíveis)
- O instrumento não apresenta resultados globais se não estiver disponível um resultado parcial

6.6.2. Medição IVCK sem unidade remota SOLAR03

ATENÇÃO

- 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 fios fotovoltaicos ligados ao conversor CC/CA
- **A corrente máxima permitida pelo instrumento é de 40A**
- A norma IEC/EN62446-1 exige que as medições sejam efetuadas fio a fio. Embora o instrumento tenha sido concebido para lidar com corrente de arranque para cabos simples ou paralelos, **recomenda-se que seja testado um cabo de cada vez**, de acordo com os requisitos da norma
- O resultado final é obtido por comparação dos resultados obtidos em módulos/fios individuais sem qualquer correção da irradiância ou da temperatura. Por conseguinte, **recomenda-se a utilização deste modo apenas em condições ambientais suficientemente estáveis** (céu limpo, sem irradiação refletida, sem sombras)

1. Ligar o instrumento premindo o botão **ON/OFF**
2. Observar a presença do ícone “ o canto superior direito do ecrã para identificar a ausência de uma unidade remota SOLAR03 ativa ligada ao instrumento. Se não for este o caso, executar o comando "**Dissociar**" na unidade ativa atual (ver § 6.2)
3. Ligar o instrumento ao módulo/corda em teste, como indicado na Fig. 57. Em particular, ligar o polo negativo que sai do módulo/corda aos terminais **P2, C2** e o polo positivo que sai do módulo/corda aos terminais **P1, C1**

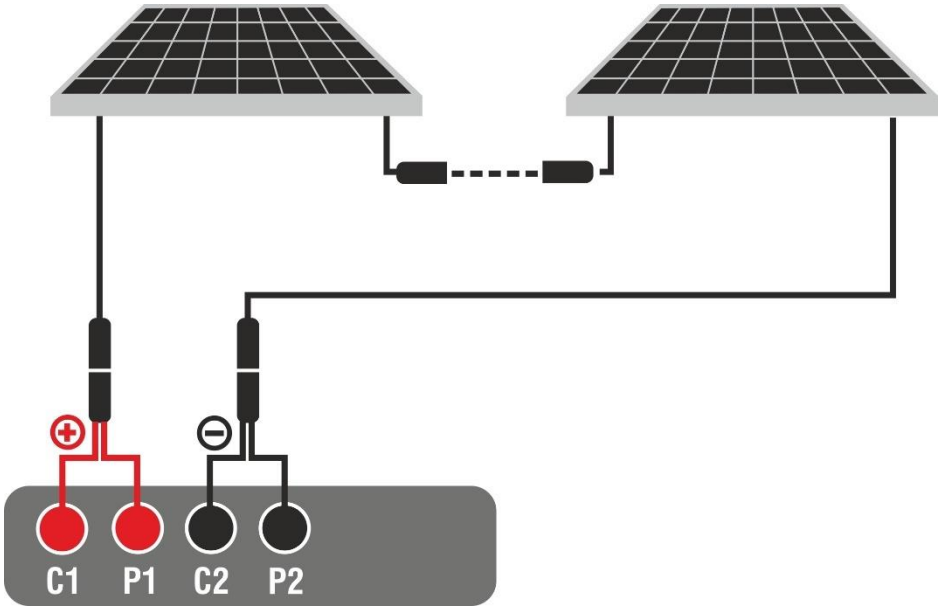


Fig. 57: Ligação de teste IVCK sem unidade remota

4. No caso dos módulos **Monofaciais**, o ecrã da Fig. 58 é apresentado no visor. São apresentados os seguintes parâmetros:

   - Tensão VPN entre o polo positivo e negativo do cabo
   - Temperatura do módulo com indicação “- - - -“
   - Irradiância do módulo com indicação “- - - -“
   - Visualização do módulo FV atualmente selecionado
   - Referências de terminais **C1, P1, C2, P2** ligadas ao instrumento

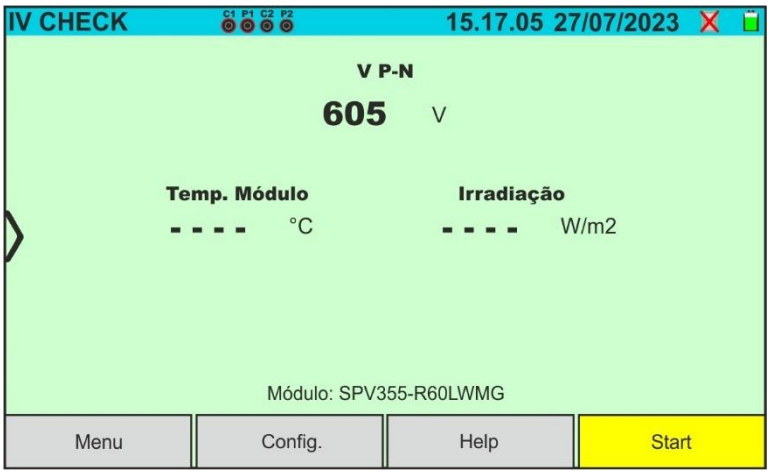


Fig. 58: Primeiro ecrã de teste IVCK sem unidade remota em módulos Monofaciais

5. No caso dos módulos **Bifaciais**, o ecrã da Fig. 59 é apresentado no visor. São apresentados os seguintes parâmetros:
   - Tensão VPN entre o polo positivo e negativo do string
   - Temperatura do módulo com indicação "- - - -"
   - Irradiância frontal do módulo com indicação "- - - -"
   - Irradiância posterior do módulo com indicação "- - - -"
   - Indicação do módulo PV atualmente selecionado
   - Referências dos terminais **C1, P1, C2, P2** ligados ao instrumento

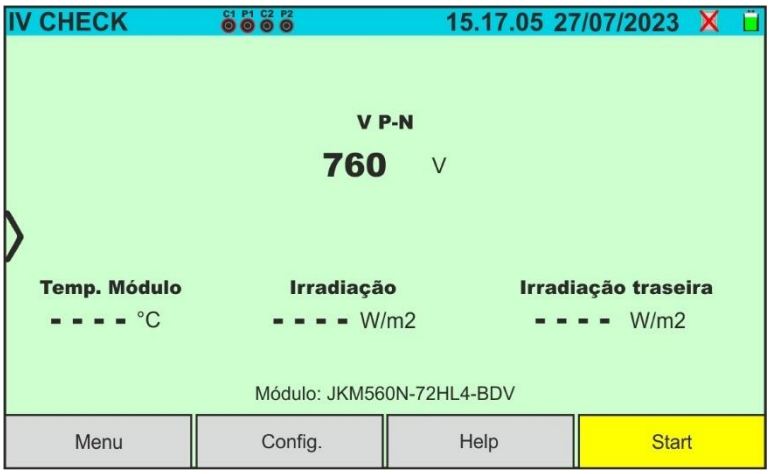


Fig. 59: Ecrã de teste inicial IVCK sem unidade remota em módulos Bifaciais

6. Tocar no botão "**Config.**" (referência ao módulo Monofaciais). O ecrã seguinte é apresentado na Fig. 60. São apresentados os seguintes parâmetros:

   - Valores Voc_avg e Isc_avg do módulo atualmente selecionado
   - Parâmetros da cadeia de teste a programar
   - Ícone para guardar as definições e voltar ao ecrã principal ou ícone para sair sem guardar

Fig. 60: Definições dos parâmetros de ensaio IVCK

7. Tocar no botão "**Módulo FV**" para mudar o módulo FV em consideração. O instrumento abre a secção DB onde um novo módulo pode ser selecionado a partir da lista na secção DB (ver § 6.3)
8. Arraste cada uma das 5 rodas disponíveis para a direita ou para a esquerda para definir o valor pretendido dos seguintes parâmetros:
   - **Num. Mod** → definição do número de módulos na cadeia em consideração (**máx. 60**)
   - **N. String. Paral.** → definição do número de fios em paralelo (**máx. 5**). A definição "**1**" indica a presença de apenas um fio
   - **Modo Temp.** → definição do modo de medição da temperatura do módulo. Estão disponíveis as opções: **Auto** (temperatura calculada pelo instrumento com base na medição Voc - sem sonda ligada e opção recomendada), **Med** (temperatura medida através da sonda PT305 ligada à unidade remota SOLAR03)
   - **Tol. ± Voc [%]** → definição da percentagem de tolerância na medição Voc na gama: **1% ÷ 20% (típico 5%)**
   - **Tol. ± Isc [%]** → ajuste da percentagem de tolerância na medição de Isc na gama: **1% ÷ 20% (típico 10%)**
9. Tocar no botão **"Redefinir Avg"** para repor a zero os valores médios dos parâmetros Voc_avg e Isc_avg (valores médios de Voc e Isc nos 10 ensaios previamente guardados) antes de iniciar uma nova medição. É apresentado o seguinte ecrã:

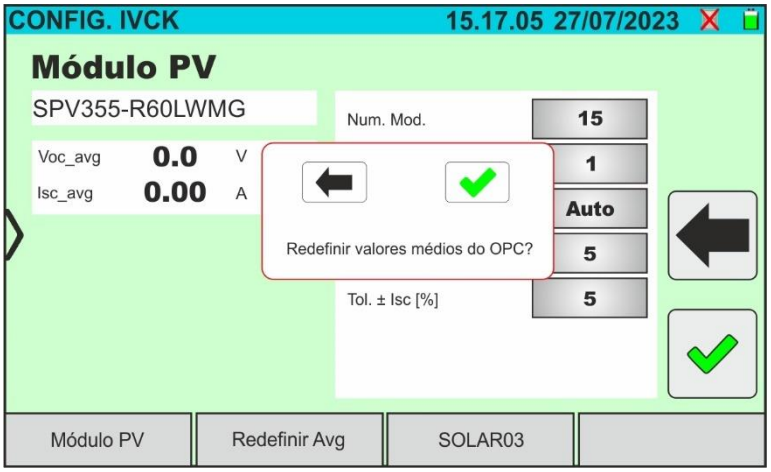


Fig. 61: Reposição dos valores médios de Voc e Isc no teste IVCK

10. Toque no botão ✔ para confirmar ou no botão ← para sair sem prosseguir

ATENÇÃO

Quando o botão **START/STOP** (ou **Start** no visor) é premido, o instrumento pode emitir várias mensagens de erro (ver § 6.4.6) e, consequentemente, não efetuar o teste. Verificar e eliminar, se possível, as causas dos problemas antes de continuar

11. Premir o botão **START/STOP** (ou **Start** no visor) para ativar o teste. Se não existirem condições de erro, o instrumento apresenta o ícone "⌛ no ecrã juntamente com a mensagem "**Medição...**" durante alguns momentos. O teste pode demorar **até cerca de 20s**, consoante a tensão de circuito aberto e os parâmetros do módulo. No final do teste, é apresentado o seguinte ecrã no visor (por conveniência, referimo-nos a módulos Monofaciais) se o teste for resultado **positivo**:

Fig. 62: Exemplo de um resultado positivo do teste IVCK - valores OPC

12. No caso de um resultado **negativo**, é apresentado o seguinte ecrã:

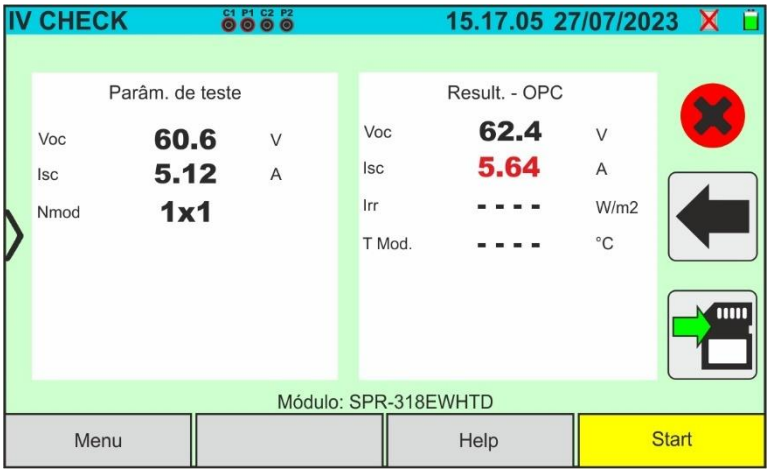


Fig. 63: Exemplo de um resultado negativo do teste IVCK - valores OPC

13. Os ecrãs acima mostram os seguintes parâmetros:
    - Modelo do módulo em teste
    - Os valores médios de Voc e Isc calculados como a média dos valores correspondentes no OPC **durante os últimos 10 ensaios armazenados e guardados**. Se o número de ensaios for <10, a média é calculada sobre o número de ensaios disponíveis. O primeiro ensaio apresentará "- - -" no campo "valores médios", uma vez que não existem ensaios anteriores sobre os quais calcular a média
    - Resultados das medições calculados em condições OPC
    - Ícones ✔, ✖, ✔, ✖ indicando o resultado da medição (ver § 6.6.5)
14. Tocar para guardar a medição (ver § 7.1) ou no ícone para sair

ATENÇÃO

- A página de resultados apresenta os valores médios de Voc e Isc. Estes valores contêm **os valores médios de Voc e Isc sob condições OPC calculados como uma média deslizante sobre os últimos 10 ensaios previamente armazenados**. Se o utilizador tiver efetuado e armazenado <10 ensaios ou tiver reposto os valores médios, a média apresentada durante o ensaio N+1 será a calculada sobre os N valores disponíveis.
- Neste modo de utilização do instrumento, os valores médios previamente calculados são de particular importância. No caso de se iniciar uma nova campanha de medições com variações significativas de irradiância ou de temperatura, **recomenda-se a reposição (comando " Redefinir Avg")** dos valores médios de referência e o seu novo cálculo com base nas novas medições. De qualquer modo, os valores médios são repostos a zero se o utilizador alterar o número de módulos e/ou de strings

15. Para a interpretação dos resultados das medições, ver § 6.6.5

6.6.3. Medição IVCK com unidade remota SOLAR03 em conexão direta

As medições da irradiância e da temperatura (se o instrumento estiver definido para o modo de medição da temperatura "Mis.") **através de uma unidade remota SOLAR03 diretamente ligada por Bluetooth ao instrumento** são recomendadas se existirem condições de irradiância instáveis ou se for necessário efetuar uma comparação com os valores nominais do módulo declarados pelo produtor. Neste caso, o instrumento fornece diretamente os resultados das medições @STC.

