



IV ENCONTRO TÉCNICO ISA SÃO PAULO NA ENEL

Sede da Enel - Barueri / SP
6 de novembro de 2019, das 8h às 15h30



Sao Paulo
Section



Como Novas Soluções de Medição podem ajudar em Perdas Técnicas de Energia

Renato Souza
Fluke do Brasil
Gerente Territorial
Renato.souza@Fluke.com

O impacto do roubo de energia

De acordo com a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), as fraudes no Brasil são gigantescas, representando mais do que 31,5 mil gigawatts, quantidade suficiente para abastecer o estado de Santa Catarina por um ano.

Ligação clandestina é considerada a segunda maior causa de morte no país relacionada à energia elétrica

Esse tipo de ocorrência já foi responsável por um prejuízo de R\$ 4,5 bilhões e, se não houvesse esta perda de energia, a tarifa poderia ser aproximadamente 5% menor, de acordo com o Instituto Acende Brasil



Como evitar o roubo de energia

Para resolver a questão do furto de energia as concessionárias têm investido em soluções inteligentes que monitoram a energia consumida X a registrada de maneira online, facilitando então o controle e a identificação dessas fraudes. O avanço da tecnologia permitiu o desenvolvimento de equipamentos capazes de identificar com precisão onde ocorrem os furtos. Estes equipamentos são alicates de corrente, Boroscópios e localizadores de cabos. Na imagem ao lado o uso do boroscópio ou Vídeoscópio para fotografar a fraude dentro do Conduíte.



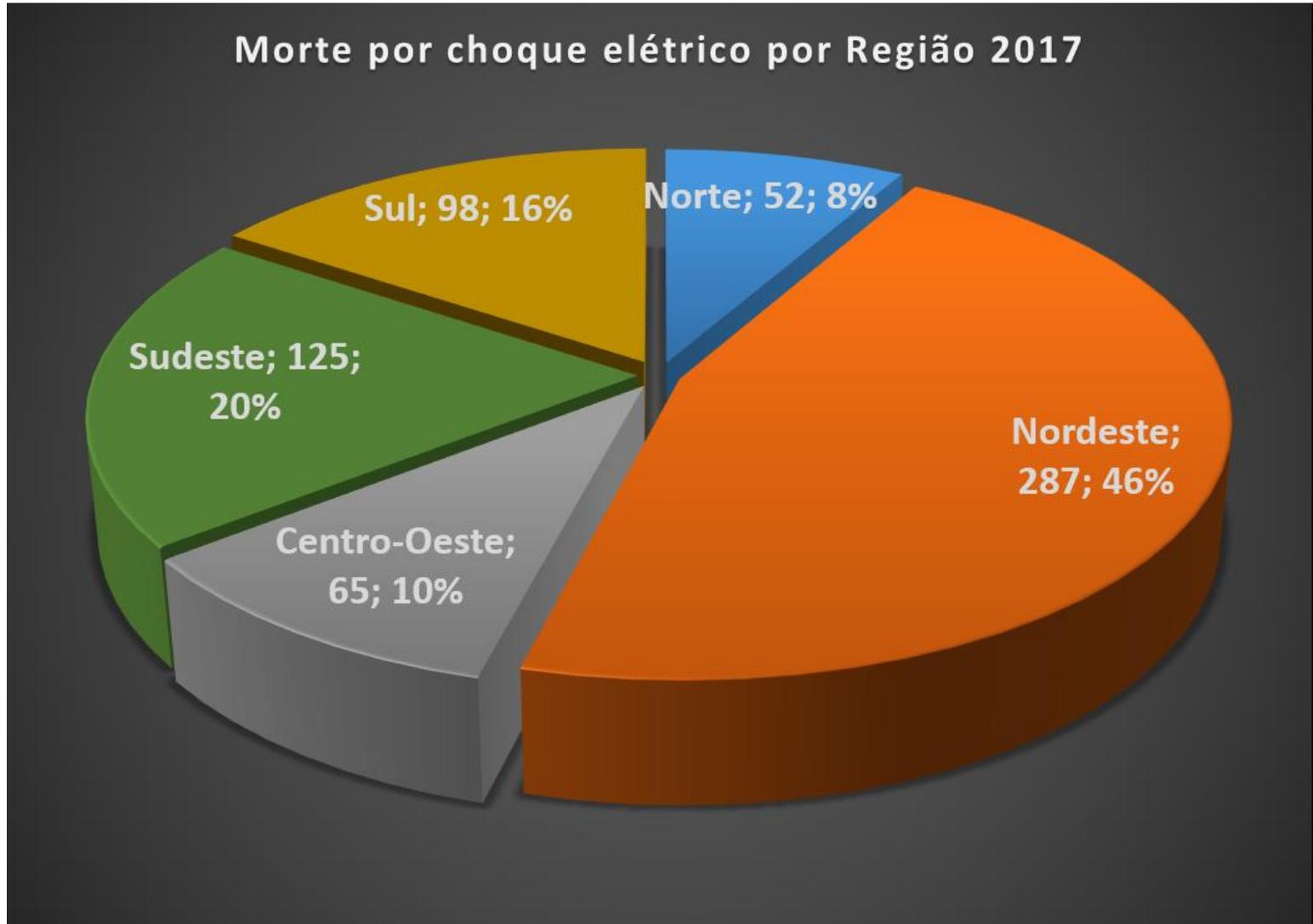
A tecnologia aliada no combate ao roubo

Recentemente a Fluke do Brasil, lançou o equipamento boroscópio que é compacto como uma tablet e com uma sonda de alta resolução é capaz de fotografar ou gravar vídeos das fraudes dentro do conduíte.



Isso ajuda a documentar a fraude sem a necessidade de ter que quebrar a parede, piso, teto ou onde estiver a fraude.

Morte por choque elétrico



Introdução

...Mais Estimativas da Indústria

- ▶ As temperaturas de arco voltaico podem exceder 20.000° C (a da superfície do sol é de 5.000° C)
- ▶ Existe potencial de arco voltaico em qualquer equipamento elétrico de 240 volts ou mais
- ▶ O arco voltaico vaporiza os condutores de metal, jogando o metal fundido para fora com extrema força

Introdução

O elemento essencial para a segurança elétrica é garantir que o equipamento esteja em uma condição elétrica segura antes que qualquer trabalho seja iniciado

- ▶ As empresas devem saber o que a NFPA 70E cobre
- ▶ Entender o arco voltaico, a energia incidente e limite de proteção contra arco voltaico
- ▶ Normas, aplicação e práticas seguras
- ▶ Análise de risco de arco voltaico e eletrocussão por contato direto
 - ▶ Aéreo
 - ▶ Subterrâneo

Riscos da Eletrocução

Choque

- ▶ Contato com qualquer fonte de eletricidade que cause corrente suficiente através da pele, músculos ou cabelos
- ▶ O choque pode causar eletrocussão e morte

Current level	Probable effect on the human body
1 mA	Slight tingling sensation. Still dangerous under certain conditions.
5 mA	Slight shock felt; not painful but disturbing. Average individual can let go. However, strong involuntary reactions to shocks in this range may lead to injuries.
6-16 mA	Painful shock, begin to lose muscular control. Possible fall danger. Referred to as the freezing current or "let-go" range.
17-99 mA	Extreme pain, respiratory arrest, severe muscular contractions. Individual cannot let go. Death is possible.
100-2000 mA	Ventricular fibrillation (uneven, uncoordinated pumping of the heart.) Muscular contraction and nerve damage begins to occur. Death is likely.
Over 2000 mA	Cardiac Arrest, internal organ damage, and severe burns. Death is probable.

