



**Universidade Federal do Espírito Santo**  
**Centro Tecnológico**  
**Departamento de Engenharia Elétrica**  
**Prof. Hélio Marcos André Antunes**

# **Unidade 7: Noções de Aterramento Elétrico – Aula 13**

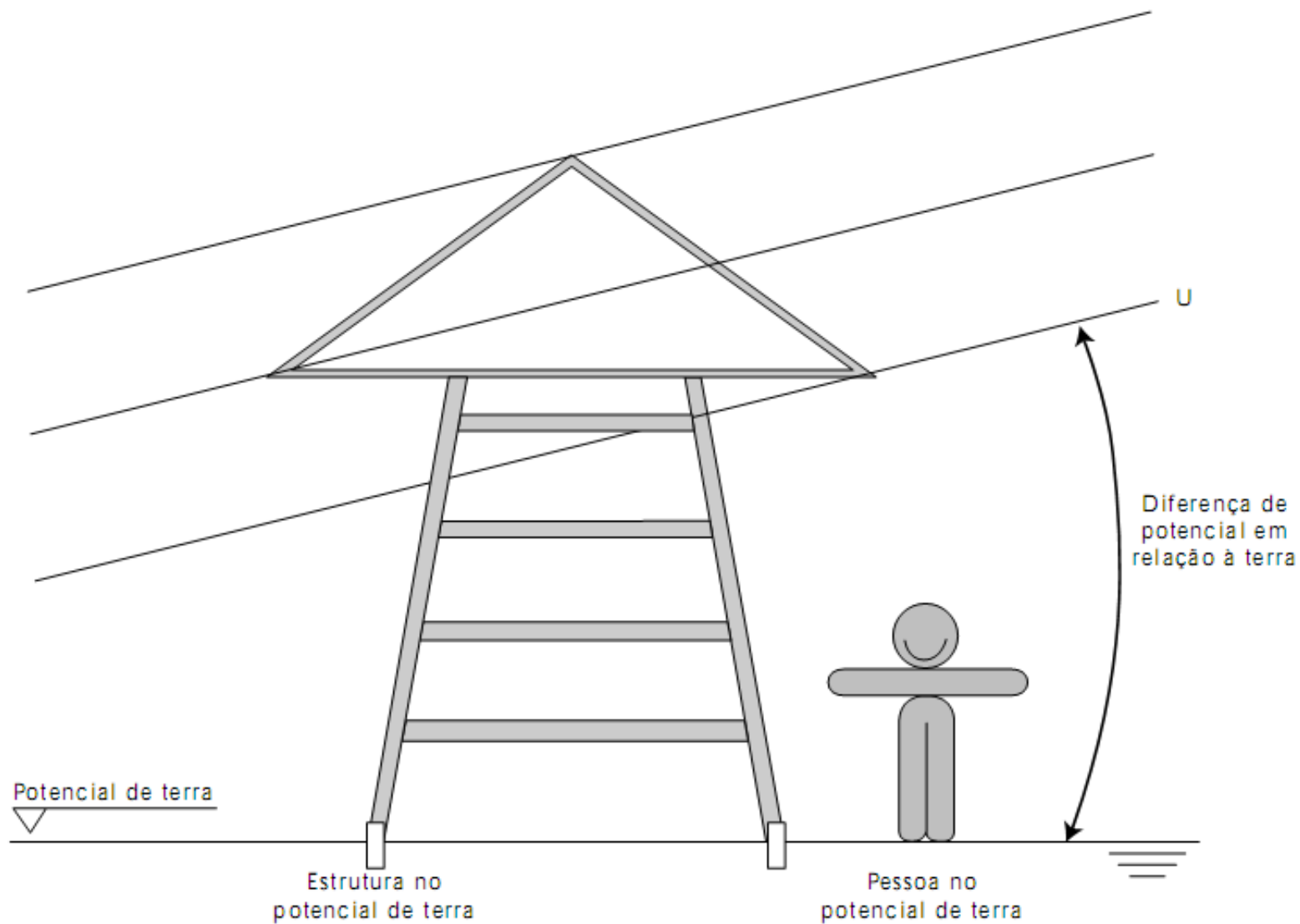
Instalações Elétricas I  
Engenharia Elétrica

## 7.1- Introdução

---

- O que é um aterramento elétrico ?
  - Aterramento refere-se a terra propriamente dita.
  - Quando algo está aterrado eletricamente, dizemos que está ligado à terra.
  - A terra, isto é, o solo pode ser considerado um condutor por meio do qual a corrente elétrica pode fluir, dispersando-se.
- Em geral, os sistemas elétricos não precisam estar conectados a terra para funcionarem.
- A terra representa um ponto de referência, com potencial nulo, sendo uma boa escolha.
- Em equipamentos eletrônicos uma referência de potencial zero é importante.