ATENÇÃO

- 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 fios fotovoltaicos ligados ao conversor CC/CA
- **A corrente máxima permitida pelo instrumento é de 40A**
- A norma IEC/EN62446-1 exige que as medições sejam efetuadas fio a fio. Embora o instrumento tenha sido concebido para lidar com corrente de arranque para fios simples ou paralelos, **recomenda-se que seja testado um fio de cada vez**, de acordo com os requisitos da norma

1. Ligar o instrumento premindo o botão **ON/OFF**
2. Ligar a unidade remota SOLAR03, emparelhá-la e ligá-la ao instrumento como descrito no § 6.2. Observe a presença do ícone "" no canto superior direito do ecrã
3. Ligar o instrumento e a unidade remota **SOLAR03** ao módulo/corda a ensaiar, como indicado na Fig. 64. Em particular:
   - Ligar a saída do polo negativo do módulo/corda aos terminais **P2, C2** e a saída do polo positivo do módulo/corda aos terminais **P1, C1**
   - **No caso de módulos Monofaciais**→ colocar a célula de referência **HT305** no plano frontal do módulo (F) e na entrada "**INP1**" e eventualmente a sonda de temperatura **PT305** na entrada "**INP4**" da unidade remota
   - **No caso de módulos Bifaciais** → Colocar as **3 células de referência HT305** no plano frontal do módulo (F), na parte superior traseira (**BT**=**B**ack**T**op) e na parte inferior traseira (**BB**=**B**ack**B**ottom) do módulo. Ligar a célula de referência frontal (**F**) à entrada "**INP1**", a célula de referência BT à entrada "**INP2**", a célula de referência BB à entrada "**INP3**" e, **se necessário**, a sonda de temperatura **PT305** à entrada "**INP4**" da unidade remota. De acordo com a norma IEC/EN60904-1-2, o instrumento calcula o valor da Irradiância frontal equivalente (**Irreq**), que corresponde à Irradiância apenas no plano frontal, que produz os mesmos efeitos que a Irradiância medida em ambas as faces, tendo em conta o **coeficiente de bifacialidade (φ)** do módulo, de acordo com a seguinte relação:

$$Irr_{Eq} = Irr_F + \varphi \times Irr_R$$

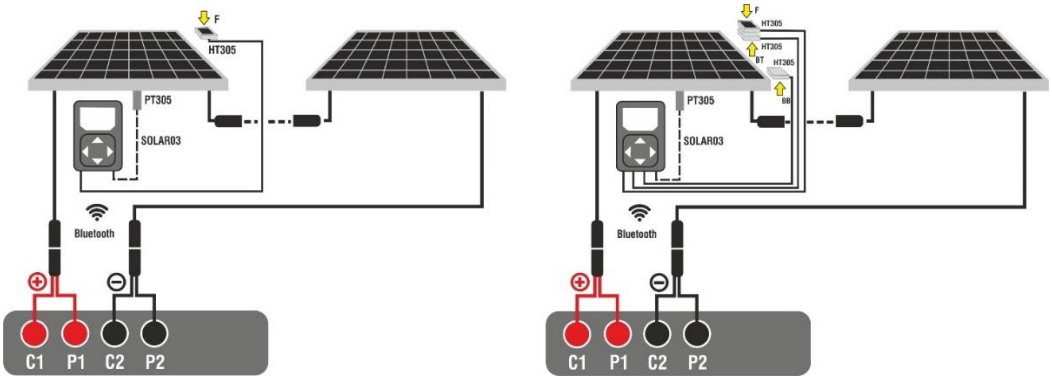


Fig. 64: Ligação com a unidade remota SOLAR03 em módulos Monofaciais e Bifaciais

4. No caso dos módulos **Monofaciais**, o ecrã da Fig. 65 é apresentado no visor. São apresentados os seguintes parâmetros:
   - Tensão VPN entre os polos positivo e negativo do cabo
   - Temperatura do módulo (**com a sonda PT305 ligada**)
   - Irradiância do módulo medida pela célula de referência HT305
   - Visualização do módulo FV atualmente selecionado
   - Referências terminais **C1, P1, C2, P2** ligadas ao instrumento

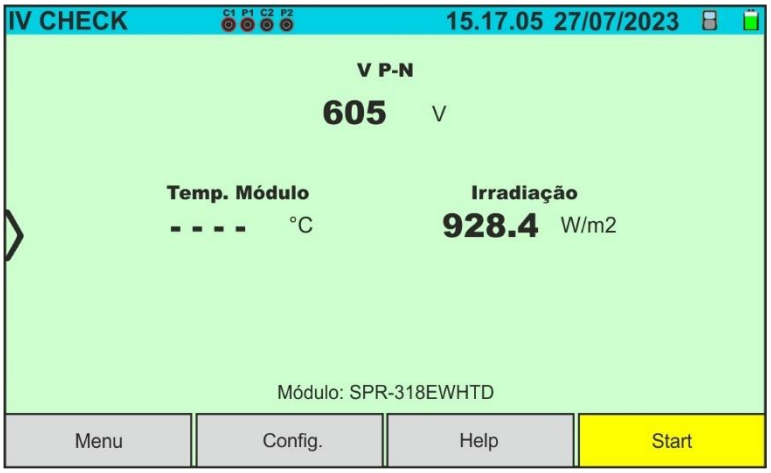


Fig. 65: Ecrã de medição da curva I-V inicial em módulos Monofaciais

5. No caso dos módulos **Bifaciais**, o ecrã da Fig. 66 é apresentado no visor. São apresentados os seguintes parâmetros:
   - Tensão VPN entre os polos positivo e negativo do cabo
   - Temperatura do módulo (**com sonda PT305 ligada**)
   - Irradiância à frente do módulo medida pela célula de referência HT305
   - Irradiância traseira do módulo medida pela célula de referência HT305

ATENÇÃO

O parâmetro **"irradiação traseira"** indica o **valor mínimo** entre as irradiâncias medidas pelas células HT305 na parte inferior traseira (BB) e na parte superior traseira (BT) do módulo

   - Indicação do módulo FV atualmente selecionado
   - Referências dos terminais **C1, P1, C2, P2** ligados ao instrumento

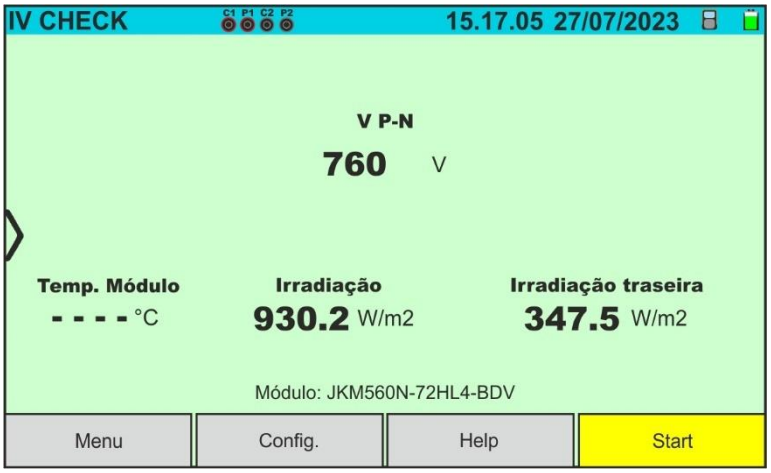


Fig. 66: Ecrã de medição da curva I-V inicial em módulos Bifaciais

6. Tocar no botão "**Config**." (referência ao módulo Monofacial). O ecrã seguinte é apresentado na Fig. 67. São apresentados os seguintes parâmetros:
   - Referências Voc e Isc (@STC) do módulo atualmente selecionado
   - Parâmetros da cadeia em teste a programar
   - Ícone para guardar as definições e regressar ao ecrã principal ou ícone para sair sem guardar

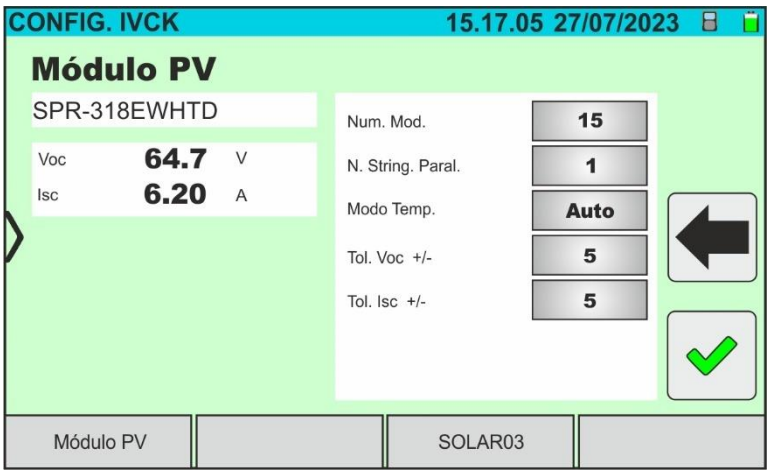
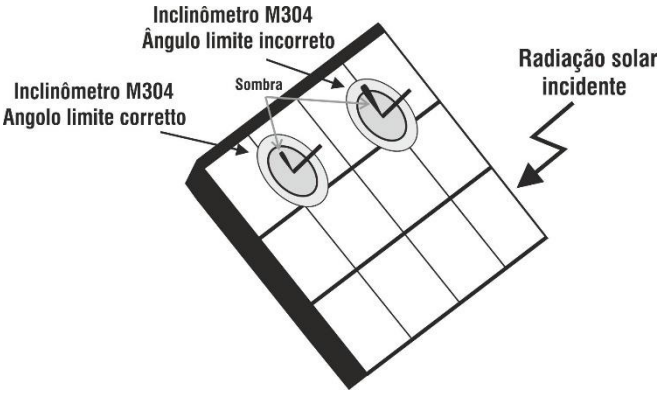


Fig. 67: Parâmetros de medição da curva I-V

7. Tocar no botão "**Módulo FV**" para mudar o módulo FV em consideração. O instrumento abre a secção BD onde um novo módulo pode ser selecionado a partir da lista na secção BD (ver § 6.3)
8. Deslocar para a esquerda ou para a direita cada uma das 5 rodas disponíveis para definir o valor desejado dos seguintes parâmetros:
   - **Num. Mod** → definição do número de módulos na cadeia consideração (**máx. 60**)
   - **N. String. Paral.** → definição do número de fios em paralelo (**máx. 5**). A definição "**1**" indica a presença de apenas um fio total
   - **Modo Temp.** → definição do modo de medição da temperatura do módulo. Estão disponíveis as opções: **Auto** (temperatura calculada pelo instrumento com base na medição Voc - sem sonda ligada e opção recomendada), **Med** (temperatura medida através da sonda PT305 ligada à unidade remota SOLAR03)
   - **Tol. ± Voc [%]** → definição da percentagem de tolerância na medição Voc no intervalo: **1% ÷ 20% (tipico 5%)**
   - **Tol. ± Isc [%]** → ajuste da percentagem de tolerância na medição de Isc na gama: **1% ÷ 20% (tipico 5%)**

9. Montar a haste no disco do acessório M304 e mantê-la contra o plano do módulo. **Verificar se a sombra da haste projetada no disco está dentro do "círculo concêntrico limite" no interior do próprio disco (ver figura ao lado).** Se não for esse o caso, o ângulo entre os raios solares e a superfície do módulo é demasiado elevado e, por conseguinte, as medições efetuadas pelo instrumento NÃO são fiáveis. **Repetir as operações noutras alturas do dia**



ATENÇÃO

Quando o botão **START/STOP** (ou **Start** no visor) é premido, o instrumento pode emitir várias mensagens de erro (ver § 6.4.5) e, consequentemente, não efetuar o teste. Verificar e eliminar, se possível, as causas dos problemas antes de continuar

10. Premir o botão **START/STOP** (ou **Start** no visor) para ativar o teste. Se não existirem condições de erro, o instrumento apresenta o ícone "⌛" no ecrã, juntamente com a mensagem "**Medição...**" durante alguns instantes. O teste pode demorar **até cerca de 20s**, dependendo da tensão de circuito aberto e dos parâmetros do módulo. O ecrã seguinte (por conveniência, referimo-nos a módulos Monofaciais) é apresentado no visor em caso de resultado **positivo** do teste

Fig. 68: Exemplo de um resultado positivo do teste IVCK - valores STC

11. Em caso de resultado **negativo**, é apresentado o seguinte ecrã:

Fig. 69: Exemplo de um resultado negativo do teste IVCK - valores STC

12. Os ecrãs acima apresentam os seguintes parâmetros:

- Modelo do módulo em ensaio
- Valores nominais do módulo em ensaio, tal como definidos na DB interna (ver § 6.3)
- Resultados calculados da medição em condições STC
- Ícones , , , indicando o resultado da medição (ver § 6.6.5)

13. Tocar no ícone para guardar a medição (ver § 7.1) ou no ícone para sair sem guardar
14. Para a interpretação dos resultados das medições, ver § 6.6.5

6.6.4. Medição IVCK com a unidade remota SOLAR03 em registo síncrona

Las medições de irradiação e temperatura (se o instrumento estiver configurado no modo de medição de temperatura "Med") **através da unidade remota SOLAR03 conectada em gravação síncrona ao instrumento** são **recomendadas** se houver condições de irradiação instáveis, **na presença de obstáculos que possam interromper a conexão Bluetooth**, sendo necessária comparação com os valores nominais do módulo declarados pelo fabricante.

Desta forma, a unidade remota SOLAR03 ativa deverá ser conectada via Bluetooth somente no INÍCIO e FIM das operações e NÃO DURANTE as próprias medições de irradiação e temperatura. O instrumento fornece os resultados das medições @OPC sem sucesso e depois realiza a tradução @STC automática e simultânea **somente após a transferência de dados da unidade remota no final da gravação e a subsequente reconexão**.