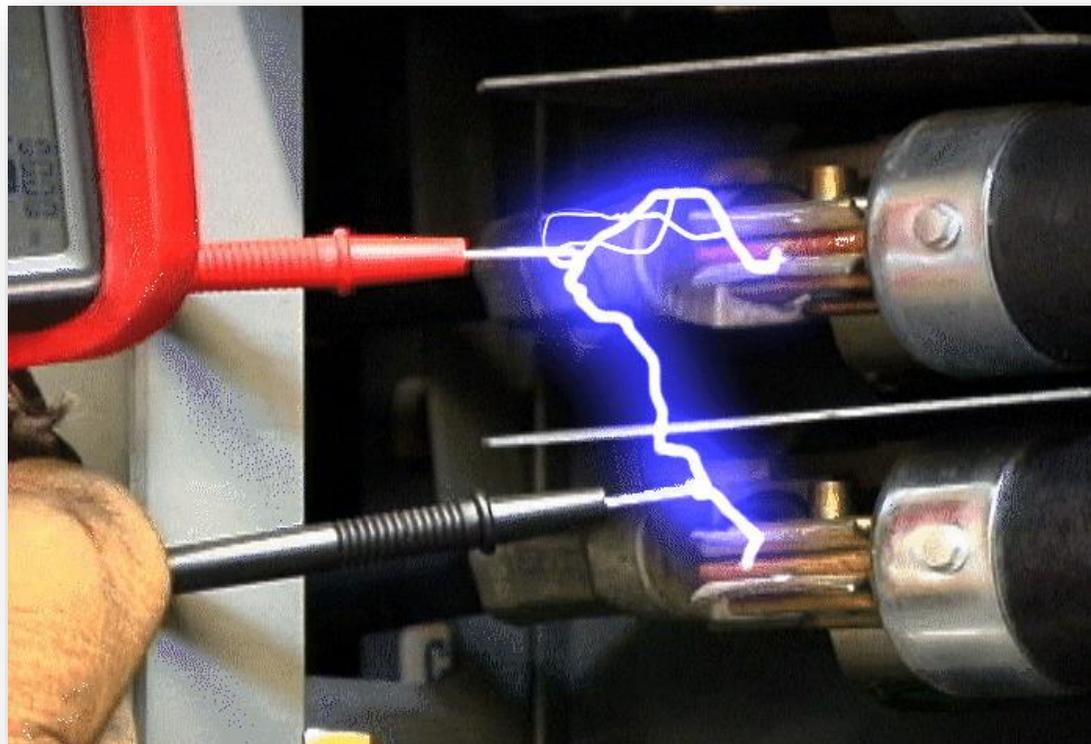
Source: US OSHA, CDC, NIOSH

©2015 Fluke Corporation. 6004832a-en

Riscos do Arco Voltaico

Criado por um curto-circuito de ***fase a fase*** ou ***fase à terra***

- ▶ A corrente elétrica passa pelo ar
- ▶ O ar ionizado (plasma) é um bom condutor
- ▶ Assim que um arco começa, ele se alimenta de qualquer matéria em seu caminho e a vaporiza
- ▶ A duração é inferior a um segundo



Riscos de uma Explosão por Arco Voltaico

O resultado **explosivo** de uma falha com arco

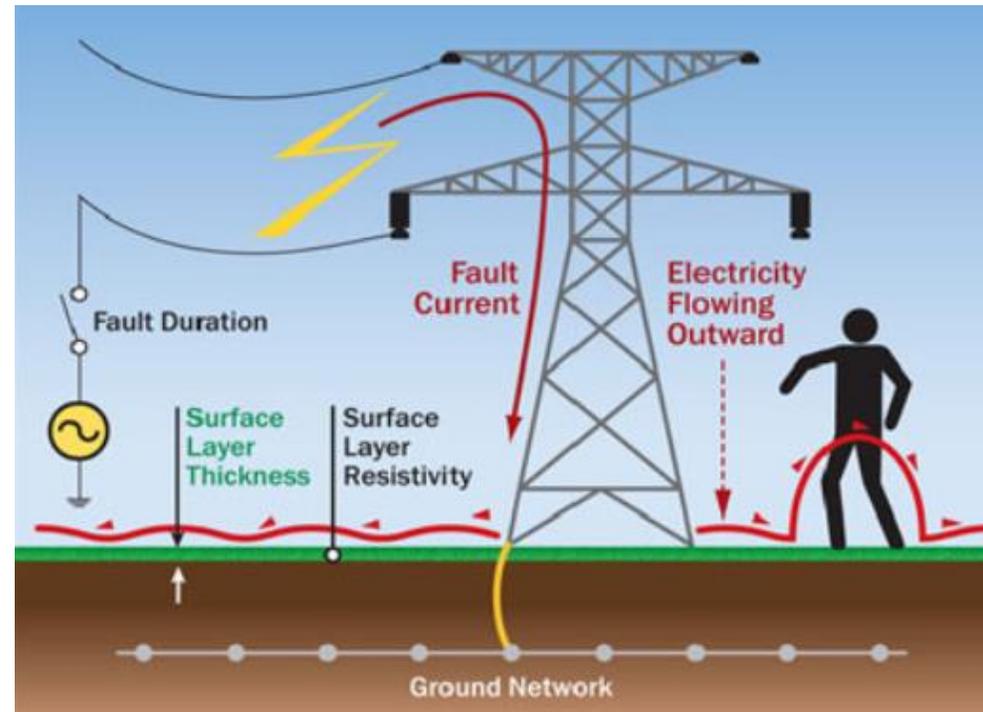
- ▶ Os condutores vaporizados são rapidamente expelidos, criando riscos tais como calor intenso, onda de choque termoacústica, metal fundido, estilhaços, luz ofuscante, fumaça tóxica e contato com componentes energizados



Riscos do Potencial de Passo e de Toque

O **potencial de passo** é a tensão de passo entre os pés de uma pessoa em pé próxima a um **objeto aterrado energizado**

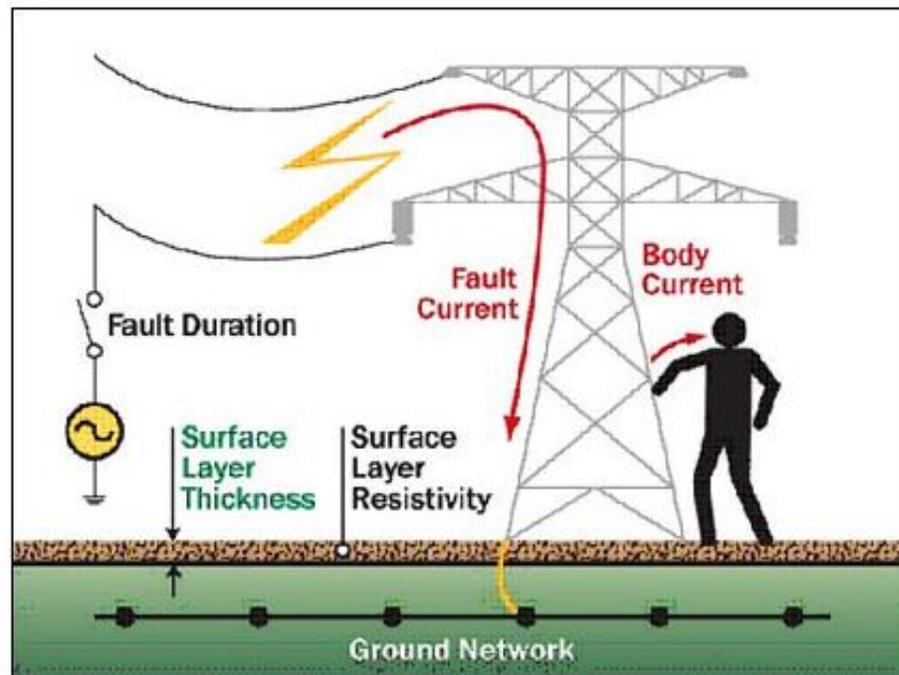
- É igual à diferença de tensão, dada pela curva de distribuição de tensão, entre dois pontos, a distâncias diferentes do eletrodo
- Quanto mais a pessoa estiver perto da haste de aterramento ou do dispositivo de aterramento, maior a concentração de corrente e maior a tensão
- Quanto mais afastadas estiverem as pernas de uma pessoa, maior a diferença de tensão no corpo
- Uma pessoa pode estar em risco de ferimento durante uma falha simplesmente estando perto do ponto de aterramento



