

Requisitos de Testes para Instalações Fotovoltáicas

Rodrigo Oliveira

Gerente Produtos Growth Markets Latin America

A grayscale background image of a factory interior. In the foreground, a worker is seen from the back, holding a tablet computer. The worker is wearing a dark shirt and a watch. In the background, there are large industrial machines with motors. The ceiling is high with visible structural beams and lighting fixtures. The overall scene is industrial and technical.

FLUKE®

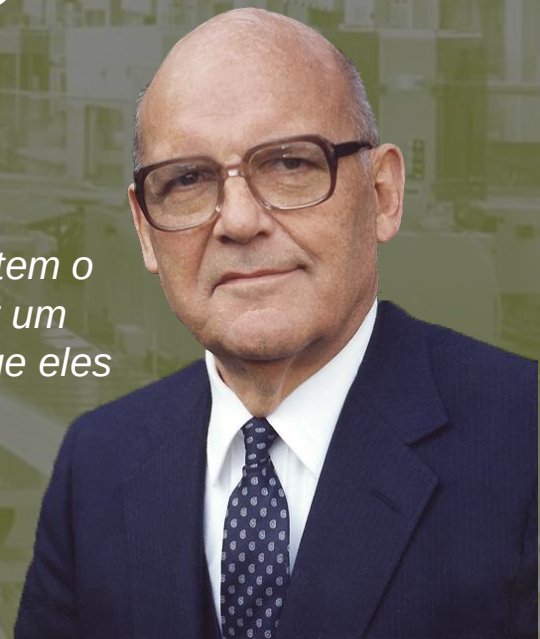
Fluke. *Keeping your world
up and running.®*

Click to edit master title style

Ferramentas de Teste e Medição

“Nossos clientes tem o direito de receber um pouco mais do que eles pagaram.”

John Fluke Sr.





Fluke Solar Tools

FLUKE®

FLUKE®



Solmetric

A Fluke Company



Fluke™ Solar Tools

Líder Mundial em
Ferramentas de Teste e
Medição Portáteis

Empresa especialista no
desenvolvimento de
testadores de alta precisão
para indústria de geração de
energia solar.

Portfólio de Ferramentas
Fluke para o segmento de
geração de energia solar

Fluke

75

Demanda Energética Mundial

FLUKE®

Crescimento da demanda em 2024 e projeção de crescimento para 2025 é o maior nível das últimas duas décadas.



Aumento de 4% em 2024, maior valor desde 2007.

Espera-se um crescimento na geração solar, em 2025, de 35% e que este cubra metade do crescimento da demanda.

No Brasil, crescimento de 7% no primeiro semestre de 2024



- Segurança Energética
- + Eletrificação Veicular
- + Ondas de Calor
- + uso de bombas de calor
- + uso de IA
- + Datacenters

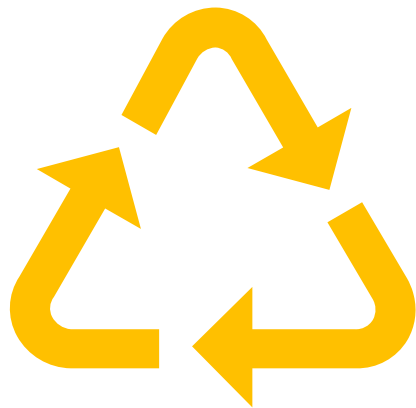
Global electricity demand set to rise strongly this year and next, reflecting its expanding role in energy systems around the world - News - IEA

Fluke



Transição Energética

O Brasil já utiliza 48% de energia renovável, acima da média mundial de 15%. No entanto, ainda há potencial para explorar recursos hídricos, solares e eólicos de forma estável e eficiente.



- Sustentabilidade
- Iniciativas H2V
- Fundo Black Rock
- Mercado de Créd. Carbono