ATENÇÃO

- 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 fios fotovoltaicos ligados ao conversor CC/CA
- **A corrente máxima permitida pelo instrumento é de 40A**
- A norma IEC/EN62446-1 exige que as medições sejam efetuadas fio a fio. Embora o instrumento tenha sido concebido para lidar com corrente de arranque para fios simples ou paralelos, **recomenda-se que seja testado um fio de cada vez**, de acordo com os requisitos da norma

1. Ligar o instrumento premindo o botão ON/OFF
2. Conecte o instrumento ao módulo/string em teste conforme mostrado na Fig. 70 (Módulos **Monofaciais**) ou Fig. 71 (Módulos **Bifaciais**). Em particular, conecte o pólo negativo que sai do módulo/string aos terminais **P2, C2** e o pólo positivo que sai do módulo/string aos terminais **P1, C1**

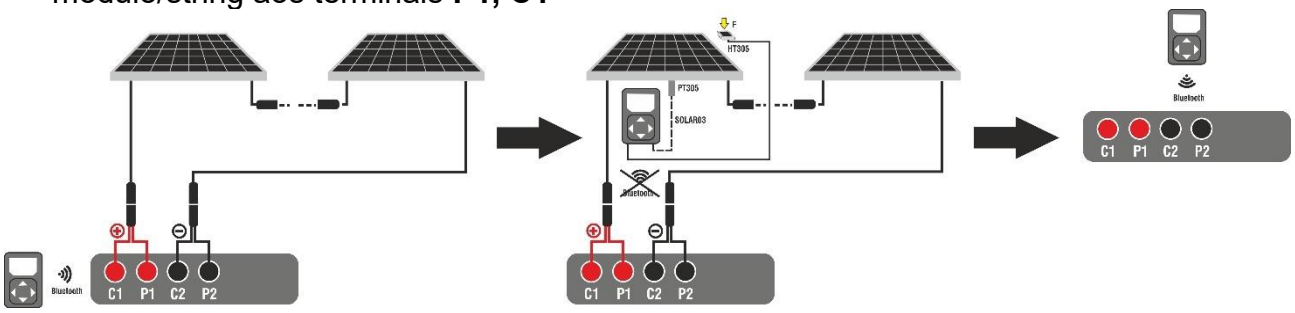


Fig. 70: Uso do instrumento com SOLAR03 em registo síncrona em módulos Monofaciais

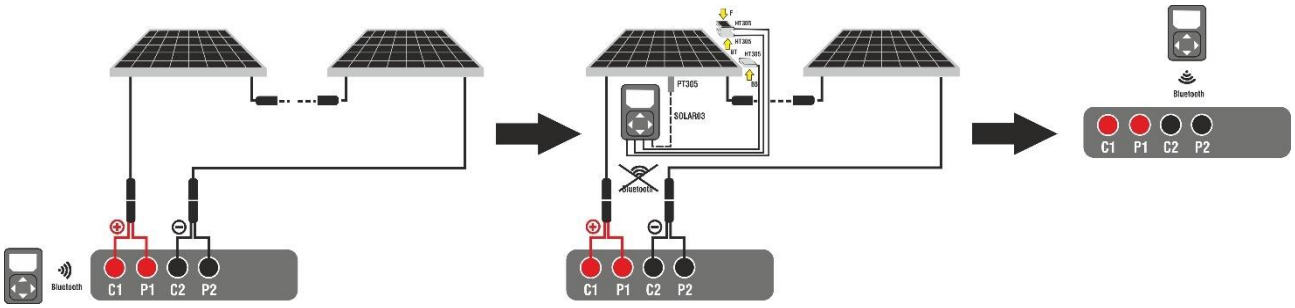


Fig. 71: Uso do instrumento com SOLAR03 em registo síncrona em módulos Bifaciais

Fase 1

3. Aproxime a unidade remota SOLAR03 do instrumento conforme mostrado na Fig. 70 ou Fig. 71 – lado esquerdo
4. Ligue a unidade remota SOLAR03, emparelhe-a e conecte-a ao instrumento conforme indicado em § 6.2. Observe a presença do ícone “ “ no canto superior direito do display
5. Tocar no botão "**Iniciar/parar**" para iniciar uma gravação na unidade remota ligada:

Fig. 72: Ativação do registo da unidade remota - Passo 1

6. Toque no botão para confirmar ou no botão para sair sem continuar. A gravação é efetuada com **uma varredura de 1s não alterável** e a mensagem "REC" aparece no visor da unidade remota para indicar a operação em curso

Fig. 73: Ativação do registo da unidade remota - Passo 2

7. O ícone REC e a mensagem **"Reg."** são apresentados no visor e a mensagem "REC" é apresentada no visor da unidade remota

Fase 2

8. **Aproxime a unidade remota dos módulos** e ligue as sondas de radiação y temperatura (se necessária) como mostrado na Fig. 70 ou Fig. 71 – lado central. Em particular:

   - **No caso de módulos Monofaciais**→ colocar a célula de referência **HT305** no plano frontal do módulo (F) e na entrada "**INP1**" e eventualmente a sonda de temperatura **PT305** na entrada "**INP4**" da unidade remota
   - **No caso de módulos Bifaciais** → Colocar as **3 células de referência HT305** no plano frontal do módulo (F), na parte superior traseira (**BT**=**B**ack**T**op) e na parte inferior traseira (**BB**=**B**ack**B**ottom) do módulo. Ligar a célula de referência frontal (**F**) à entrada "**INP1**", a célula de referência BT à entrada "**INP2**", a célula de referência BB à entrada "**INP3**" e, **se necessário**, a sonda de temperatura **PT305** à entrada "**INP4**" da unidade remota
     De acordo com a norma IEC/EN60904-1-2, o instrumento calcula o valor da Irradiância frontal equivalente (**Irreq**), que corresponde à Irradiância apenas no plano frontal, que produz os mesmos efeitos que a Irradiância medida em ambas as faces, tendo em conta o **coeficiente de bifacialidade (φ)** do módulo, de acordo com a seguinte relação:

$$Irr_{Eq} = Irr_F + \varphi \times Irr_R$$

9. **Tendo já iniciado o registo na unidade remota SOLAR03, já não é necessário manter a ligação Bluetooth**. A manutenção da ligação apenas permitirá obter imediatamente o resultado do teste sem esperar pelo fim da campanha de medição.

10. No caso dos módulos **Monofaciais**, o ecrã da Fig. 74 é apresentado no visor. São apresentados os seguintes parâmetros:
    - Tensão VPN entre o polo positivo e negativo do cabo
    - Temperatura do módulo com indicação "- - - -"
    - Irradiância do módulo com indicação "- - - -"
    - Visualização do módulo FV atualmente selecionado
    - Referências de terminais C1, P1, C2, P2 ligadas ao instrumento

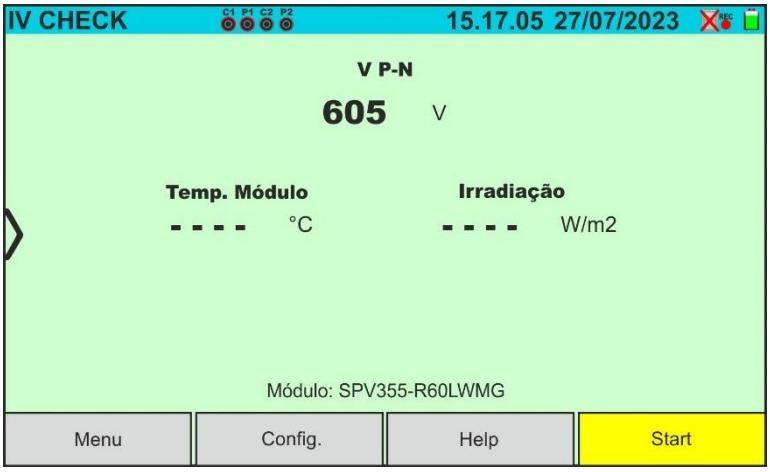


Fig. 74: Ecrã da test IVCK com SOLAR03 em registo síncrona em módulos Monofaciais

11. No caso dos módulos **Bifaciais**, o ecrã da Fig. 75 é apresentado no visor. São apresentados os seguintes parâmetros:
    - Tensão VPN entre o polo positivo e negativo do string
    - Temperatura do módulo com indicação “- - - -“
    - Irradiância frontal do módulo com indicação “- - - -“
    - Irradiância posterior do módulo com indicação “- - - -“
    - Indicação do módulo PV atualmente selecionado
    - Referências dos terminais **C1, P1, C2, P2** ligados ao instrumento

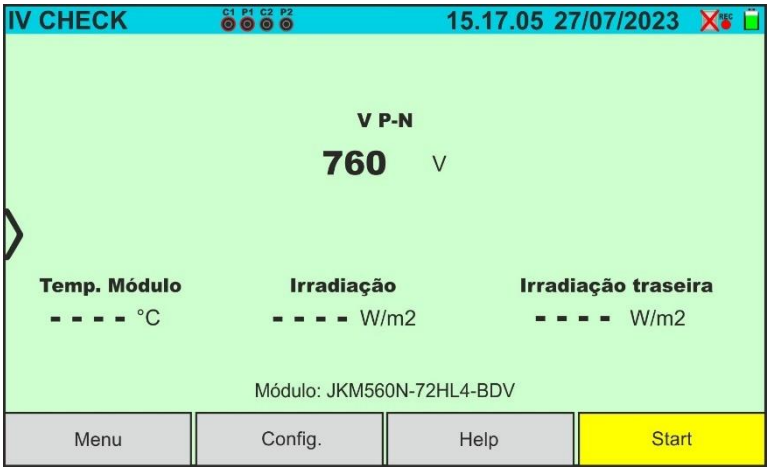


Fig. 75: Ecrã da test IVCK com SOLAR03 em registo síncrona em módulos Bifaciais

12. Tocar no botão "**Config**." (referência ao módulo Monofaciais). O ecrã seguinte é apresentado na Fig. 76. São apresentados os seguintes parâmetros:
    - Referências Voc e Isc (@STC) do módulo atualmente selecionado
    - Parâmetros da cadeia em teste a programar
    - Ícone para guardar as definições e regressar ao ecrã principal ou ícone para sair sem guardar

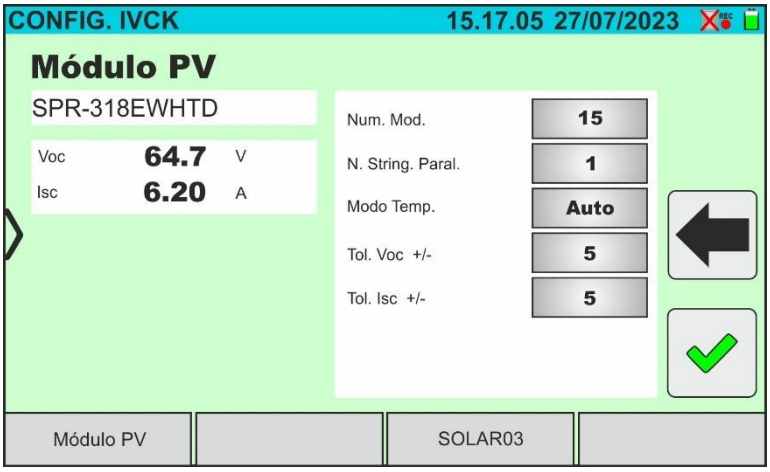
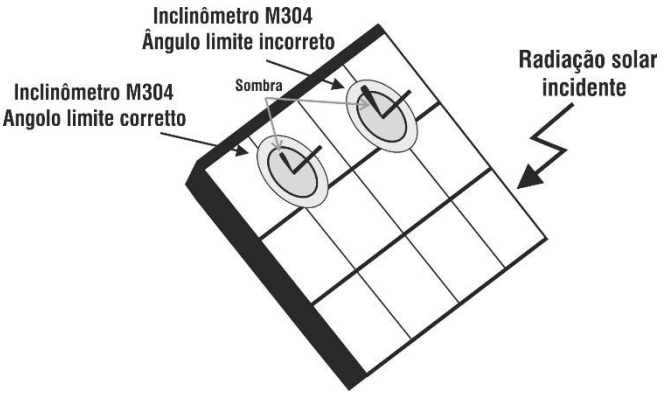


Fig. 76: Parâmetros com SOLAR03 em registo síncrona

13. Tocar no botão "**Módulo FV**" para mudar o módulo FV em consideração. O instrumento abre a secção BD onde um novo módulo pode ser selecionado a partir da lista na secção BD (ver § 6.3)

14. Arraste cada uma das 4 rodas disponíveis para a direita ou para a esquerda para definir o valor pretendido dos seguintes parâmetros:
    - **Num. Mod** → definição do número de módulos na cadeia considerada (**máx. 60**)
    - **N. String. Paral.** → Definição do número de fios em paralelo (**máx. 5**). A definição "1" indica apenas um fio no total
    - **Modo Temp.** → definição do modo de medição da temperatura do módulo. Estão disponíveis opções: **Auto** (temperatura calculada pelo instrumento com base na medição Voc e nos parâmetros nominais do módulo - **sem sonda ligada e opção recomendada**), **Med** (temperatura medida através da sonda PT305 ligada à unidade remota SOLAR03)
    - **Anos Serviço** → (definir o número de anos de serviço do sistema fotovoltaico em consideração no intervalo **0.1 ÷ 49.9** anos em passos de 0,1 anos) considerando que 0,5 anos = 6 meses. Esta informação é utilizada pelo instrumento para a determinação da curva I-V
    - **IV Debug** → esta função **só deve ser utilizada em operações com o serviço de assistência HT**. A opção DEVE estar sempre definida como **OFF**

15. Montar a haste no disco do acessório M304 e segurá-la contra o plano do módulo. **Verificar se a sombra da haste projetada no disco está dentro do "círculo concêntrico limite" no interior do próprio disco (ver figura ao lado)**. Se não for esse o caso, o ângulo entre os raios solares e a superfície do módulo é demasiado elevado e, por conseguinte, as medições realizadas pelo instrumento NÃO são fiáveis. **Repetir as operações noutras alturas do dia**



ATENÇÃO

- Quando o botão **START/STOP** (ou **Start** no ecrã) é premido, o instrumento pode emitir várias mensagens de erro (ver § 6.4.6) e, consequentemente, não efetuar o teste. Verificar e eliminar, se possível, as causas dos problemas antes de continuar
- As configurações feitas nos parâmetros de controle do instrumento podem ser modificadas a qualquer momento, mesmo durante a gravação.