Riscos do Potencial de Passo e de Toque

O **potencial de toque** envolve uma falha no fluxo de corrente no aterramento, estabelecendo uma diferença potencial entre o ponto de contato com a terra e alguma estrutura condutora próxima

- A eletricidade viaja pela perna da torre para a mão da pessoa e através dos órgãos vitais do corpo
- Em seguida, continua seu caminho e sai pelos pés e para a terra
- É necessária uma análise cuidadosa para determinar as correntes de fibrilação aceitáveis que podem ser suportadas pelo corpo, se ocorrer uma falha



Riscos do Choque Elétrico

O **choque elétrico** ocorre quando o corpo se torna parte de um circuito elétrico

- Uma pessoa pode entrar em contato com os dois condutores em um circuito
- Uma pessoa pode fornecer um caminho entre um condutor não aterrado e a terra
- Uma pessoa pode fornecer um caminho entre a terra e um material condutor que esteja em contato com um **condutor não-aterrado**



Fazendo contato com um fio energizado de 13,2 kV

- ▶ Uma pessoa pode sofrer queimaduras de terceiro grau
- ▶ Pode perder a consciência e ter um potencial dano cerebral



O que pode causar esses acidentes?

1. Sobrecarregar um disjuntor

- ▶ Inserir ou remover um disjuntor em um barramento vivo
- ▶ Inserir ou remover um transformador de tensão

2. Fiação de painel solta

- ▶ Um condutor solto que faz um curto-circuito com outro condutor ou com a terra

3. Remover tampas de painéis

- ▶ Parafusos e fixadores soltos que caem dentro de um painel desprotegido, tocando um barramento vivo

4. Ferramentas colocadas em curto entre duas fases

- ▶ Quando um eletricista experiente corta o cabo vivo com uma tesoura de cabo, a alça da tesoura de cabo toca a outra fase

5. Usar incorretamente as pontas de prova

- O usuário se distrai ou deixa cair enquanto mede fase a fase ou fase à terra, ao usar pontas de prova de estilo antigo de $\frac{3}{4}$ de polegada

6. Usar incorretamente as ferramentas de medição

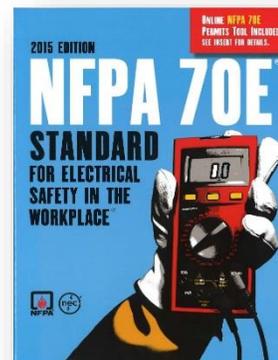
- Medir através de fases com um amperímetro em série, criando um curto-circuito
- Medir a continuidade em um circuito vivo com uma ferramenta que não suporta a tensão total
- Um curto-circuito acidental de fases com uma ponta de prova longa demais para a categoria de segurança

Quais são as diretrizes atuais?

À medida que o ambiente de trabalho e o tipo de tarefa ficam mais perigosos, aumenta a necessidade de proteção

A NFPA-70E¹ aborda:

- Práticas de trabalho relacionadas à segurança
- Manutenção de equipamentos de segurança
- Requisitos de segurança para equipamentos especiais
- Requisitos de instalação relacionados à segurança



¹NFPA-70E – Norma de Segurança Elétrica no Local de Trabalho

Quais são as diretrizes atuais?

CFR 29.1926.964 (OSHA 29) Linhas aéreas e trabalho a mão nua em linha viva

- O empregador deve fornecer as medidas de proteção quando os funcionários estiverem trabalhando muito perto de condutores energizados
- As distâncias mínimas de aproximação devem ser mantidas ao se aproximar de áreas energizadas
- Essas distâncias podem ser definidas pelo usuário final
- Todo o equipamento deve ser isolado
- Mais também com a OSHA 29.1910 (veja o Slide 23)



Detector de alta tensão sem contato

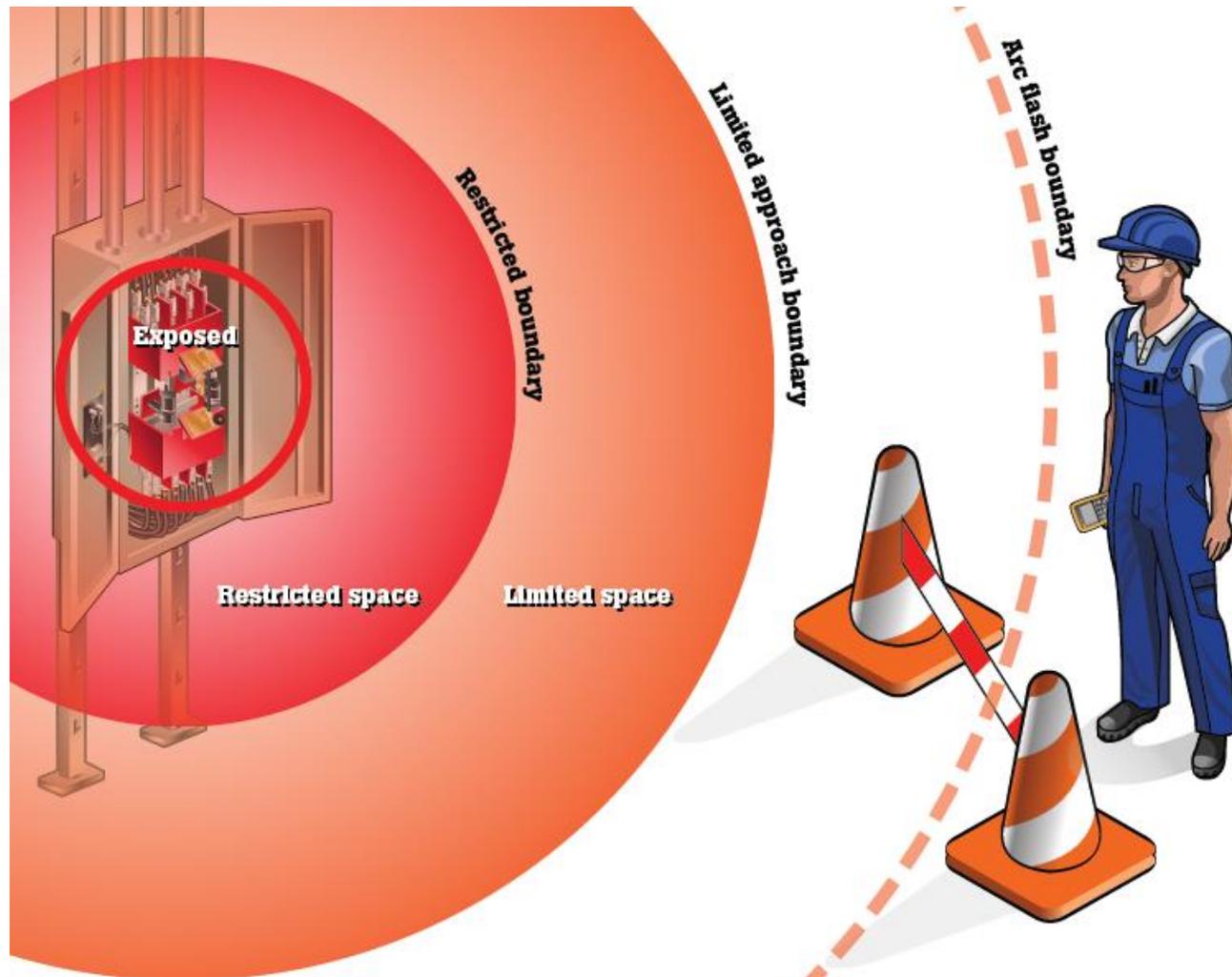
CFR 29.1926.965 (OSHA 29) Diretrizes para instalações elétricas subterrâneas