Triângulo Solar do Brasil

FLUKE®

SOLAR RESOURCE MAP

PHOTOVOLTAIC POWER POTENTIAL

BRAZIL



ESMAP

SOLARGIS



Long term average of PVOUT, period 1999-2018

Daily totals: 3.8 4.0 4.2 4.4 4.6 4.8 kWh/kWp

Yearly totals: 1387 1461 1534 1607 1680 1753

SOLAR RESOURCE MAP

DIRECT NORMAL IRRADIATION

BRAZIL



ESMAP

SOLARGIS



Long term average of DNI, period 1999-2018

Daily totals: 3.0 3.4 3.8 4.2 4.6 5.0 5.4 5.8 6.2 kWh/m²

Yearly totals: 1095 1241 1387 1534 1680 1826 1972 2118 2264

Fluke

75

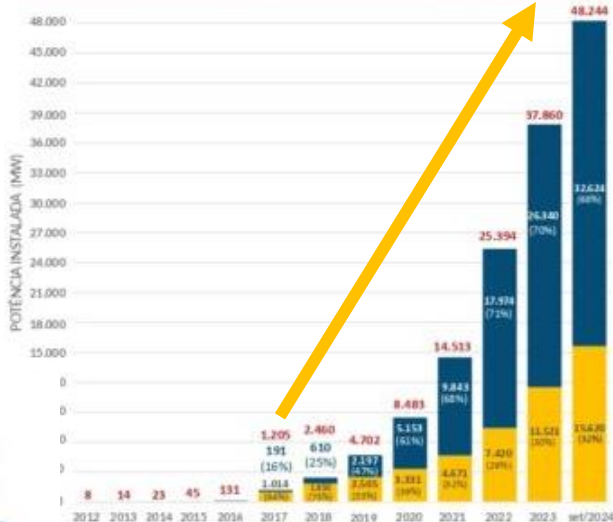
FV Brasil

Já é a segunda
fonte energética
do país
20,2%



Evolução da Fonte Solar Fotovoltaica no Brasil

Fonte: ANEEL/ABSOLAR, 2024.



Crescimento exponencial
(2017 e 2024)
48,2 GW instalados

TOP 5 em GC:
MG, BA, PI, CE, RN

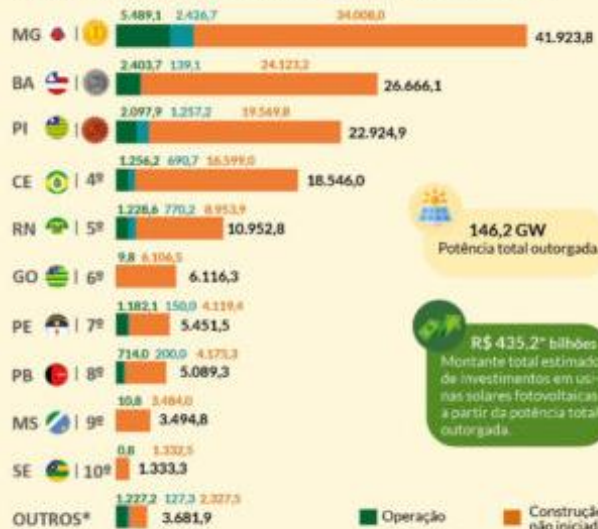
FLUKE®

Fonte: Infográficos
ABSOLAR

Geração Centralizada

Fonte: ANEEL/ABSOLAR, 2024.

Potência instalada (MW) e status das usinas solares fotovoltaicas outorgadas do mercado regulado e do mercado livre por estado:



*Usinas espalhadas em 17 estados brasileiros

Desafios

- Mercado relativamente novo;
- Rápida evolução tecnológica;
- Muitas normas nacionais e internacionais relacionadas;
- Pouco conhecimento das ferramentas adequadas e na aplicação das mesmas;
- Dificuldade de acesso à informação técnica de qualidade.



**FALTA DE PROFISSIONAIS
QUALIFICADOS !!!**

Normas

- **ABNT NBR 16274** – Sistemas fotovoltaicos conectados à rede — **Requisitos mínimos** para documentação, ensaios de comissionamento, inspeção e avaliação de desempenho; **(2014)**
- **IEC 62446-1/2/3** – Photovoltaic (PV) Systems – Requirements For Testing, Documentation And Maintenance;
- **IEC 60364-7-712 / ABNT NBR 16690**: Instalações elétricas de arranjos fotovoltaicos – **Requisitos de projeto**
- **ABNT NBR 16149** – Sistemas fotovoltaicos (FV) – Características da interface de conexão com a rede elétrica de distribuição;
- **ABNT NBR 5410** – Instalações Elétricas de Baixa Tensão;
- **NR-10** – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade;