16. Prima o botão **START/STOP (ou Start no visor)** para ativar o teste. Se não existirem condições de erro, o instrumento apresenta o ícone "⌛"no ecrã, juntamente com a mensagem "**Medição...**" durante alguns instantes. O teste pode demorar **até cerca de 20s**, consoante a tensão de circuito aberto e os parâmetros do módulo. Na ausência de conexão direta com o SOLAR03, o instrumento exibirá **apenas os valores medidos @OPC sem as referências dos valores de irradiação e temperatura do módulo** (ver Fig. 77) e é necessário aguardar o término da sessão de teste e a **posterior sincronização** com a unidade remota SOLAR03 para obter o resultado final (valores @ STC) dos testes realizados, conforme mostrado a seguir

Fig. 77: Resultado da medição da curva I-V @OPC com registo síncrona

17. Tocar no ícone para guardar o resultado da medição (ver § 7.1) ou no ícone para sair sem guardar

Fase 3

18. **No final da sessão de teste**, desligue a unidade remota SOLAR03 e volte a colocá-la nas proximidades do instrumento (ver Fig. 70 ou Fig. 71 – lado direito) e verifique a reconexão automática com ele
19. Tocar no botão "**SOLAR03**" para aceder à secção de controlo e gestão da unidade remota SOLAR03 (ver § 6.2) e aguardar a reconexão automática com o instrumento
20. Tocar no botão "**Iniciar/parar**" para **terminar** o registo atual. É apresentado o seguinte ecrã

Fig. 78: Terminação do registo síncrona em curso na unidade remota

21. Toque no botão para confirmar ou no botão para sair sem prosseguir
22. A sincronização das medições @OPC pendentes, a tradução dos valores @STC e o posterior salvamento são realizados **automaticamente** pelo instrumento. O parâmetro "**N medidas para sincronizar**" deve assumir o valor "0" uma vez concluídas as operações
23. Utilize o botão na presença de algum erro para reativar a sincronização novamente
24. Aceder à zona de memória (ver § 7.2) para recuperar as medições guardadas

ATENÇÃO

O instrumento traduz os valores @OPC para os valores @STC quando ocorrem as seguintes condições:

- Tensão **Voc > Voc mínimo = 15V**
- Valores de irradiação **frontal** (também válidos para módulos Bifaciais) considerados **superiores** ao limite mínimo definido no instrumento (>100W/m^2) e **estáveis** (variação entre o início e o final da campanha de medição **±20 W/m^2**)
- Tensão de circuito aberto Voc medida **consistente com o valor esperado** indicado na folha de dados do módulo
- Valor de temperatura do módulo incluído na escala **-40°C ÷ 100°C**
- Valor da corrente de curto-circuito **Isc > Iscmin = 0.2A**

25. Para a interpretação dos resultados das medições, ver § 6.6.5

6.6.5. Interpretação dos resultados das medições

Em geral, o resultado de um ensaio IVCK na medição de Voc e Isc é determinado pelas seguintes relações.

Medições sem unidade remota (sem irradiação e temperatura)

Dados os seguintes parâmetros:

VocMed → Valor médio da Voc calculado sobre as últimas 10 medições guardadas
IscMed → Valor médio da Isc calculado a partir das últimas 10 medições guardadas
Voc (Tol+) = **Tol%(+)Voc * VocMed** → Valor de tolerância positivo em Voc
Voc (Tol-) = **Tol%(-)Voc * VocMed** → Valor de tolerância negativa em Voc
Isc (Tol+) = **Tol%(+)Isc * IscMed** → Valor de tolerância positivo em Isc
Isc (Tol-) = **Tol%(-)Isc * IscMed** → Valor de tolerância negativo em Isc

$\varepsilon_{Instrum}$Voc → Erro instrumental máximo declarado em Voc @ OPC (ver § 10.1)

$\varepsilon_{Instrum}$Isc → Erro instrumental máximo declarado em Isc @OPC (ver § 10.1)

Os seguintes parâmetros de controle são calculados pelo instrumento:

ε_{Med}**Voc** = Voc (@OPC) – VocMed → Erro na medição de Voc @ OPC

ε_{Med}**Isc** = Isc (@OPC) – IscMed → Erro na medição de Isc @ OPC

As seguintes condições de parâmetros no resultado são tratadas pelo instrumento:

N	CONDIÇÕES	RESULTADO
1	➢ - Voc (Tol-) + $\varepsilon_{Instrum}$Voc ≤ ε_{Med}**Voc** ≤ Voc (Tol+) - $\varepsilon_{Instrum}$Voc ➢ - Isc (Tol-) + $\varepsilon_{Instrum}$Isc ≤ ε_{Med}**Isc** ≤ Isc (Tol+) - $\varepsilon_{Instrum}$Isc	✔
2	➢ - Voc (Tol-) ≤ ε_{Med}**Voc** ≤ Voc (Tol+) ➢ - Isc (Tol-) ≤ ε_{Med}**Isc** ≤ Isc (Tol+)	✔*
3	➢ - Voc (Tol-) - $\varepsilon_{Instrum}$Voc ≤ ε_{Med}**Voc** ≤ Voc (Tol+) + $\varepsilon_{Instrum}$Voc ➢ - Isc (Tol-) - $\varepsilon_{Instrum}$Isc ≤ ε_{Med}**Isc** ≤ Isc (Tol+) + $\varepsilon_{Instrum}$Isc	✖
4	➢ Nenhuma das relações (1), (2) e (3) é verificada	✖

Medições com unidade remota (irradiação e temperatura)

Dados os seguintes parâmetros:

VocNom → valor nominal da tensão de circuito aberto Voc (declarado pelo fabricante)
IscNom → valor nominal da corrente de curto-circuito Isc (declarado pelo fabricante)
Voc (Tol+) = Tol%(+)Voc * VocNom → Valor de tolerância positiva em Voc
Voc (Tol-) = Tol%(-)Voc * VocNom → Valor de tolerância negativa em Voc
Isc (Tol+) = Tol%(+)Isc * IscNom → Valor de tolerância positiva em Isc
Isc (Tol-) = Tol%(-)Isc * IscNom → Valor de tolerância negativa Isc

$\varepsilon_{Instrum}$Voc → Erro instrumental máximo declarado em Voc @ STC (ver § 10.1)

$\varepsilon_{Instrum}$Isc → Erro instrumental máximo declarado em Isc @ STC (ver § 10.1)

Os seguintes parâmetros de controle são calculados pelo instrumento:

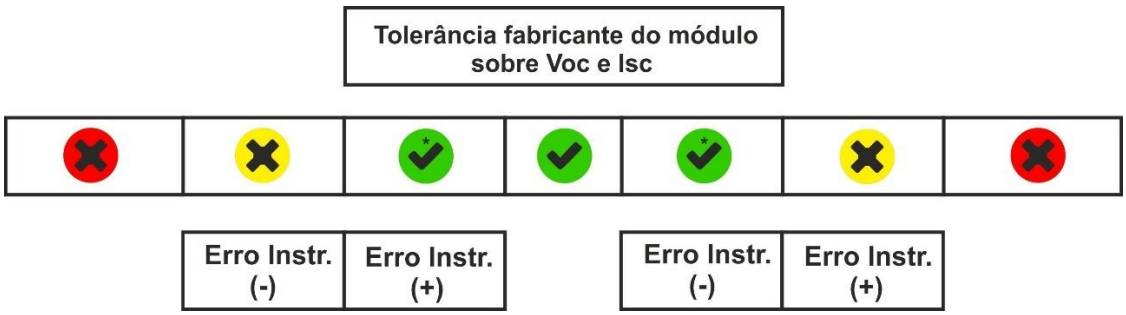
ε_{Med}**Voc** = Voc (@STC) – VocNom → Erro na medição de Voc @ STC

ε_{Med}**Isc** = Isc (@STC) – IscNom → Erro na medição de Isc @ STC

NOTA: os valores de Voc (@STC) e Isc (@STC) são obtidos de acordo com **IEC/EN60891**

As seguintes condições paramétricas do resultado da medição são tratadas pelo instrumento:

N	CONDIÇÕES	RESULTADO
1	➢ - Voc (Tol-) + $\varepsilon_{Instrum}$Voc ≤ ε_{Med}**Voc** ≤ Voc (Tol+) - $\varepsilon_{Instrum}$Voc ➢ - Isc (Tol-) + $\varepsilon_{Instrum}$Isc ≤ ε_{Med}**Isc** ≤ Isc (Tol+) - $\varepsilon_{Instrum}$Isc	✔
2	➢ - Voc (Tol-) ≤ ε_{Med}**Voc** ≤ Voc (Tol+) ➢ - Isc (Tol-) ≤ ε_{Med}**Isc** ≤ Isc (Tol+)	✔*
3	➢ - Voc (Tol-) - $\varepsilon_{Instrum}$Voc ≤ ε_{Med}**Voc** ≤ Voc (Tol+) + $\varepsilon_{Instrum}$Voc ➢ - Isc (Tol-) - $\varepsilon_{Instrum}$Isc ≤ ε_{Med}**Isc** ≤ Isc (Tol+) + $\varepsilon_{Instrum}$Isc	✖
4	➢ Nenhuma das relações (1), (2) e (3) é verificada	✖



Exemplo de aplicação (medição com unidade remota)

- Nome do módulo: **LR5-54HIH-410M (fabricante LONGI)**
- Tipo de módulo: Monofaciais
- Tensão nominal Voc declarada (@STC): 37.3V
- Corrente de curto-circuito nominale Isc declarada (@ STC): 13.88A
- Tolerância Voc: ±5%
- Tolerância Isc: ±10%
- Irradiância frontal medido: 577 W/m^2
- Temperatura do módulo (@STC): 25°C
- Tensão sem carga Voc calculada pelo instrumento (@STC): 37.1V
- Corrente de curto-circuito Isc calculada pelo instrumento (@STC): 10.53A

Voc (Tol+) = Tol%(+)Voc * VocNom = 0.05 * 37.3V = 1.9V
Voc (Tol-) = Tol%(-)Voc * VocNom = 0.05 * 37.3V = 1.9V
Isc (Tol+) = Tol%(+)Isc * IscNom → = 0.1 * 13.88 = 1.39A
Isc (Tol+) = Tol%(-)Isc * IscNom → = 0.1 * 13.88 = 1.39A

$\varepsilon_{Instrum}$Voc = ±(37.1 * 0.04 + 0.2) = ±1.7V

$\varepsilon_{Instrum}$Isc = ±(10.53 * 0.04 + 0.02) = ±0.44A

ε_{Med}**oc** = Voc (@STC) - VocNom = 37.1 - 37.3 = - 0.2V

ε_{Med}**Isc** = Isc (@STC) - IscNom = 10.53 - 13.88 = - 3.35A

Condições de comparação:

Tensão Voc → -1.9 + 1.7 ≤ - 0.2 ≤ 1.9 – 1.7 → Condição 1 verificada → **Resultado** ✔
Corrente Isc → -1.39 + 0.44 ≤ -3.35 ≤ 1.39 – 0.44 → Condição 1 NÃO verificada
Corrente Isc → -1.39 ≤ -3.35 ≤ 1.39 → Condição 2 NÃO verificada
Corrente Isc →-1.39 - 0.44 ≤ -3.35 ≤ 1.39 + 0.44 → Condição 3 NÃO verificada
Corrente Isc → Condição 4 verificada → **Resultado** ✖

7. MEM – ARMAZENAMENTO DE RISULTADOS

O instrumento permite armazenar **até 9999** resultados de medição (curvas I-V ou ensaios IVCK). Os resultados dos testes podem ser organizados e agrupados numa estrutura semelhante à da instalação FV testada, associando **até 3 níveis** diferentes de marcadores para cada uma das posições de memória utilizadas, de modo a detalhar a localização correspondente da medição. Por exemplo, um local de ensaio como "Instalação XX", "Fio YY", "Módulo "ZZ" pode ser introduzido na memória e associado à medição efetuada

7.1. MEDIDAS DE POUPANÇA

1. Com a medição disponível no ecrã tocar no ícone para iniciar o processo de memorização. **Ao guardar pela primeira vez (memória vazia), deve ser definido um marcador de primeiro nível** e o seguinte ecrã é apresentado no visor

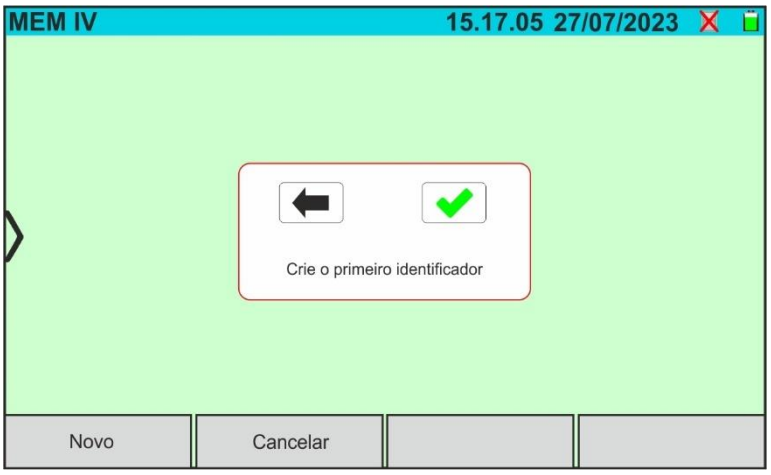


Fig. 79: Memorização do resultado de medição - Passo 1

2. Toque no botão para confirmar. O ecrã seguinte é apresentado no visor:

Fig. 80: Memorização do resultado de medição - Passo 2

3. O instrumento propõe uma lista de possíveis marcadores predefinidos que pode selecionar. Utilize o teclado alfanumérico virtual para definir uma nova cadeia de marcadores (ex: "PLANTA A") (**max 250 marcadores**) e toque no botão (ENTER) para confirmar. O nome definido aparece na lista de marcadores realçados a azul claro, como mostra a figura seguinte