- Fornece requisitos adicionais para trabalhos em instalações elétricas subterrâneas
- Cabos com anormalidades são declarados como tendo risco de falha ou indicação de falha impeditiva
- O funcionário deve desenergizar o condutor
- Os cabos retêm energia, mesmo desenergizados (particularmente os cabos longos)
- A OSHA jamais esclareceu até 2003 o que significa um “meio de localização de instalação subterrânea”



Segurança superficial e aérea

Erros comuns com instrumentos de medição



Os limites se aplicam quando os trabalhadores são expostos a condutores elétricos energizados ou a partes do circuito

Segurança superficial e aérea

Princípios fundamentais da estratégia “Testar Antes de Tocar” (*TBT*)

- ▶ Considere todos os circuitos como energizados até serem testados
- ▶ Teste TODOS os condutores a serem tocados
- ▶ O uso de EPIs é necessário até que o teste seja finalizado
- ▶ O instrumento de teste deve ser verificado
- ▶ O conhecimento do equipamento é crítico
- ▶ Teste o circuito novamente para verificar a continuidade da operação
- ▶ Os testes devem ser feitos em cada local onde os condutores serão tocados



Segurança superficial e aérea

Detectores de alta tensão sem contato

Campo elétrico criado pelo condutor

Isolador

Conductor

Uso correto do detector de tensão

Uso incorreto do detector de tensão (não alcança o campo eletromagnético)

- Os detectores de alta tensão sem contato podem ser usados nos seguintes ativos:
 - Linhas de transmissão
 - Condutores abaixo de 122 kV
 - Condutores aéreos em subestações
 - Gabinetes internos contendo condutores de alta tensão (cabos não blindados)
 - Disjuntores
 - Comutadores folheados a metal (nos bicos)
- Os detectores de alta tensão sem contato não podem ser usados nos seguintes ativos:
 - Comutadores isolados a gás
 - Tensões de corrente contínua não padronizadas
 - Gabinetes internos contendo condutores de alta tensão blindados