Normas

- **ABNT NBR 14039** – Instalações elétricas de média tensão de 1,0 kV a 36,2 kV;
- **ABNT NBR 5419**, Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas;
- **ABNT NBR 15749** – Medição de resistência de aterramento e de potenciais na superfície do solo em sistemas de aterramento;
- **NBR 5426** – Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos;
- **IEC 60364-6** – Low-voltage electrical installations – Part 6: Verification;
- **IEC 62548** – Photovoltaic (PV) arrays – Design requirements;
- **IEC 61010** (all parts) – Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use

Principais Causas de Incêndios em FV



Proteção contra Incêndio em Sistemas Fotovoltáicos – Mifire
Most solar power fires not caused by panels, experts say | KMPH

Principais Causas de Incêndios em FV

FLUKE®



Faltas para terra e arcos elétricos são as duas razões mais comuns para incêndios em arranjos fotovoltaicos *

* National Renewable Energy Laboratory – NREL, **Field Guide for Testing Existing Photovoltaic Systems for Ground Faults and Installing Equipment to Mitigate Fire Hazards**, October, 2015. Available electronically at SciTech Connect <http://www.osti.gov/scitech>.

Principais Causas de Incêndios em FV

- Queda de Raios
- Falhas de instalação **(51%)***
- Falha dos produtos
 - Módulos **(12%)***
 - Inversor **(10%)***
- Erros de projeto
 - Circuitos CA **(8,0%)***
 - Circuitos CC **(19%)***



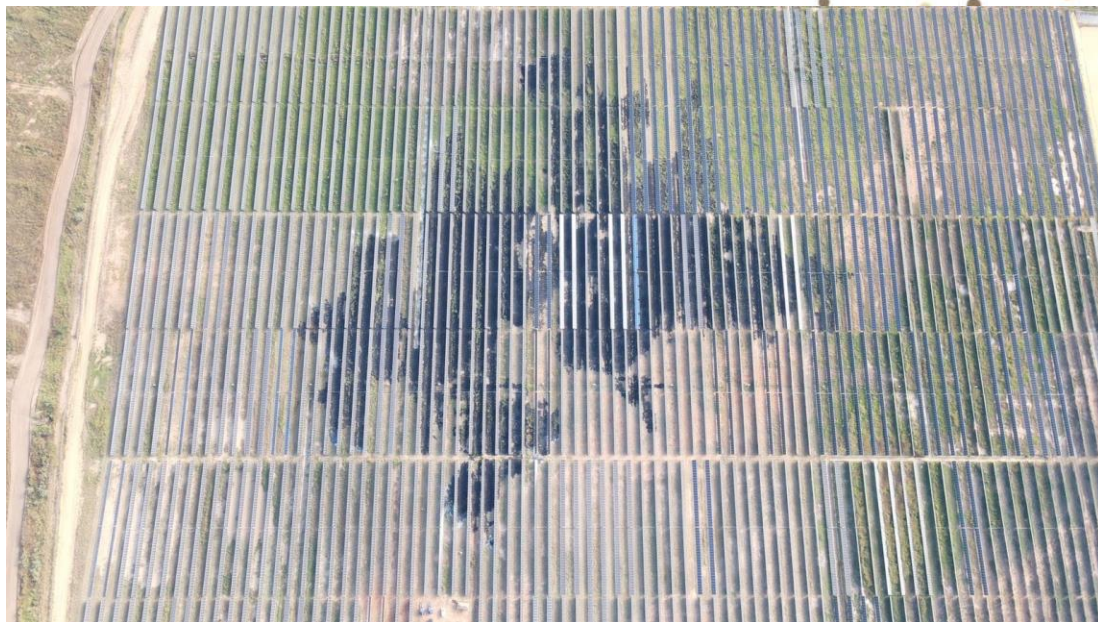
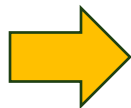
*** Desconsiderando eventos externos**