# Introdução



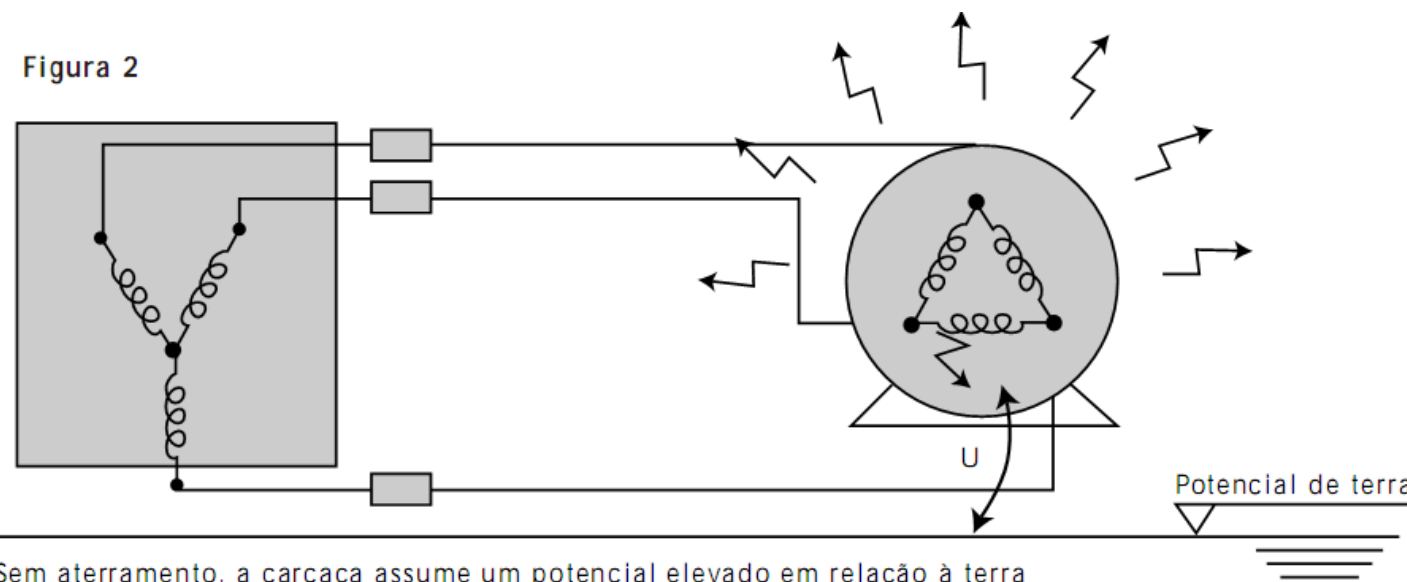
# Introdução

- Objetivos básicos do aterramento elétrico:
  - Aterrar significa ligar intencionalmente um condutor fase, ou mais comum, o neutro à terra.
  - Tem como objetivo principal controlar a tensão em relação à terra, dentro de limites previsíveis.
  - Fornecer um caminho para circulação de correntes, que permitirão a detecção de uma ligação indesejada entre condutores vivos e a terra.
  - Dispositivos automáticos como disjuntores termomagnéticos e dispositivos diferenciais residuais podem ser usados para detectar a corrente de falta entre fase e terra (dependendo do esquema de aterramento).
  - Limitando as tensões em relação à terra pode-se:
    - Limitar o esforço da tensão na isolação dos condutores.
    - Reduzir os perigos do choque elétrico para pessoas.

# Introdução

- Por que deve-se preferir os sistemas aterrados?
  - Permite obter proteção da pessoas e do patrimônio contra correntes de falta na instalação.
  - Propicia um caminho seguro, de baixa resistência elétrica para as correntes induzidas por descargas atmosféricas.
- Sistemas não aterrados
  - Muito populares na década de 20.