IV Encon
ISA São F

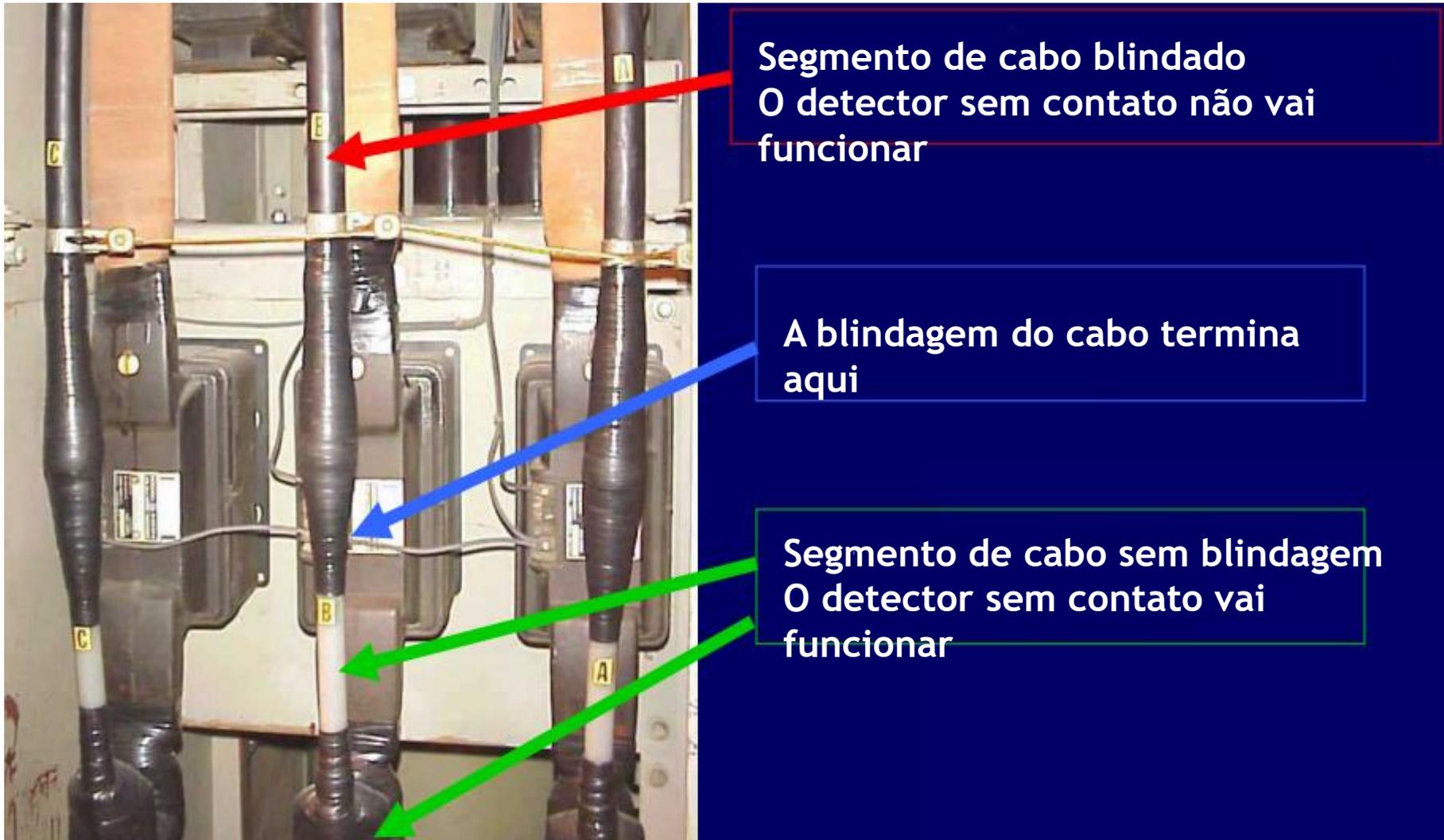
Enel

ISA
Sao Paulo
Section

iel

Segurança superficial e aérea

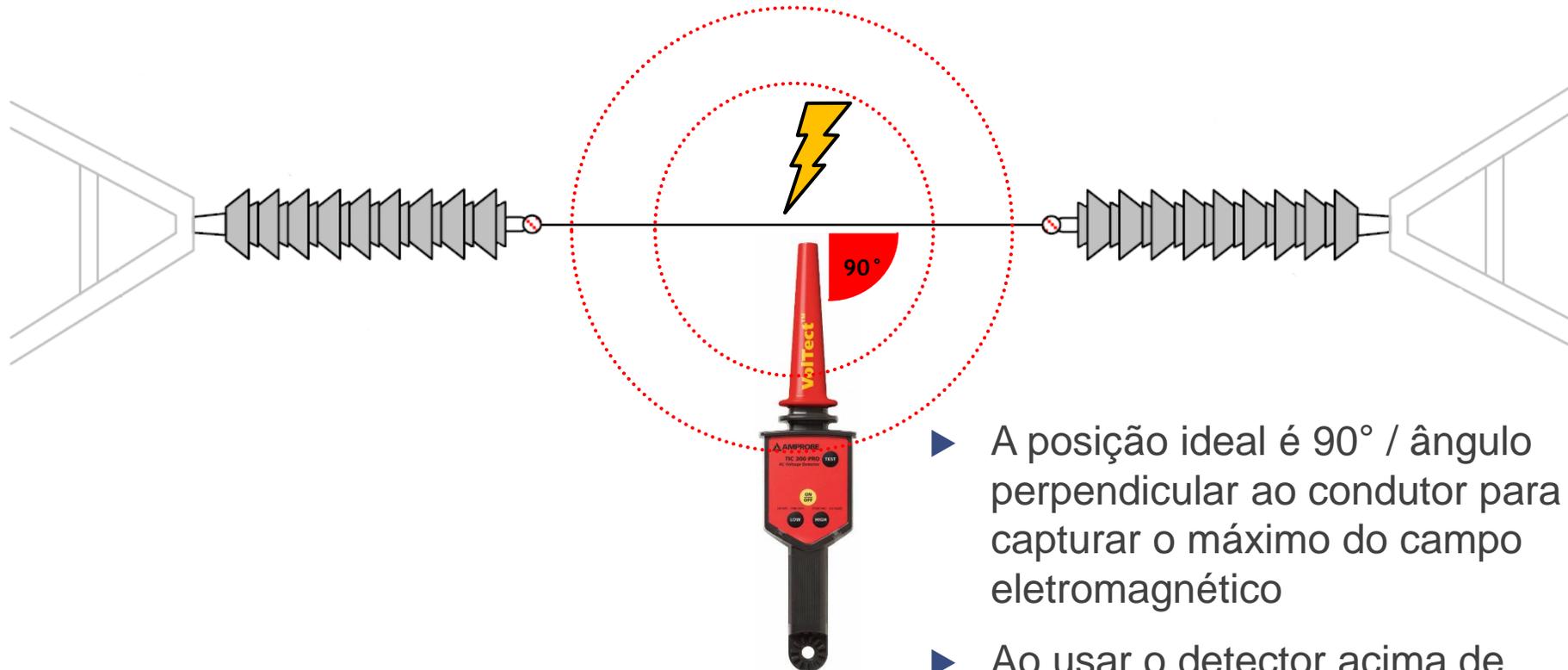
Detectores de alta tensão sem contato



Segurança superficial e aérea

Detectores de alta tensão sem contato

Amprobe TIC 300 PRO

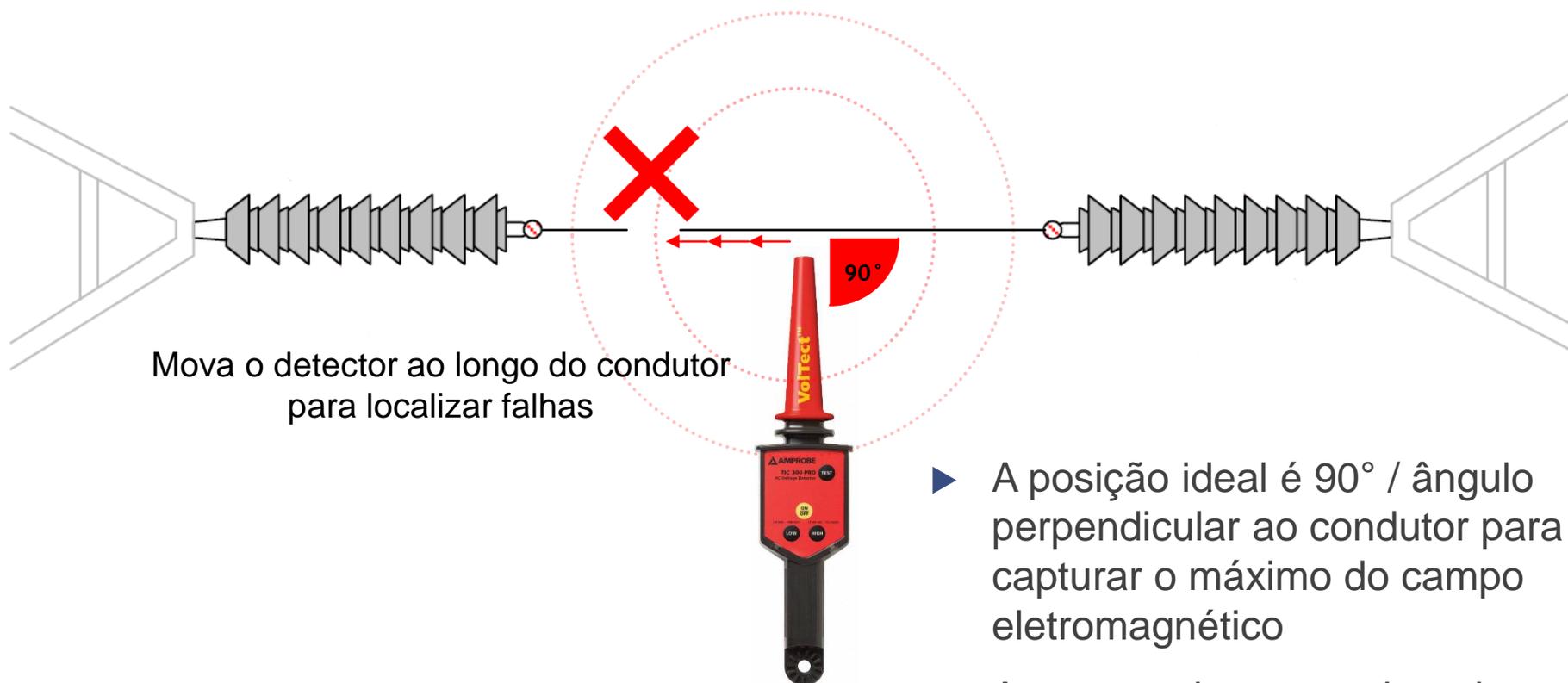


- ▶ A posição ideal é 90° / ângulo perpendicular ao condutor para capturar o máximo do campo eletromagnético
- ▶ Ao usar o detector acima de 1.500 V CA, deve ser usado um bastão isolado

Segurança superficial e aérea

Detectores de alta tensão sem contato

Amprobe TIC 300 PRO



- ▶ A posição ideal é 90° / ângulo perpendicular ao condutor para capturar o máximo do campo eletromagnético
- ▶ Ao usar o detector acima de 1.500 V CA, deve ser usado um bastão isolado

Para que serve a localização/rastreamento de instalações subterrâneas?

As consequências de atingirmos a infraestrutura subterrânea podem ser significativas



Para que serve a localização/rastreamento de instalações subterrâneas?