Fluke



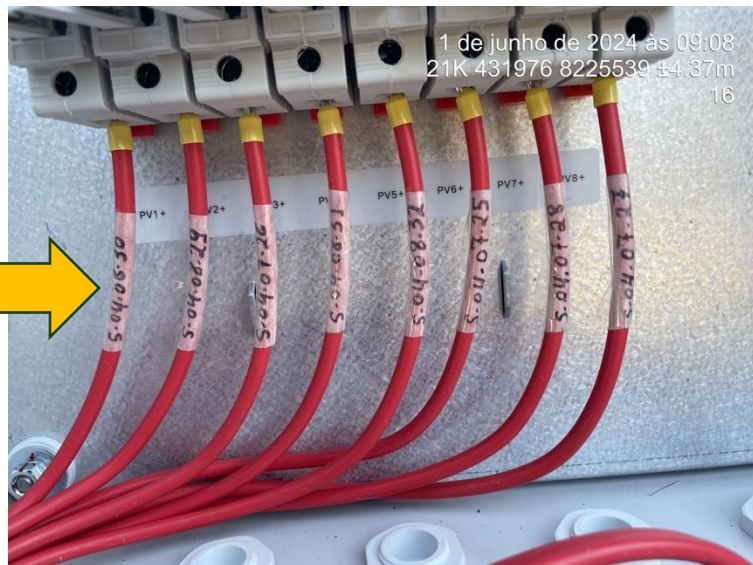
Painel solar pegando fogo? Quais as chances e como evitar | Solfácil (solfacil.com.br)

Most solar power fires not caused by panels, experts say | KMPH



Desafios

FLUKE®



Fluke

Foto: Rafael Brito

Foto: Letech (Leonardo)



©2023 Fluke Corporation.



Foto: Letech (Leonardo)

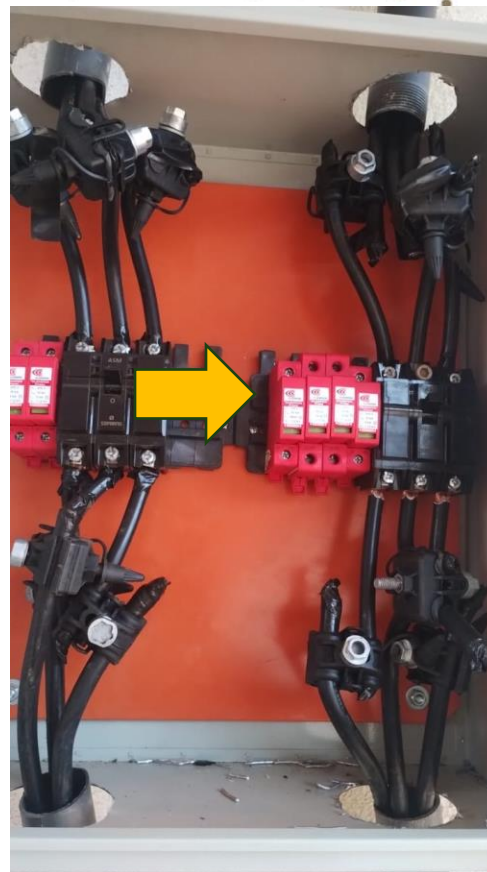
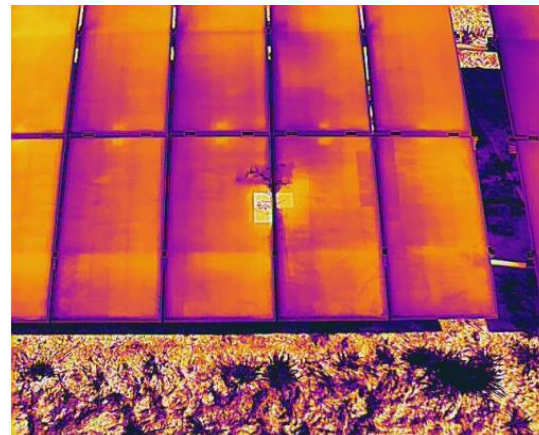


Foto: Adson Breijão

FLUKE®

FLUKE®



Fotos: Letech (Leonardo)

Fluke

75

©2023 Fluke Corporation.

O que é Comissionamento ?

“Comissionar´ equipamentos e sistemas elétricos significa **integrar**, **testar** e **garantir** que **todos os itens que compõem uma determinada instalação irão operar de forma correta e satisfatória**. A partir do conhecimento das características do trabalho a ser desenvolvido e das necessidades do cliente, estas atividades deverão ser **planejadas** e **desenvolvidas** em **consonância com as diretrizes das Normas Técnicas e de Segurança aplicáveis**, de modo a se obter o desejado sucesso na operação do empreendimento.”

[PMKB | Comissionamento: o que é, para que serve e quem faz - PMKB](#)
[Project Management Knowledge Base – Conhecimento e Experiência em Gerenciamento de Projetos](#)

Por que Comissionar ?