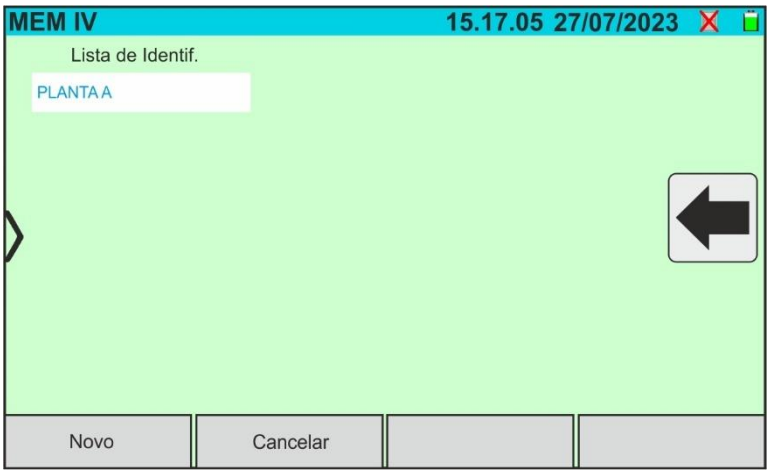


Fig. 81: Memorização do resultado de medição - Passo 3

4. Com o marcador de primeiro nível realçado, toque no botão "**Novo**" para definir um nome possível para um marcador de **segundo nível**. É apresentado o seguinte ecrã:

Fig. 82: Memorização do resultado de medição - Passo 4

5. Utilize o teclado alfanumérico virtual para definir o marcador de segundo nível (ex: "STRING 1") e toque no botão ↵ (ENTER) para confirmar. O nome definido aparece na lista dos marcadores realçados **a azul claro**, como mostra a figura seguinte:

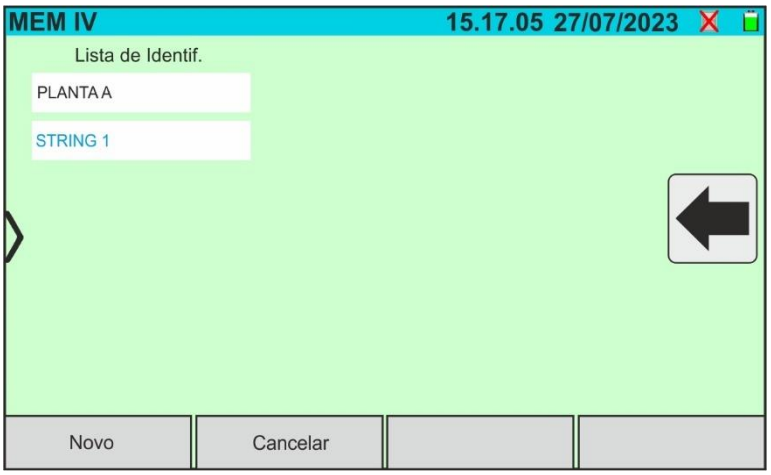


Fig. 83: Memorização do resultado de medição - Passo 5

6. Com o marcador de segundo nível realçado, tocar no botão **'Novo'** para definir um nome possível para um marcador de **terceiro nível.** No visor aparece o seguinte ecrã:

Fig. 84: Memorização do resultado de medição - Passo 6

7. Utilize o teclado alfanumérico virtual para definir o marcador de **terceiro** nível (ex: "MÓDULO X") e toque no botão ↵ (ENTER) para confirmar. O nome definido aparece na lista dos marcadores realçados **a azul claro**, como mostra a figura seguinte:

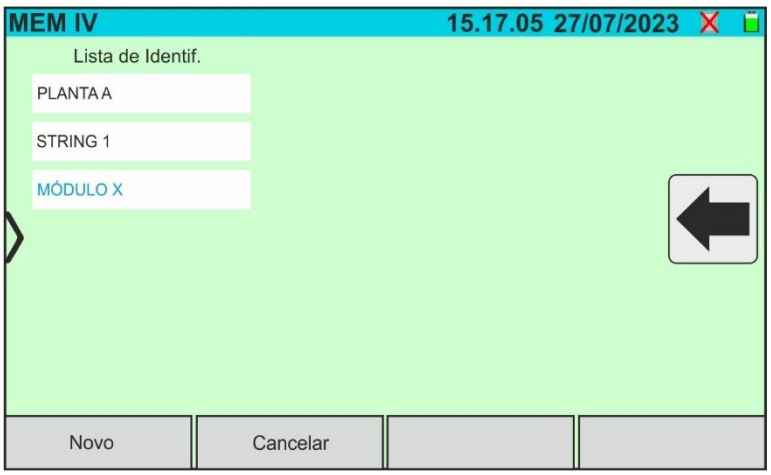


Fig. 85: Memorização do resultado de medição - Passo 7

8. Toque no ícone "⬅" para sair da secção. O seguinte ecrã aparece no visor

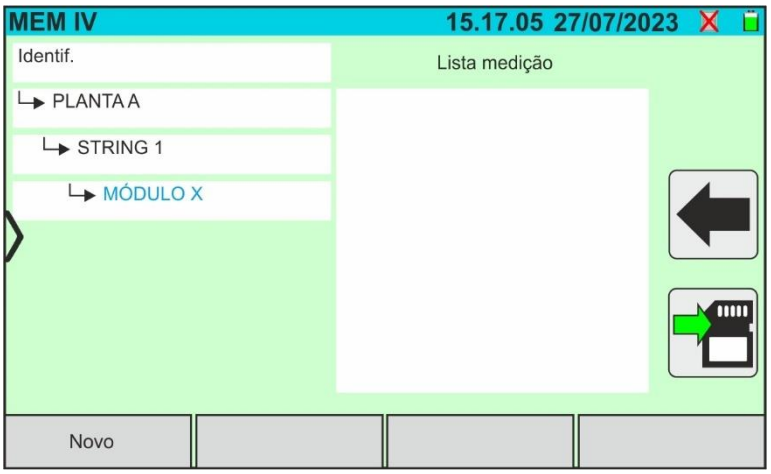


Fig. 86: Memorização do resultado da medição - Conclusão

9. Toque novamente no ícone para **terminar de guardar a medição** sob o marcador azul destacado (ex: 'MÓDULO X' do terceiro nível) e voltar ao ecrã principal de medição

10. Se quiser definir um novo marcador de primeiro nível, toque no botão "**Novo primeiro nevel**" que aparece no ecrã seguinte:

Fig. 87: Definição de um novo marcador de primeiro nível

11. Utilizar o teclado virtual como descrito acima

ATENÇÃO

- O número máximo de **marcadores de primeiro nível** que podem ser definidos, para cada idioma, é de **250**
- O número máximo de medições que podem ser guardadas em qualquer nível de marcador é de **500**
- O número máximo de nós na árvore de medição (soma de todos os níveis de primeira, segunda e terceira ordem) é de **999**
- O número máximo de cadeias que podem ser introduzidas na lista de marcadores reutilizáveis é **250**

7.2. CHAMAR OS RESULTADOS NO ECRÃ

1. Tocar no ícone "**Memória**" no menu geral para chamar os dados no ecrã. É apresentado no ecrã um exemplo do seguinte ecrã

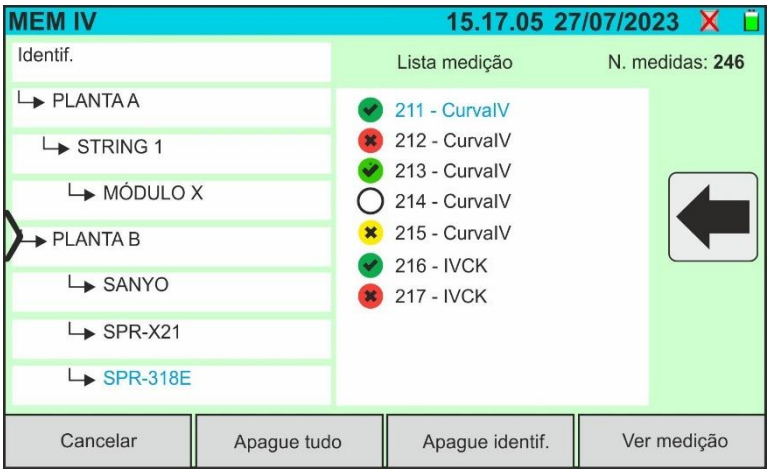


Fig. 88: Visualização dos resultados

2. Tocar no marcador pretendido na parte esquerda do ecrã. O lado direito mostra as medições guardadas por baixo dele, bem como a posição de memória considerada. O parâmetro "**N. medidas**" indica o número total de medições salvas na memória interna (máx. 9999)
3. São possíveis as seguintes indicações:

   - → Resultado medição da curva I-V ou teste IVCK **correto** (resultado OK)
   - → Resultado medição da curva I-V ou teste IVCK **incorreto** (resultado NÃO OK)
   - → Resultado medição da curva I-V ou teste IVCK **correto menos o erro do instrumento**
   - → Resultado medição da curva I-V ou teste IVCK **incorreto menos o erro do instrumento**
   - → Resultado medição da curva I-V ou teste IVCK **sem valores @STC** (apenas valores @OPC)

4. Selecionar uma medição destacando-a a azul e tocar no botão "**Ver medição**" para a chamar no visor. No caso da Fig. 71, é apresentado o seguinte ecrã para a medição da curva IV:

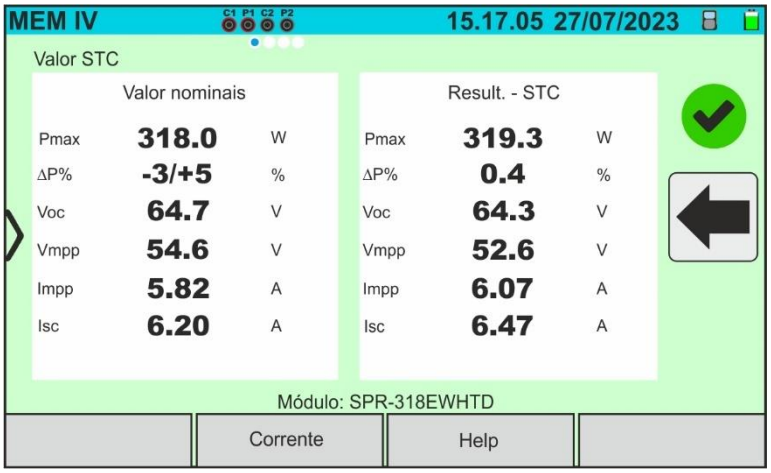


Fig. 89: Recuperação dos resultados de medição da curva IV - valores @STC

5. Tocar no botão "**Corrente**" para visualizar a curva I-V @STC. É apresentado o seguinte ecrã:

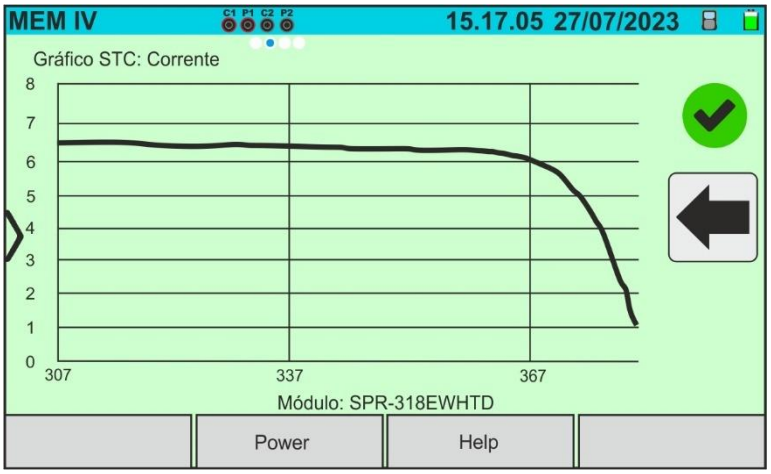


Fig. 90: Recuperação dos resultados de medição da curva I-V - Curva de corrente @STC

6. Tocar no botão "**Power**" para visualizar a curva de potência I-V @STC, como indicado na figura abaixo:

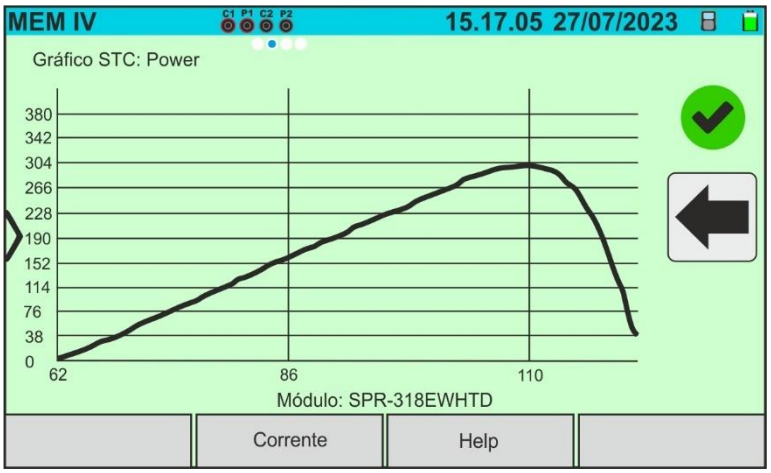


Fig. 91: Recuperação dos resultados de medição da curva I-V - Curva de potência @STC