Falhas de aterramento e de cabos

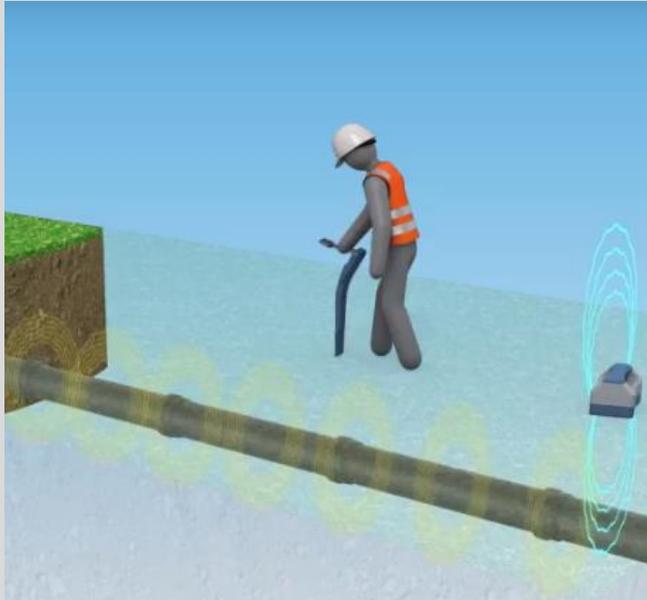
- ▶ Os cabos têm revestimentos isolantes externos como forma de impedir a entrada de água ou umidade no cabo
- ▶ Embora os condutores internos do cabo tenham seu próprio isolamento, a água subterrânea é geralmente levemente ácida e danifica o isolamento do cabo
- ▶ A corrosão e degradação do isolamento do cabo são outros problemas



Localizadores subterrâneos

Localizadores subterrâneos de instalações

Tipos de tecnologia



Indução eletromagnética

A indução eletromagnética usa um **transmissor** para energizar uma instalação com corrente a uma frequência específica, estabelecendo um campo eletromagnético. Então o campo é detectado pelo **receptor**.



Radar de penetração no solo

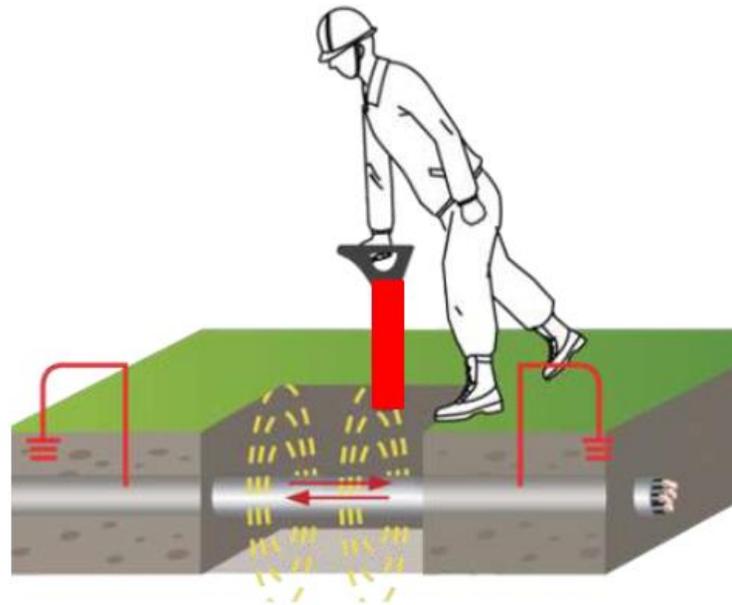
O radar de penetração no solo usa pulsos de radar emitidos para o solo; a detecção é baseada na reflexão.

Tecnologias e métodos de rastreamento

Localizadores de instalações subterrâneas

Os localizadores **NÃO** localizam cabos ou tubos enterrados

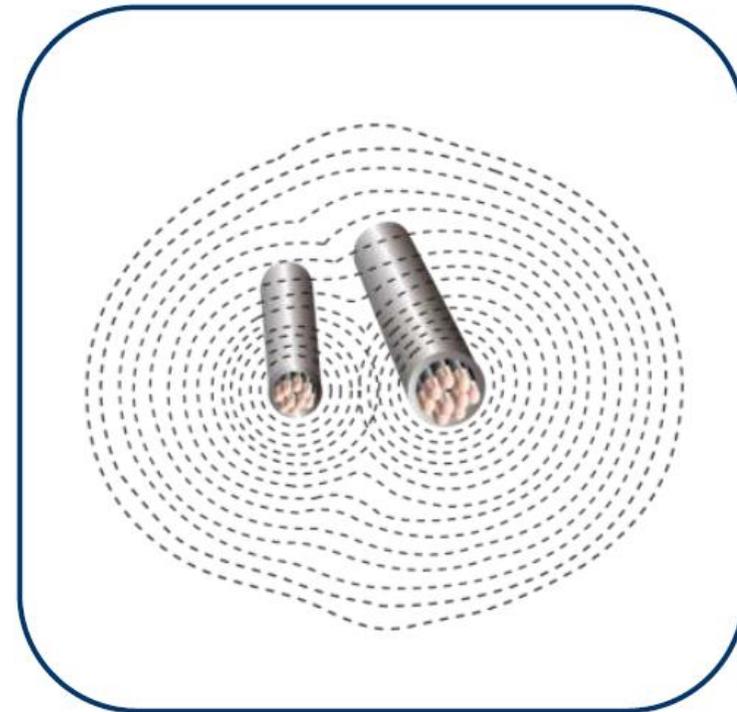
Os localizadores DETECTAM SINAIS eletromagnéticos de cabos e tubos metálicos



Tecnologias e métodos de rastreamento

Localizadores de instalações subterrâneas

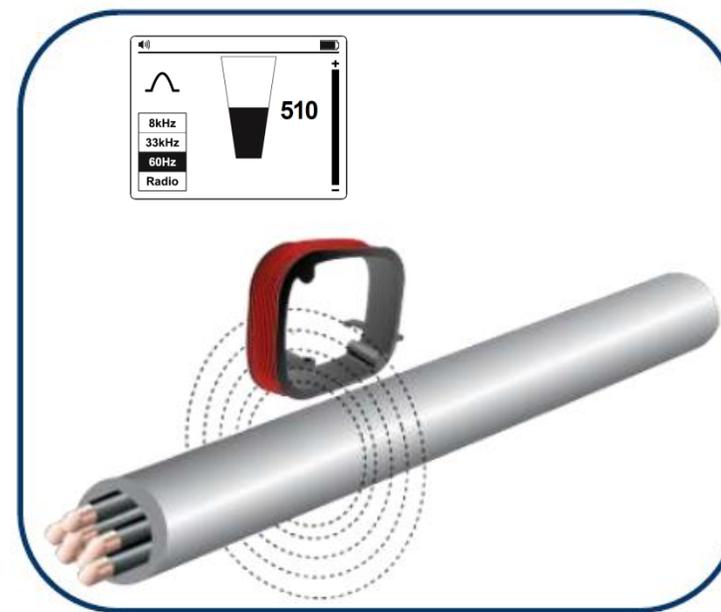
- Por causa dessas correntes de “retorno” os **CAMPOS ELETROMAGNÉTICOS** que envolvem as linhas podem ser **DISTORCIDOS** pelas correntes de retorno em outras linhas metálicas.