FLUKE®



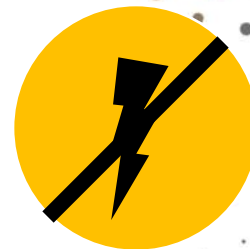
Seguir as Normas



Evitar Incêndios



**Evitar Problemas
com Seguradora**



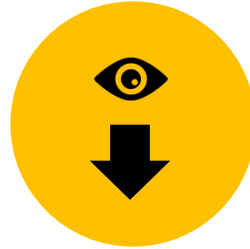
**Evitar
Indisponibilidade
de sistemas**



**Garantir
performance e o
acordado**



**Garantir
Segurança**



**Evitar Problemas
com Reputação
da Empresa**



**Evitar
Perdas Monetárias**

Fluke

75

Por que Comissionar ?

FLUKE®

100 %

Em todas as instalações auditadas foram encontradas não conformidades.

Necessitando de correções e ajustes normativos para adequação dos requisitos de segurança e operação.

Quem deve Comissionar ?



Código de Ética

Artigo 9º Dos Deveres:

III d) atuar com imparcialidade e impressoalidade em atos arbitrais e periciais;

III f) alertar sobre os riscos e responsabilidades relativos às prescrições técnicas e às consequências presumíveis de sua inobservância;

IV b) manter-se informado sobre as normas que regulamentam o exercício da profissão;

Fluke

Código de Ética

Artigo 10º Das Condutas Vedadas:

I c) prestar de má-fé orientação, proposta, prescrição técnica ou qualquer ato profissional que possa resultar em dano as pessoas ou a seus bens patrimoniais;

Por onde Começar a Commissionar ?



Requisitos de Projeto

Requisitos de Aterramento

...

Etapas Comissionamento

FLUKE®



Análise de Documentos



Inspeção Visual

1

Ensaaios Categoria 1

2

Ensaaios Categoria 2



Ensaaios Adicionais

Análise de Documentação

- Projetos (CA/CC/Aterramento/SPDA/Civil, etc)
- Diagramas;
- Dados Técnicos;
- Datasheets;
- Cronograma da Obra;
- Normas Técnicas;
- Manuais de Equipamentos;

Ensaio Categoria 1

- Inspeção Visual:
 - Inspeção do sistema CC;
 - Inspeção do sistema CA;
 - Inspeção da proteção contra sobre tensão e choque elétrico;
 - Etiquetagem e identificação;
 - Instalação mecânica.
- Continuidade da ligação à terra e dos condutores de ligação equipotencial;
- Ensaio de polaridade;
- Ensaio da(s) caixa(s) de junção;
- Ensaio de corrente da(s) série(s) fotovoltaica(s) (curto-circuito ou operacional)
- Ensaio de tensão de circuito aberto da(s) série(s) fotovoltaica(s);
- Ensaio funcionais;
- Ensaio de resistência de isolamento do(s) circuito(s) CC;
- Ensaio do(s) circuito(s) CA segundo os requisitos da IEC 60364-6.

Ensaaios de Categoria 2

- Ensaio de curva IV da(s) série(s) fotovoltaica(s);
- Inspeção com câmera infravermelha (câmera termográfica).

Ensaaios Adicionais

- Ensaaios de tensão ao solo – sistemas com aterramento resistivo;
- Ensaio de diodos de bloqueio;
- Ensaio de resistência de isolamento úmido;
- Avaliação do sombreamento.

Comissionamento de Sistemas Fotovoltaicos

Próxima turma: **27/11/2024 a 29/11/2024** - São Paulo

Proteção Contra Descargas Atmosféricas em Sistemas Fotovoltaicos

<https://www.flukeacademy.com.br>



Voltimum

-20%

Ferramentas e Segurança

“... estas atividades deverão ser planejadas e desenvolvidas **em consonância** com as **diretrizes das Normas Técnicas** e de **Segurança** aplicáveis ...”



- Categoria de Segurança
- Instrumentos adequados

Categoria de Segurança Sistemas FVs

FLUKE®

**CAT III
1500 V**

CAT III 1000 V	CAT III 1500 V
8.000 V pico	10.000 V pico
7.000 V rms	9.700 V rms

Conforme:

IEC 61010-2-032 (parâmetros de teste)

IEC 61730-1 (parâmetros plantas solares)

O Que levar ?