7. Percorrer o ecrã para a direita para visualizar os valores @OPC. É apresentado o seguinte ecrã:

Fig. 92: Memorização dos resultados de medição da curva I-V - valores @OTC

8. Tocar no botão "**Corrente**" para visualizar a curva I-V @OPC. É apresentado o seguinte ecrã:

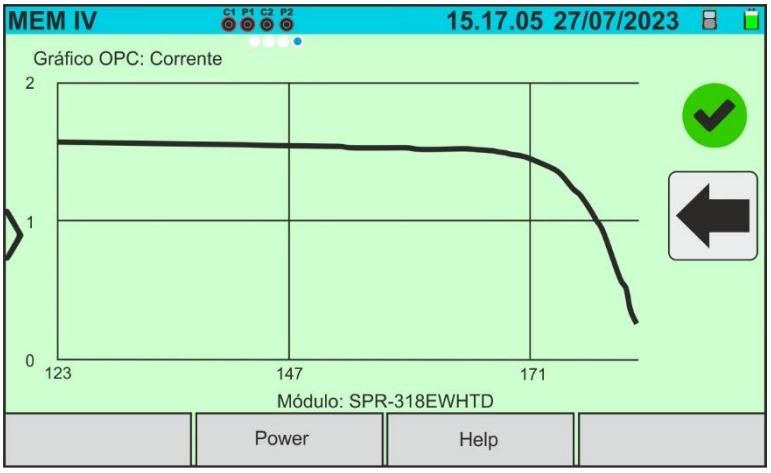


Fig. 93: Memorização dos resultados de medição da curva I-V - Curva de corrente @OPC

9. Tocar no botão "**Power**" para visualizar a curva de potência @OPC. É apresentado o seguinte ecrã:

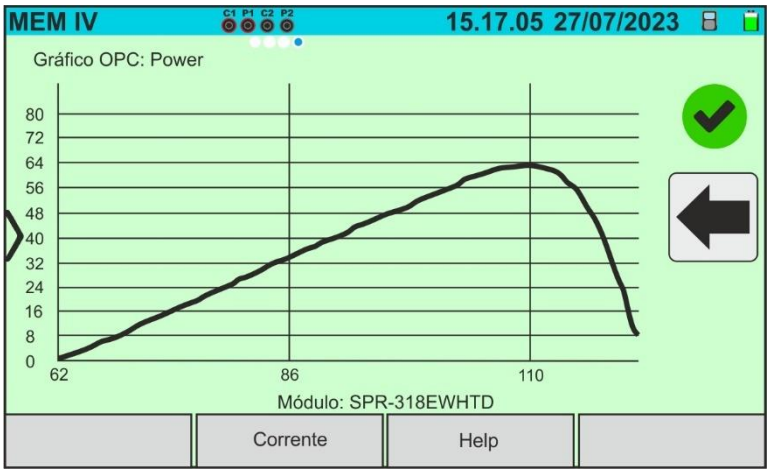


Fig. 94: Recuperação dos resultados de medição da curva I-V - Curva de potência @OPC

10. Toque no ícone "⬅" para voltar ao ecrã principal
11. <u>Se os resultados do teste IVCK forem chamados no visor</u> é apresentado o seguinte ecrã:

Fig. 95: Recuperação dos resultados do teste IVCK @STC

7.3. CANCELAMENTO DE RESULTADOS

1. Tocar no ícone **"Memória"** no menu geral para aceder aos dados do visor (ver fig. 71)
2. Selecionar (realçar a azul) um teste no visor e tocar no botão **"Cancelar"**. No visor aparece a seguinte mensagem:

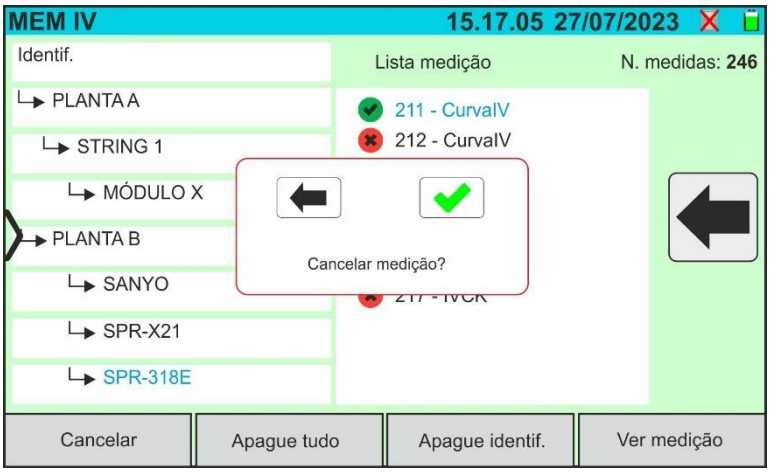


Fig. 96: Cancelar um resultado de medição

3. Toque no botão para confirmar o cancelamento da medição ou no botão para sair sem prosseguir
4. Tocar no botão **"Apague tudo"** para cancelar todas as medições na memória. É apresentada a seguinte mensagem no ecrã:

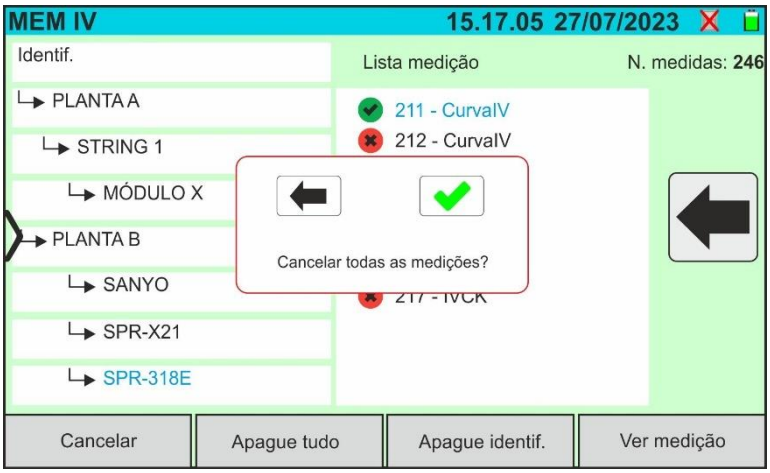


Fig. 97: Cancelamento de toda a memória interna

5. Toque no botão para confirmar a eliminação de toda a memória interna ou no botão para sair sem prosseguir
6. Selecione (destaque azul) um marcador no visor e toque no sensor de superfície "**Apague identif.**". No visor aparece a seguinte mensagem

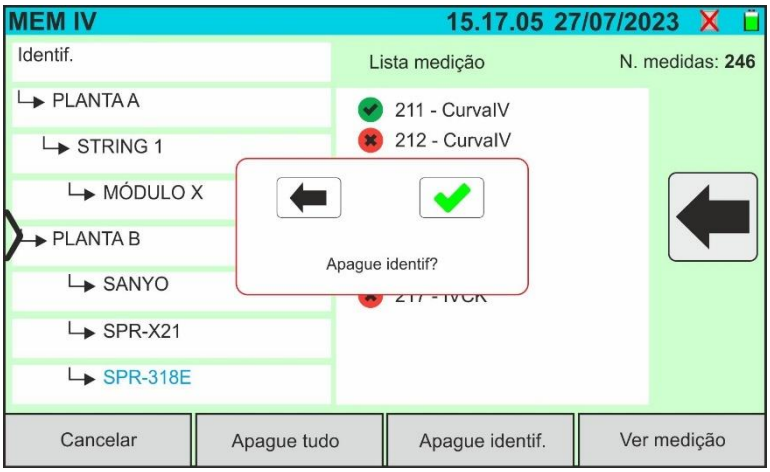
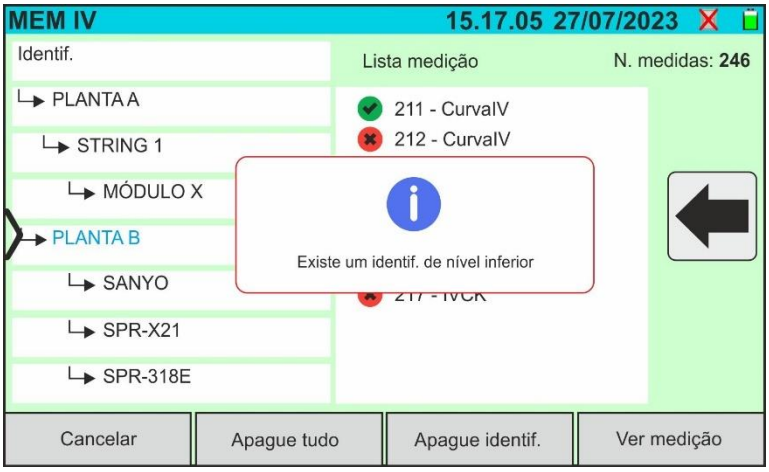


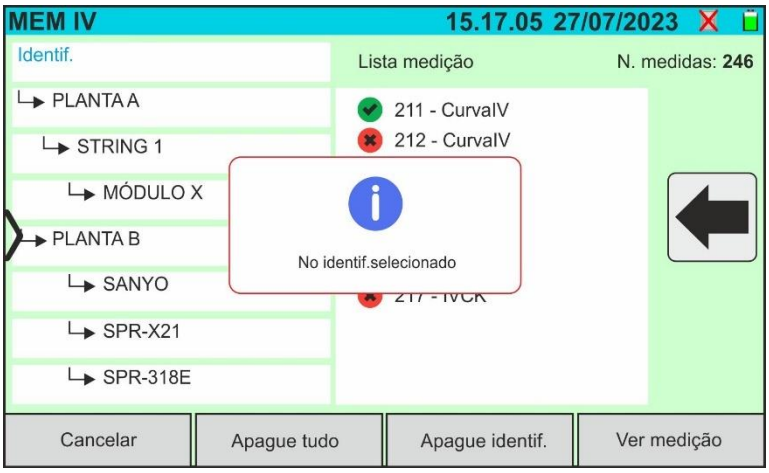
Fig. 98: Cancelar um marcador interno

7. Toque no botão para confirmar a eliminação do marcador **juntamente com quaisquer medições nele incluídas**, ou no botão para sair sem prosseguir

7.3.1. Situações anómalas

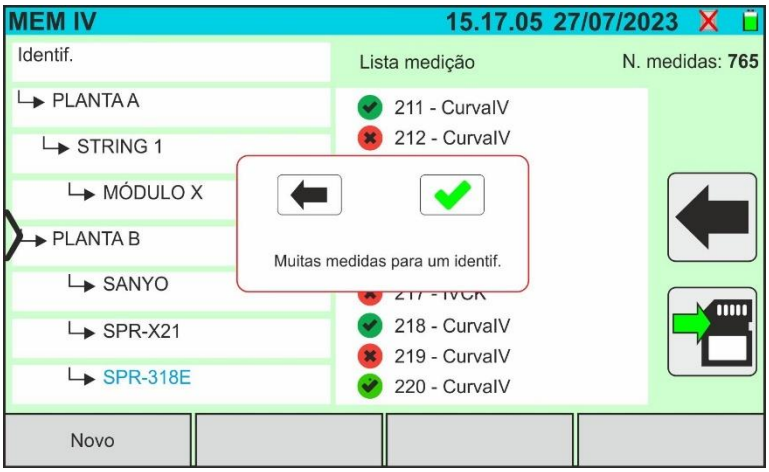


Se for necessário remover um marcador de nível superior realçado, o instrumento não efetua a operação e apresenta a mensagem mostrada na figura ao lado. Remover primeiro **todos os marcadores de nível inferior**



Com a palavra **"Marcadores"** realçada, se for tentada a eliminação de um marcador, o instrumento apresenta a mensagem mostrada na figura ao lado e não efetua a operação. **Selecionar um marcador válido**

Com um marcador de terceiro nível selecionado, tocar no separador **'Novo'** mostra a ferramenta tal como é mostrada na figura ao lado e não executa a operação. **Não é possível definir marcadores para além do terceiro nível**



Se, durante o salvamento, tentar associar uma medição a um marcador no qual esteja presente o número máximo de medições possíveis (**máx. 500**), o instrumento mostra a mensagem mostrada na figura ao lado e não realiza a operação. Baixe as medições para o PC e exclua-as antes de salvar novamente

8. LIGAÇÃO DO INSTRUMENTO A UM COMPUTADOR

A ligação entre o computador e o instrumento é feita através da porta USB-C (ver Fig. 2) utilizando o cabo C2010 fornecido ou através de uma ligação WiFi. A escolha do tipo de ligação é efetuada no software de gestão HTAgorà

ATENÇÃO

Para efetuar a transferência de dados para um PC, é necessário ter instalado previamente o SW de gestão HTAgorà disponível para download no site **www.ht-instruments.com**

Ligação através de cabo USB-C

1. Ligar o instrumento premindo o botão **ON/OFF**
2. Ligue o instrumento a um PC utilizando o cabo USB-C **C2010** fornecido
3. Utilizar os comandos do software de gestão HTAgorà para ativar a transferência de dados

Ligação via WiFi

1. 1. Ligar o instrumento premindo o botão **ON/OFF**
2. 2. Tocar no ícone "**Config.**" no menu geral e arrastar a roda do polegar correspondente à função **"WiFi"** para a posição "**ON**", como mostra a seguinte captura de ecrã

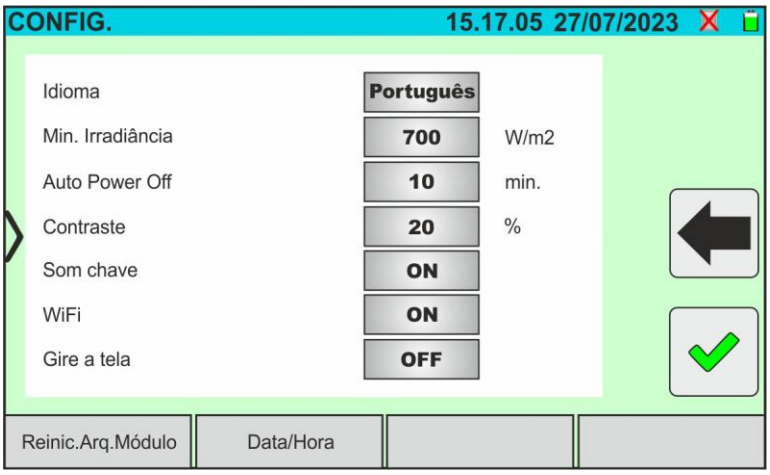


Fig. 99: Ativação da ligação WiFi

3. Toque no ícone para guardar a definição. O ícone "" é apresentado no canto superior direito do ecrã
4. Ativar a ligação WiFi no PC de destino (por exemplo, utilizando uma pen WiFi instalada e ligada a uma porta USB). Selecionar e ligar a rede WiFi disponibilizada pela ferramenta nas definições "Network Connections" (Ligações de rede) → "Wireless Networks" (Redes sem fios) no PC
5. Utilizar os comandos do software de gestão HTAgorà para ativar a transferência de dados

9. MANUTENÇÃO

9.1. GENERALIDADES

Durante a utilização e o armazenamento, respeitar as recomendações indicadas neste manual para evitar possíveis danos ou perigos para o operador. Não utilizar o instrumento em ambientes com humidade ou temperatura externo às condições ambientais indicadas no § 10.3. Não expor à luz solar direta. Desligar sempre o instrumento após a utilização. **Se o instrumento não for utilizado durante um longo período de tempo, retirar as pilhas para evitar fugas de líquidos que possam danificar os circuitos internos.**

9.2. SUBSTITUIÇÃO OU RECARGA DAS BATERIAS INTERNAS

Quando o símbolo de pilha fraca "", aparecer no visor, substitua (se estiver a utilizar pilhas alcalinas) ou recarregue (se estiver a utilizar pilhas recarregáveis NiMH).