Tecnologias e métodos de rastreamento

Localizadores de instalações subterrâneas

- O **receptor** do localizador contém sensores que detectam o campo eletromagnético (o sinal).
- Esses sensores são chamados de “antenas”.
- O sinal induz uma “resposta” nas antenas, por meio da indução eletromagnética.



Tecnologias e métodos de rastreamento

Localizadores de instalações subterrâneas

Tipos de sinais

Sinais Passivos

Gerados pelo ambiente

- **Instalações de Energia**
 - Redes de transmissão e distribuição de energia (50/60 Hz e harmônicos relacionados)
- **Rádiofrequência**
 - Transmissões de rádiofrequência (15 kHz – 28 kHz e harmônicos relacionados)
- **Aplicações Específicas**
 - Sinais de aplicações específicas (TV a cabo, proteção catódica, etc.)



IV Encontro Técnico
ISA São Paulo na Enel

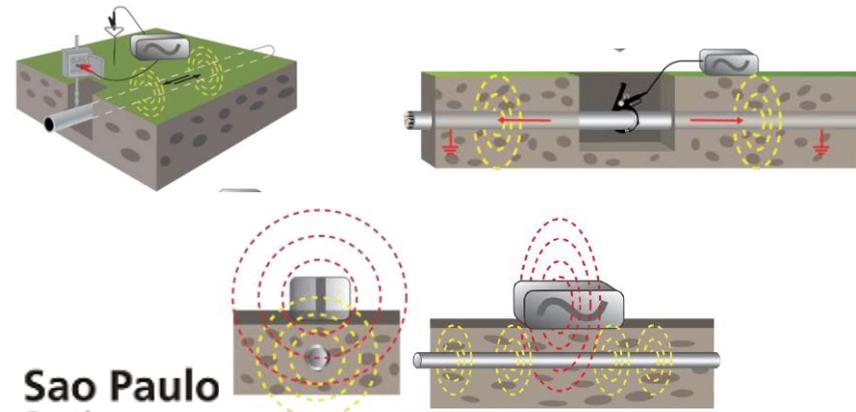


Sao Paulo
Section

Sinais Ativos

Gerados pelo transmissor do localizador

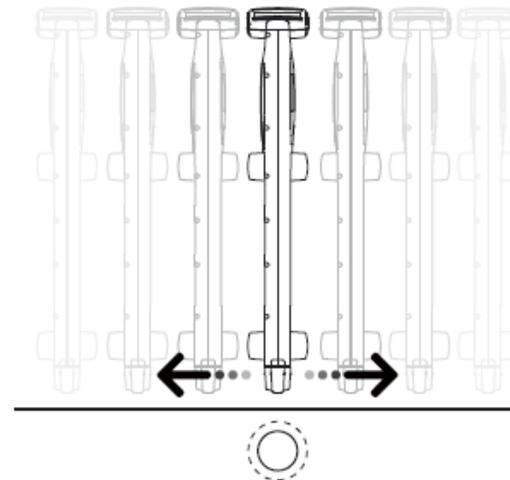
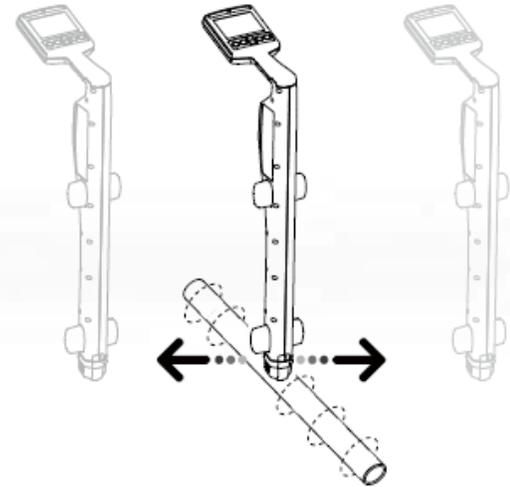
- **Conexão Direta**
 - Um cabo na linha-alvo, o outro aterrado
- **Grampo de indução**
 - Indução de sinal em um cabo, sem fazer uma conexão direta
- **Indução**
 - Indução de um sinal em um cabo ou tubo, colocando o transmissor na superfície sobre a linha-alvo



Modo de rastreamento passivo

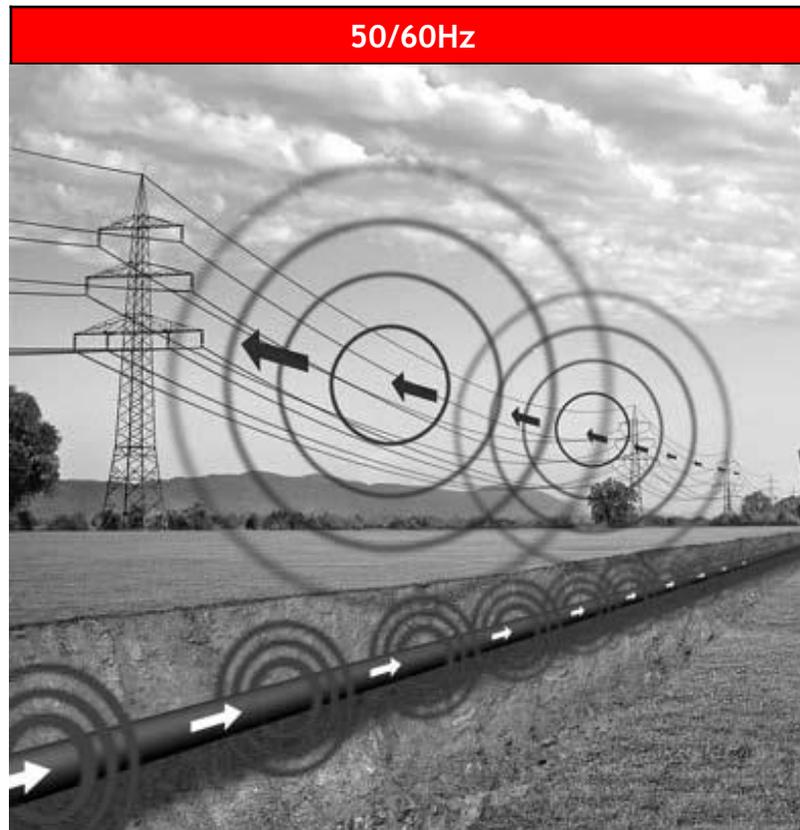
Modo de rastreamento passivo

- ▶ Suportado em dois modos
 - ▶ **50/60 Hz**
 - ▶ **Rádiofrequência**
- ▶ Não há necessidade de um transmissor
- ▶ O receptor detectará o campo eletromagnético gerado pelo circuito
- ▶ Funcionará apenas em circuitos elétricos energizados e instalações metálicas
- ▶ Método de solução de problemas mais usado para localizar instalações
- ▶ Não usar quando houver sobreposição de dois ou mais fios energizados
- ▶ Aplicações comuns:
 - ▶ Escavação
 - ▶ Marcação geral de instalações subterrâneas
 - ▶ Identificação de linhas de energia