FLUKE®



Fluke

75

Fluke Solar Tools



FLUKE®

Inspeção Termografia



I-V e Certificadores



Teste de Isolação



Qualidade de Energia



Teste de Aterramento



Medidores de Irradiância



Fluke
Teste de Bateria



Multímetros e Alicates

FLUKE SMFT-1000

Fluke SMFT-1000

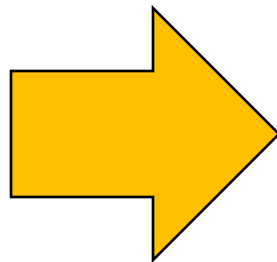
- **Ferramenta completa** até 1000V, 20A para atender os requisitos de ensaio das normas podendo testar qualidade e segurança de sistemas menores.
- Intuitiva (tutorial no equipamento) com análise instantânea e **documentação integrada**
- **Sem necessidade de desconexão de cabos** para realizar a **maioria dos testes** (*"keep the leads"*)
- **Análise de desempenho dos módulos** através de biblioteca interna de fabricantes



**Tempo de Documentação:
50% menor**

**Tempo de Ensaio:
20% menor**

Check List da Inspeção Visual



O que vem na bolsa “PRO”



TruTest™

Fluke



FLUKE 283 FC/PV

O Que vem na Bolsa ?

FLUKE®



Características

FLUKE®

**CAT III
1500V
CAT IV**

1000V

CAT III 1500 V

CAT IV 1000 V

Ideal para aplicações
em plantas solares
Alto nível de segurança

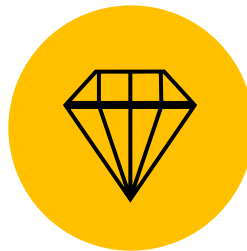
IP52

**Grau de Proteção
IP52**

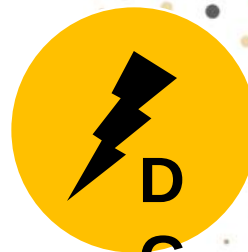
Indicado para uso em
ambientes externos



**Indicador de
Polaridade**
localizar problemas e
evitar erros acidentais



**Garantia
Vitalicia**



Medição Potência CC



Indicador de limite

Facilidade de localizar
problemas em medições
repetitivas



**Alicate
Amperímetro
Sem fio**



Teste de Queda



Registrador



Autoverificação

Garantia de funcionamento



Autoverificação



A autoverificação do Fluke 283 FC permite que os clientes se certifiquem de que seu medidor esteja funcionando como deveria.

Ele está testando:

- o mecanismo de medição AC + DC,
- o status da bateria,
- o status da calibração
- e a continuidade do cabo de teste.

Alarme de Limites



O **indicador de limite** do Fluke 283 FC permite que os clientes configurem uma faixa aceitável e recebam alarmes visuais/sonoros quando as medições estiverem fora dessa faixa. Ótimo para medições altamente repetitivas e aumento da eficiência.



Vermelho = Teste fora do intervalo

Teclado iluminado



A tela e o teclado iluminados brilhantes do Fluke 283 FC tornam o trabalho em locais escuros mais fácil do que nunca.

FLUKE 393 FC

O Que vem na Bolsa ?

FLUKE®



Características

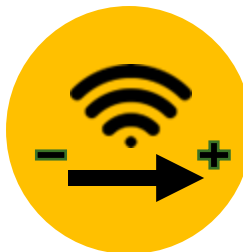
FLUKE®

**CAT III
1500V**

CAT III 1500 V em Vcc
Ideal para aplicações em
plantas solares

IP54

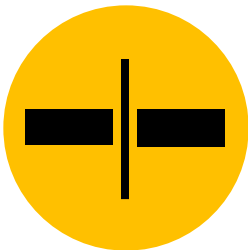
Grau de Proteção IP54
Indicado para uso em
ambientes externos



**Indicador de
Polaridade
Sonoro**



**Medição
Potência CC**



Garras 25% mais Finas
Facilidade de Acesso



**Continuidade
Visual**



**Registrador
(com o FC)**



Frequencímetro
(Garra e Pontas de Prova)

Fluke



Dúvidas

Informações

marketing@fluke.com.br

Cotações



**“Acredito em Deus,
todos os outros
devem apresentar
dados e fatos.”**

- William Edwards Deming -