ATENÇÃO

- Apenas técnicos qualificados podem efetuar esta operação. Antes de efetuar esta operação, certifique-se de que todos os cabos são retirados dos terminais de entrada.
- Utilize apenas a **unidade de alimentação eléctrica HT** fornecida para recarregar as baterias, para evitar possíveis danos no instrumento
- Substitua as pilhas descarregadas no **máximo em 10 minutos**. Caso contrário, o instrumento poderá perder a data/hora interna, que terá de ser reposta.

Substituir as pilhas internas

1. Desligar o instrumento
2. Retirar os cabos dos terminais de entrada
3. Desaperte o parafuso que fixa a tampa do compartimento das pilhas (ver Fig. 1 - parte 6) e retire-a
4. Retirar todas as pilhas alcalinas e substituí-las por novas do mesmo tipo (ver § 10.2) respeitando as polaridades indicadas (ver Fig. 3)
5. Voltar a colocar a tampa do compartimento das pilhas e fixá-la com o parafuso fornecido.
6. Cuide do meio ambiente, não deitar fora as pilhas usadas. Utilizar os contentores adequados para o efeito.

Recarregar as baterias internas

A recarga completa das baterias deve ser **sempre realizada** utilizando a fonte de alimentação externa fornecida. A fonte de alimentação externa recarrega as baterias com o **instrumento ligado e desligado**. Não recarregue baterias alcalinas. Proceda da seguinte forma:

1. Retirar os cabos dos terminais de entrada
2. Deslocar o cursor das entradas para a direita (ver fig. 1 - parte 9) de modo a que a entrada "Ext P.Supply" fique disponível
3. Ligar o instrumento
4. Ligar a fonte de alimentação externa ao instrumento e ligá-la à rede elétrica. O símbolo "" parece no canto superior direito do visor para indicar que as baterias internas estão a ser recarregadas.
5. Continuar o carregamento até aparecer o ícone "" ao retirar a fonte de alimentação externa

9.3. LIMPEZA DO INSTRUMENTO

Utilizar um pano macio e seco para limpar o instrumento. Nunca utilizar panos húmidos, solventes, água, etc.

10. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

10.1. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Incerteza indicada como ±[%leitura + (núm. dígitos* resolução)] a 23°C ± 5°C, <80%RH

FUNÇÃO MULTÍMETRO

DMM - Tensão CC

Escala [V]	Resolução [V]	Incerteza
3 ÷ 1500	1	±(1.0%leitura + 2dgt)

MEDIDA DA CURVA I-V E TESTE IVCK

I-V, IVCK: Tensão CC (@ OPC)

Escala [V]	Resolução [V]	Incerteza (*)
15.0 ÷ 1500.0	0.1	±(0.2%Voc)

(*) De acordo com a norma IEC/EN60904-1; As medições começam com VCC > 15V e capacitância do módulo <30µF

I-V, IVCK: Corrente CC (@ OPC)

Escala [A]	Resolução [A]	Incerteza (*)
0.20 ÷ 40.00	0.01	±(0.2%Isc)

(*) De acordo com a norma IEC/EN60904-1; Iscmin = 0,2A e capacidade do módulo <30µF

I-V: Potência CC (@ OPC) (VCC > 30V)

Escala [W]	Resolução [W]	Incerteza
50 ÷ 9999	1	±(1.0%leitura + 6dgt)
10.00k ÷ 59.99k	0.01k	

Tensão VCC ≥ 30V e capacitância do módulo <30µF

I-V, IVCK: Tensão CC (@ STC)

Escala [V]	Resolução [V]	Incerteza
3.0 ÷ 1500.0	0.1	±(4.0%leitura + 2dgt)

I-V, IVCK: Corrente CC (@ STC)

Escala [A]	Resolução [A]	Incerteza
0.20 ÷ 40.00	0.01	±(4.0%leitura + 2dgt)

I-V: Potência CC @ STC (referente a 1 módulo)

Escala [W]	Resolução [W]	Incerteza
50 ÷ 9999	1	±(4.0%leitura + 2dgt)

Capacidade do módulo <30µF

ATENÇÃO

O instrumento realiza medições de curvas I-V e test IVCK mesmo **em módulos fotovoltaicos com uma eficiência >19%**

10.2. CARACTERÍSTICAS GERAIS

Normas de referência

Segurança dos instrumentos:	IEC/EN61010-1, IEC/EN61010-2-030
EMC:	IEC/EN61326-1
Documentação técnica:	IEC/EN61187
Acessórios de medição de segurança:	IEC/EN61010-031
Medidas:	IEC/EN60891, IEC/EN60904-1-2 (curve I-V) IEC/EN62446, IEC/EN60904-1-2 (test IVCK)
Temperatura do módulo (Auto) :	IEC/EN60904-5
Ambiente EMC de uso:	portátil, Classe A, Grupo 1
Isolamento:	duplo isolamento
Grau de poluição:	2
Categoria de medição:	CAT III 1500VCC, máx 1500VCC entre entradas

Rádio

Conformidade as diretivas RED:	ETSI EN300328, ETSIEN301489-1, ETSIEN301489-17

Capacidades de medição	6,5 MWh/hora (@Voc=1500V,Isc=40A - 108 testes/hora) não é necessário arrefecimento, independentemente da temperatura ambiente

Ecrã, memória e interface para PC

Tipo de ecrã:	TFT a cores, ecrã tátil capacitivo, 7", 800x480pxl
Tipo de memória:	Cartão de memória, máx. 32GB (não expansível)
Archivo módule FV:	aprox 63.000 módulos guardáveis
Dados armazenáveis:	9999 Ensaio IVCK ou curvas I-V
Interface para PC:	USB-C e WiFi
Interface com o SOLAR03:	ligação Bluetooth (até 100m em espaço livre)

Fonte de alimentação

Alimentação interna:	8x1,5V pilhas alcalinas tipo AA LR06 ou 8x1,2V pilhas recarregáveis NiMH tipo AA
Alimentação externa:	alimentação externa 100-415VAC/15VCC, 50/60Hz CAT IV 300V (utilizar apenas acessórios HT)
Consumo:	8W
Indicação de bateria fraca:	símbolo “ “ apresentado no ecrã
Tempo de carga:	cerca de 4 horas
Duração da bateria (de 0°C a 40°C):	8 horas nas seguintes condições: ➢ Capacidade da bateria: 2000mAh ➢ Tensão da cadeia FV: 800V ➢ Ciclos de trabalho: 80 medições/hora ➢ Instrumento ligados durante 30s/medição ➢ Instrumentos desligado para 15s/medição
Desligamento automático:	1 ÷ 10min selecionável (pode ser desativado)

Características mecânicas

Dimensões (L x La x H)	336 x 300 x 132mm
Peso (incluindo baterias):	5.5kg
Proteção mecânica:	IP40 (caixa aberta), IP67 (caixa fechada)

10.3. CONDIÇÕES AMBIENTAIS DE UTILIZAÇÃO

Temperatura de referência:	23°C ± 5°C
Temperatura de utilização:	-10°C ÷ 50°C
Humidade relativa admissível:	<80%RH
Temperatura de armazenamento:	-20°C ÷ 60°C
Humidade de armazenamento:	<80%RH
Altitude máxima de utilização:	2000m

ATENÇÃO PARA O BRASIL

Este equipamento não tem direito à proteção contra interferência prejudicial e não pode causar interferência em sistemas devidamente autorizados **Resolução Anatel 680**

Este instrumento está em conformidade com os requisitos da Diretiva Europeia de Baixa Tensão 2014/35/UE (LVD), da Diretiva EMC 2014/30/UE e da Diretiva RED 2014/53/UE
Este instrumento está em conformidade com os requisitos da Diretiva Europeia 2011/65/UE (RoHS) e da Diretiva Europeia 2012/19/UE (WEEE)

10.4. ACESSÓRIOS

Ver lista de embalagem alegada

ATENÇÃO

Só os acessórios fornecidos com o instrumento garantem as normas de segurança. Devem estar em bom estado e ser substituídos, se necessário, por modelos idênticos

11. APÊNDICE

11.1. MEDIÇÃO DA CARACTERÍSTICA I-V

O instrumento foi criado para realizar testes e medições em módulos FV constituídos por um número adequado de células fotovoltaicas, a fim de detetar as suas caraterísticas I-V (corrente-tensão) que os identificam construtivamente, com base na norma de referência IEC/EN60891.

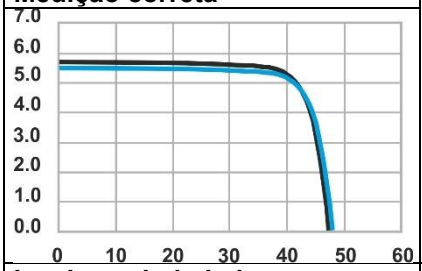
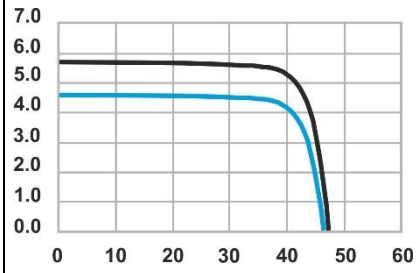
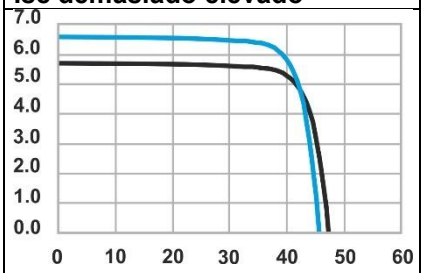
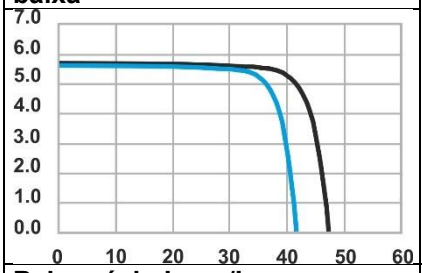
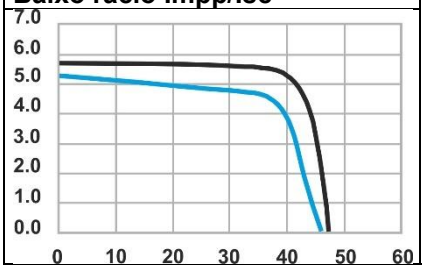
Os testes podem ser efetuados em módulos individuais ou numa **cadeia FV** (conjunto de módulos FV), cujo conjunto constitui o que é normalmente designado por "gerador FV", parte integrante de uma instalação FV monofásica ou trifásica

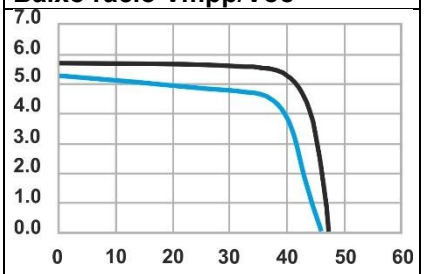
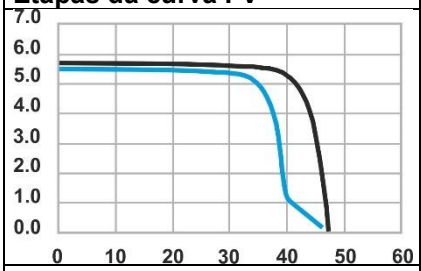
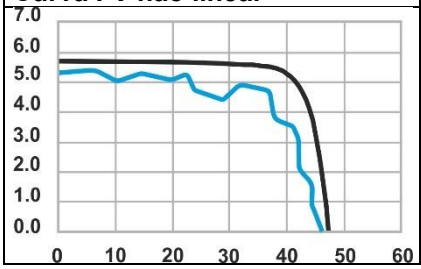
11.1.1. Aspetos teóricos sobre a medição da caraterística I-V

Teoricamente, o ensaio da caraterística I-V é efetuado da seguinte forma:

- O instrumento efetua a medição da caraterística I-V no módulo a ele ligado, bem como a medição da irradiância e da temperatura do módulo.
- O resultado da medição é automaticamente "traduzido" para a condição **S**tandard **T**est **C**ondition (STC) de irradiação igual a **1000W/m^2** e temperatura do módulo igual a **25°C**. Para obter resultados exatos em conformidade com este manual, recomenda-se que se sigam as especificações do § 10.1
- É efetuada uma verificação entre a potência nominal máxima, com a margem de tolerância percentual declarada pelo produtor do módulo e introduzida no tipo de módulo previamente selecionado no instrumento (ver § 6.3.1), e o valor medido
- Se a verificação estiver dentro da margem de tolerância declarada, o resultado do ensaio será "OK" ou "NÃO OK", caso contrário, o módulo FV não satisfaz os requisitos declarados pelo produtor (ver § 6.4.5)