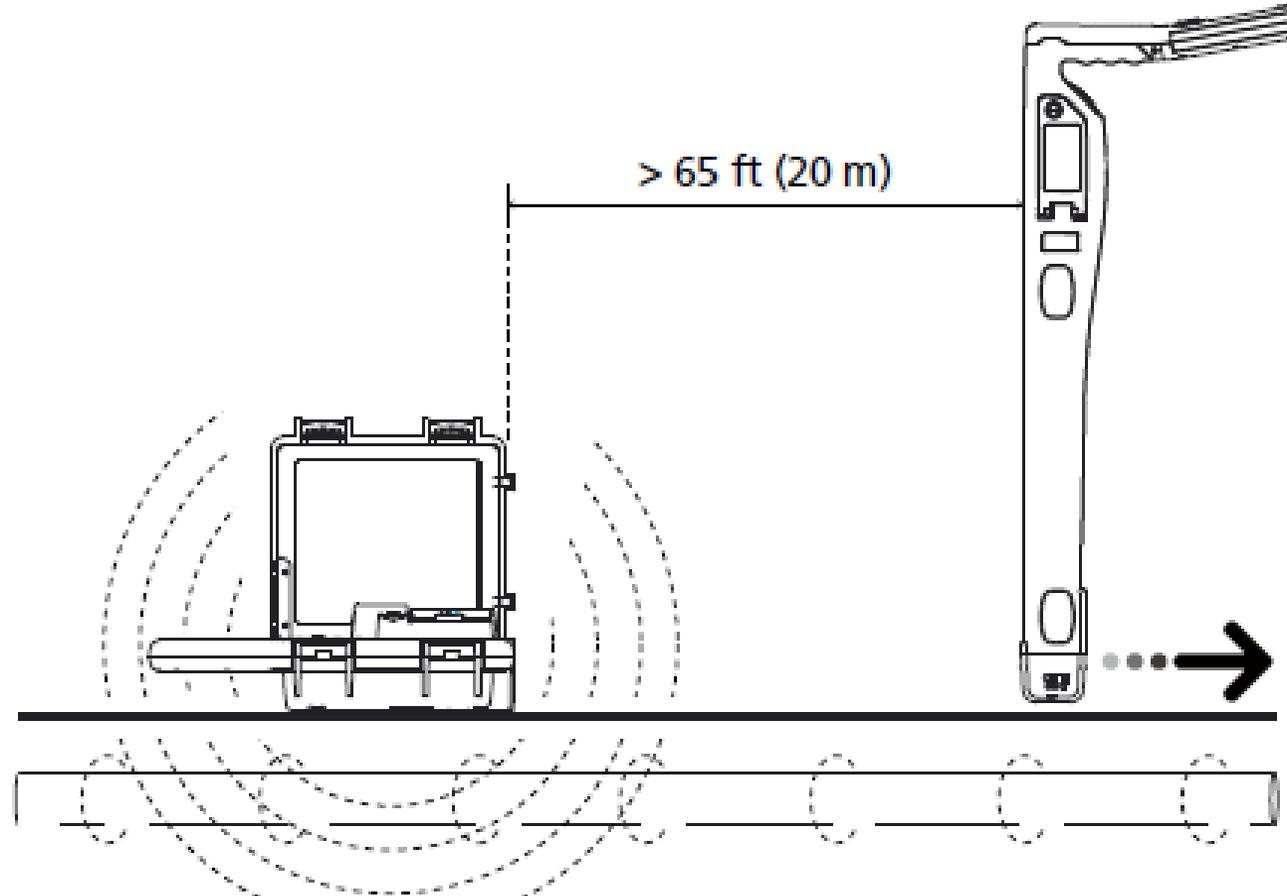
Modo de rastreamento passivo

- ▶ Dois modos de rastreamento suportados



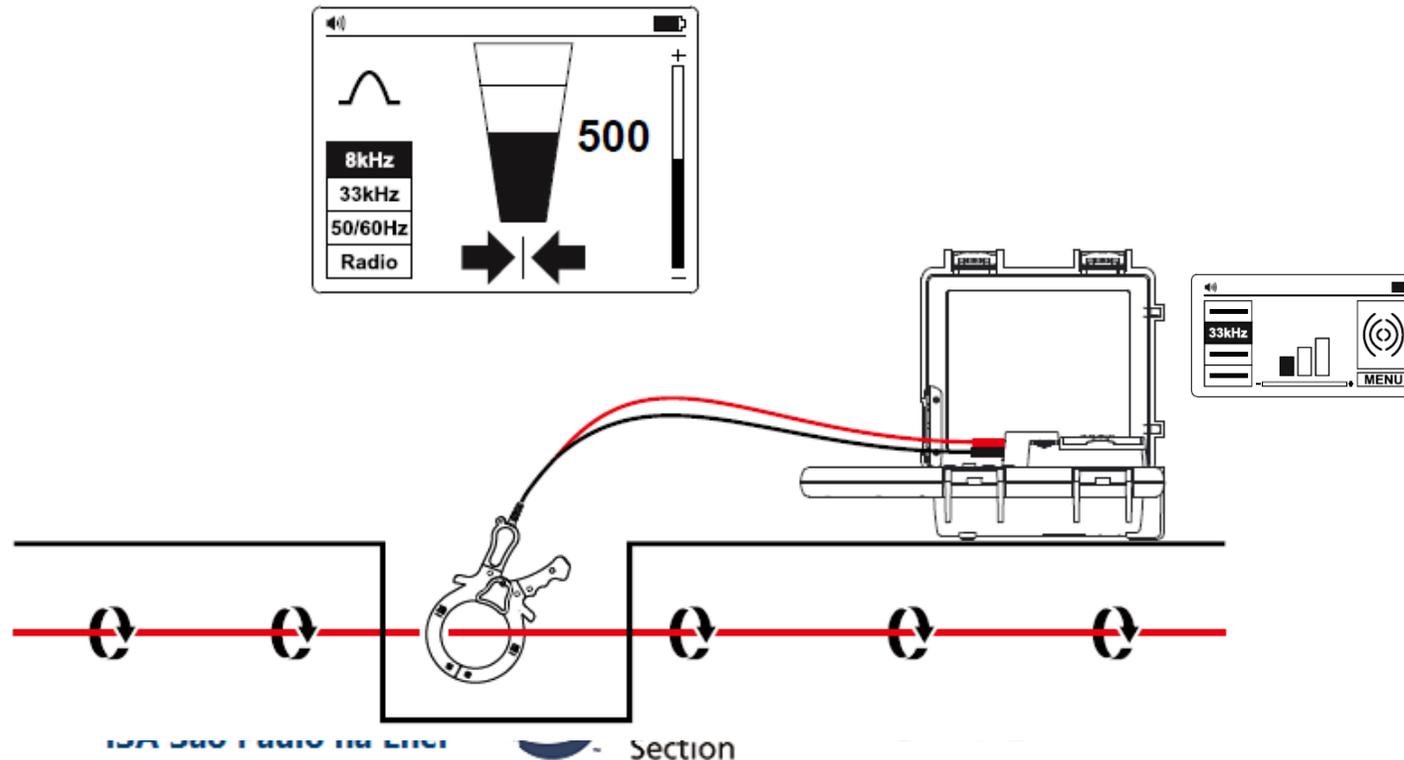
Modo de rastreamento ativo - Indutivo

- O receptor deve manter uma distância de 20 m do transmissor para evitar a propagação do sinal para fios ou tubos sobrepostos



Modo de rastreamento ativo - Grampo de indução

- Ideal para áreas onde é difícil o acesso à junção ou ao conector
- Precisa o uso do transmissor (para gerar um sinal único), do receptor (para capturar o campo eletromagnético gerado por esse sinal único) e do grampo de sinal (incluído apenas no modelo UAT-620)
- Gera um sinal exclusivo de 8 kHz ou 33 kHz induzido pelo grampo conectado a um fio



IV Encontro Técnico ISA São Paulo na Enel

6 de novembro de 2019 - Barueri / SP

Perguntas

Renato Souza

Renato.souza@fluke.com