11.2. ERROS TÍPICOS NA MEDIÇÃO DA CURVA I-V E POSSÍVEIS SOLUÇÕES

Medidas	Evento	Solução
Medição correta 	• A curva medida extrapolada para as condições STC (azul) é congruente com a curva ideal do produtor (preto)	• Sem erro, guardar os dados e testar noutra cadeia
Isc demasiado baixo 	• Sensor de irradiação orientado de forma diferente da corda em teste • Reflexos no sensor de irradiação • Seleção incorreta do módulo na configuração do sistema FV • Contaminação ambiental no módulo (sujidade, neve, detritos) • Obstruções a média distância (sombreamento) • Envelhecimento	• Orientar corretamente o sensor de radiação • Configurar corretamente o instrumento • Limpar os módulos • Remover as obstruções • Verificar os módulos quanto a sombreamento, humidade, etc. • Substituir os módulos danificados
Isc demasiado elevado 	• Sensor de irradiação orientado de forma diferente da corda em teste • Reflexos no sensor de irradiação • Sujidade no sensor de irradiação • Seleção incorreta do módulo na configuração do sistema FV • Sensor de irradiação danificado	• Orientar corretamente o sensor de radiação • Limpar o sensor de radiação • Remover as obstruções • Verificar os módulos quanto a sombreamento, humidade, etc. • Verificar as definições do aparelho • Substituir o sensor de irradiância danificado
Tensão em vazio demasiado baixa 	• Medição de temperatura baixa • Seleção incorreta do número de módulos na configuração do sistema fotovoltaico • Díodos de bypass em curto-circuito	• Ligar corretamente o termopar na caixa típica do módulo • Selecionar o modo AUTO • Configurar corretamente o instrumento • Substituir os módulos danificados
Baixo rácio Impp/Isc 	• Sujidade nos módulos • Problemas de sombreamento • Correspondência incorreta das correntes • Degradação da resistência de derivação da célula	• Limpar os módulos • Remover o sombreamento dos módulos • Verificar a correspondência de corrente • Substituir os módulos danificados

Baixo rácio Vmpp/Voc 	• Queda de tensão nos cabos de string do módulo FV	• Verificar cabos, conectores, contactos e ligações de fios • Verificar o comprimento e a secção transversal dos cabos de ligação • Verificar os módulos quanto a ligações incorretas ou oxidação • Substituir os módulos danificados
Etapas da curva I-V 	• Sombreamento pequeno ou parcial de um módulo de fio medido • Reflexões • Contaminação ambiental casual dos módulos (sujidade, neve, detritos, etc.) • Células ou vidros partidos • Peças queimadas	• Remover as obstruções • Repetir o teste depois de remover as obstruções • Remover os reflexos • Limpar os módulos • Verificar a correspondência de corrente • Substituir os módulos danificados
Curva I-V não linear 	• Irradiação instável durante a medição • Sombreamento dos módulos em padrão "mancha de leopardo • Baixa irradiação durante a medição	• Repetir o ensaio em condições de céu limpo • Repetir a medição com uma irradiância mínima de 700W/m2 (IEC/EN60891)

11.3. CÁLCULO DESEMPENHO PERCENTAGEM ANUAL

Os fabricantes fornecem nas fichas técnicas dos módulos FV informação sobre a **desempenho percentagem anua**l de ao longo de um determinado número de **anos de serviço**. Estas indicações são normalmente mostradas com uma função linear como a que é apresentada na Fig. 23 ou apenas como uma descrição textual que deve ser correctamente interpretada para definir a situação acima referida no instrumento.

Com base nesta informação, com a programação adequada dos parâmetros internos **Efic.@An1, Efic.@An2, Anos@Efic.1, Anos@Efic.2** na secção DB (ver § 6.3), o instrumento tem em conta o efeito de decaimento na avaliação do resultado final da medição da curva I-V conforme indicado no § 6.4.5.

ATENÇÃO

Preste especial atenção à programação dos parâmetros **Efic.@An1, Efic.@An2, Anos@Efic.1** e **Anos@Efic.2** para evitar **possíveis resultados negativos incorretos nos resultados** das medições da curva I-V

Em geral, a desempenho % é calculado pelo instrumento com base na seguinte relação:

$$DesempEfic\% = \frac{Efic.@An1 - Efic.@An2}{Anos@Efic.2 - Anos@Efic.1} \qquad [1]$$

A relação [1] é determinada com base nas características presentes na ficha técnica do módulo fotovoltaico. Alguns exemplos são fornecidos abaixo para estabelecer ideias.

Exemplo 1 → Parâmetros determinados com descrição textual na ficha técnica

A folha de dados do fabricante diz o seguinte:

*(…) com a garantia de rendimento linear, a XXXXXXXX garante uma redução máxima progressiva do rendimento de **0,7% ao ano** durante **25 anos**, um claro valor acrescentado face à garantia escalar padrão no setor (…)*

Nesta situação os dados disponíveis são:

- DesempEfic% anual = 0.7%
- Efic.@An1 = 100% – 0.7% = **99.3%** → Desempenho do módulo após 1 ano de serviço
- Anos@Efic.1 = 1
- Efic.@An2 = **82.5%** → Desempenho do módulo após 25 anos de serviço, obtido a partir de fórmula inversa de [1]
- Anos@Efic.2 = 25

Com os dados obtidos no texto, a relação [1] fornece o **DesempEfic% = 0,7%** que será o valor calculado e considerado pela ferramenta

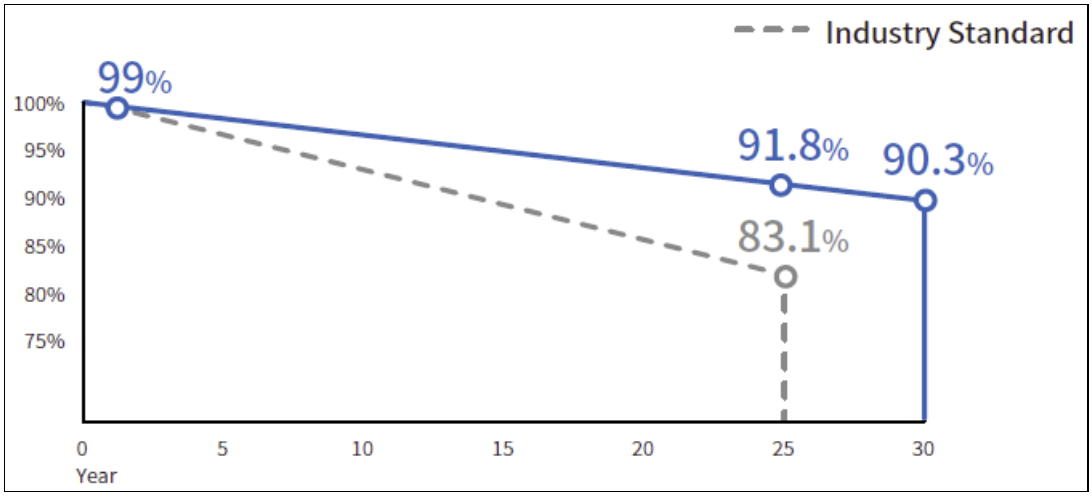
Conclusão → os parâmetros a configurar no instrumento são os seguintes:

Efic.@An1 = 99.3%
Anos@Efic.1 = 1
Efic.@An2 = 82.5%
Anos@Efic.2 = 25

Exemplo 2 → Parâmetros determinados por curva a partir dos 0 anos

A ficha técnica apresenta a curva abaixo para além da seguinte informação:

Decadência média anual inferior a 0,3% do 2º ao 30º ano



Nesta situação os dados disponíveis são:

- DesempEfic% anual = 0.3% (declarado)
- Efic.@An1 = **100.0%** = → Desempenho do módulo no ano 0
- Anos@Efic.1 = **0**
- Efic.@An2 = **90.3%** → Desempenho do módulo após 30 anos de serviço (do gráfico)
- Anos@Efic.2 = **30**

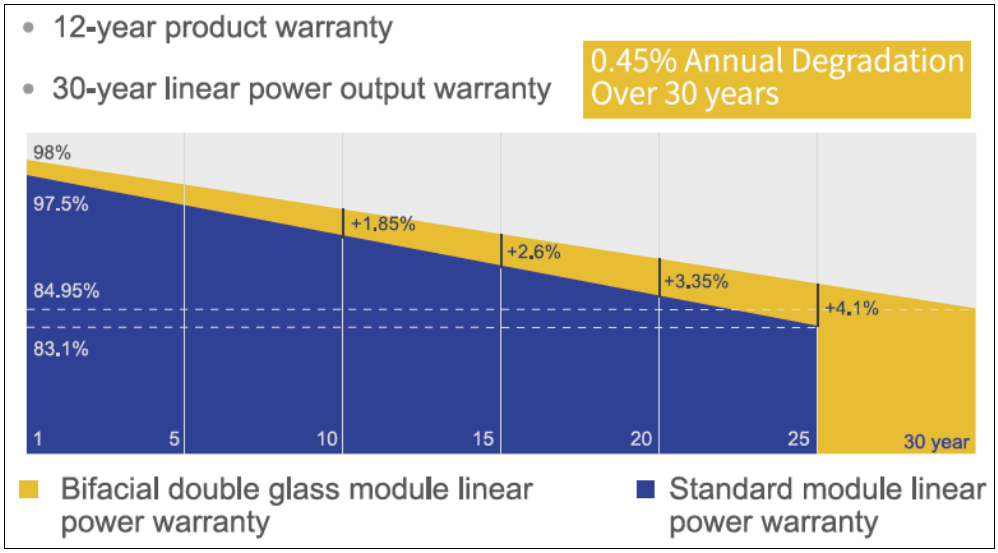
Com os dados obtidos do gráfico, a relação [1] fornece o **DesempEfic% = 0,32%** que será o valor calculado e considerado do instrumento

Conclusão → os parâmetros a configurar no instrumento são os seguintes:

Efic.@An1 = 100.0%
Anos@Efic.1 = 0
Efic.@An2 = 90.3%
Anos@Efic.2 = 30

Exemplo 3 → Parâmetros determinados por curva a partir de 1 ano

A ficha técnica seguinte mostra a curva relativa a um módulo Bifacial



Nesta situação os dados disponíveis são:

- DesempEfic% anual = 0.45% (declarado)
- Efic.@An1 = **98.0%** = → Desempenho do módulo após 1 ano de serviço (do gráfico)
- Anos@Efic.1 = **1**
- Efic.@An2 = **84.95%** → Desempenho do módulo após 30 anos de serviço (do gráfico)
- Anos@Efic.2 = **30**

Com os dados obtidos do gráfico, a relação [1] fornece o **DesempEfic% = 0,45%** que será o valor calculado e considerado do instrumento

Conclusão → os parâmetros a configurar no instrumento são os seguintes:

Efic.@An1 = 98.0%
Anos@Efic.1 = 1
Efic.@An2 = 84.95%
Anos@Efic.2 = 30

12. ASSISTÊNCIA

12.1. CONDIÇÕES DE GARANTIA

Este instrumento está garantido contra todos os defeitos de material e de fabrico, de acordo com as condições gerais de venda. Durante o período de garantia, as peças defeituosas podem ser substituídas, mas o produtor reserva-se o direito de reparar ou substituir o produto.

Se o instrumento tiver de ser devolvido ao serviço pós-venda ou a um revendedor, o transporte fica a cargo do cliente. O transporte deve, em qualquer caso, ser previamente acordado. O envio deve ser sempre acompanhado de uma nota que explique os motivos do envio do instrumento. Utilize apenas a embalagem original para o envio; quaisquer danos causados pela utilização de embalagens não originais serão imputados ao cliente. O produtor não se responsabiliza por danos causados a pessoas ou objetos.

A garantia não se aplica nos seguintes casos:

- Reparação e/ou substituição de acessórios e da bateria (não cobertos pela garantia).
- Reparações que se tornem necessárias devido à utilização incorreta do instrumento ou à sua utilização com instrumento incompatível.
- Reparações necessárias devido a uma embalagem inadequada.
- Reparações necessárias devido a trabalhos efetuados por pessoal não autorizado.
- Modificações efetuadas no instrumento sem autorização expressa do produtor.
- Utilização não contemplada nas especificações do instrumento ou no manual do utilizador.

O conteúdo deste manual não pode ser reproduzido sob qualquer forma sem a autorização do produtor.

Os nossos produtos são patenteados e marcas registadas. O produtor reserva-se no direito de efetuar alterações nas especificações e nos preços, se tal se dever a melhorias tecnológicas.

12.2. ASSISTÊNCIA

Se o instrumento não funcionar corretamente, antes de contactar o serviço de assistência técnica, verificar o estado da bateria e dos cabos e substituí-los, se necessário. Se o instrumento continuar a funcionar mal, verificar se o procedimento de utilização do instrumento está em conformidade com o presente manual. Se o instrumento tiver de ser devolvido ao serviço pós-venda ou a um revendedor, o transporte fica a cargo do cliente. O transporte deve, em qualquer caso, ser previamente acordado. O envio deve ser sempre acompanhado de uma nota que explique os motivos do envio do instrumento. Utilizar apenas a embalagem original para o envio; quaisquer danos causados pela utilização de embalagens não originais serão imputados ao cliente.

HT ITALIA SRL
Via della Boaria, 40
48018 – Faenza (RA) – Italy
T +39 0546 621002 | **F** +39 0546 621144
M ht@ht-instruments.com | **www.ht-instruments.it**

WHERE WE ARE

HT INSTRUMENTS SL
C/ Legalitat, 89
08024 Barcelona – Spain
T +34 93 408 17 77 | **F** +34 93 408 36 30
M info@htinstruments.es | **www.ht-instruments.com/es-es/**

HT INSTRUMENTS GmbH
Am Waldfriedhof 1b
D-41352 Korschenbroich – Germany
T +49 (0) 2161 564 581 | **F** +49 (0) 2161 564 583
M info@ht-instruments.de | **www.ht-instruments.de**