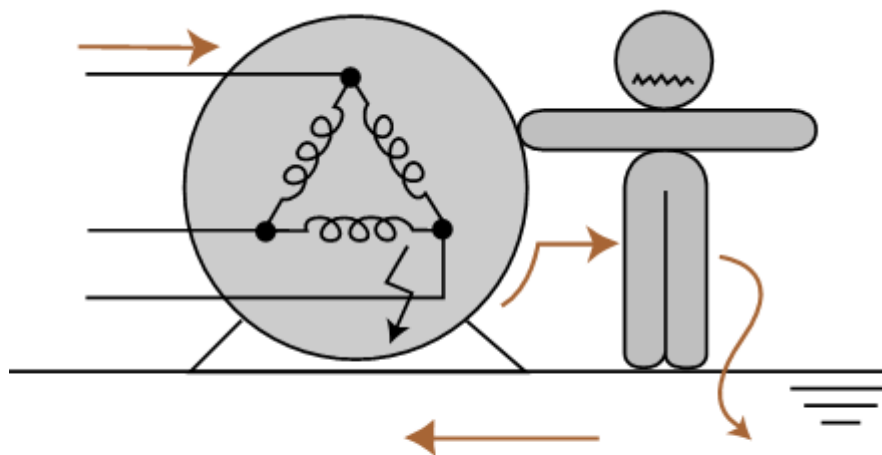
Figura 2



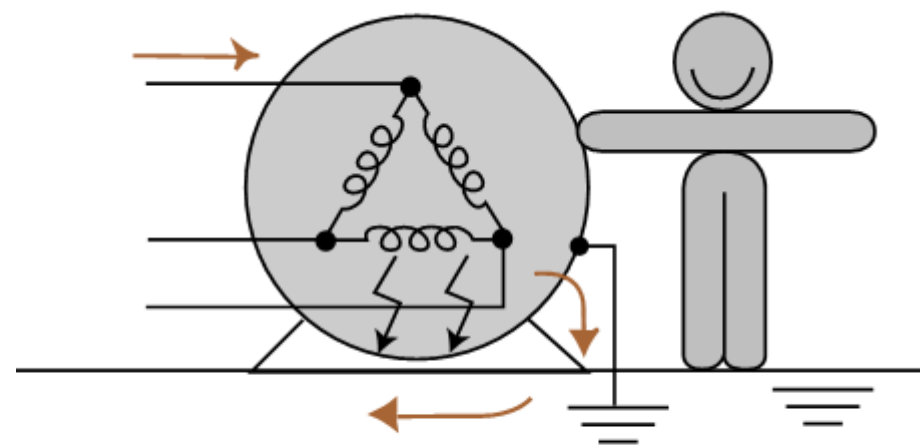
Sem aterramento, a carcaça assume um potencial elevado em relação à terra

## 7.2 – Funções Básicas dos Sistemas de Aterramento

- Segurança Pessoal



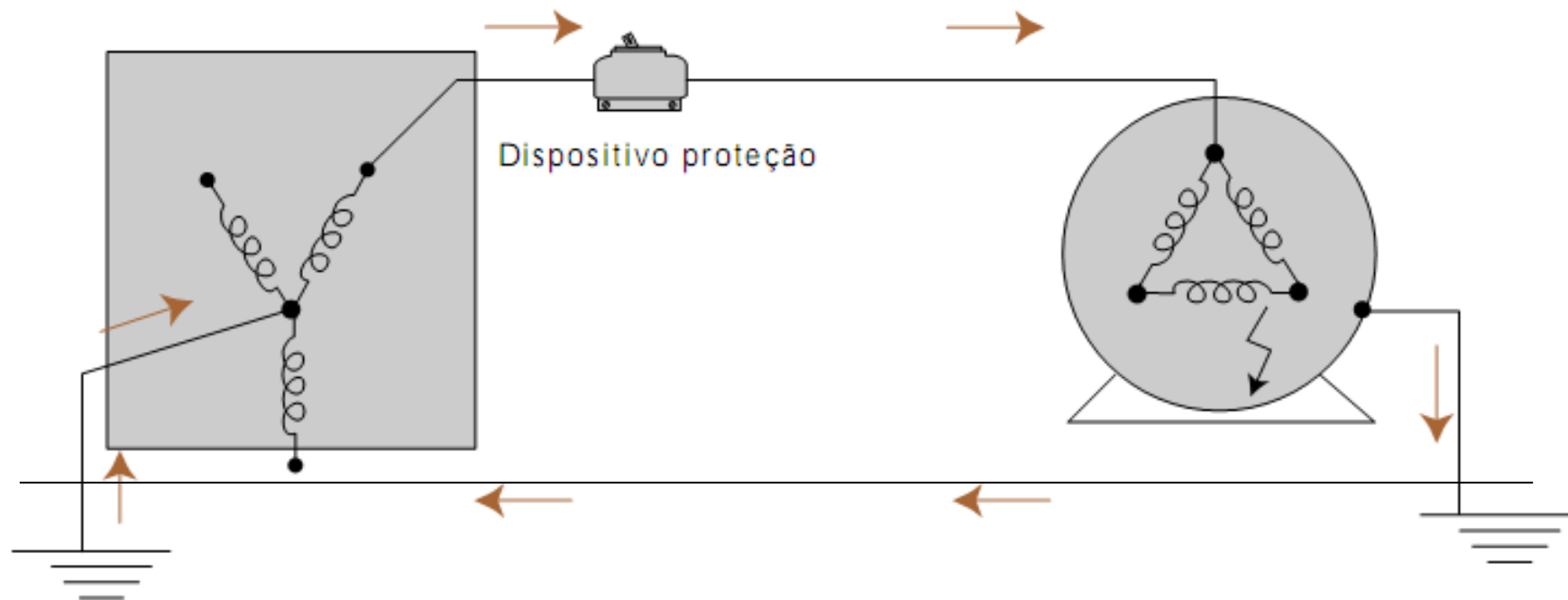
**Figura 3B** - Sem aterramento, o único caminho é o corpo.



**Figura 3A** - Com aterramento, a corrente praticamente não circula pelo corpo.

# Funções Básicas dos Sistemas de Aterramento

- Desligamento Automático



- Controle das Tensões

- Permite um controle das tensões desenvolvidas no solo, quando uma falta retorna pela terra até a fonte ou quando ocorre uma descarga atmosférica.

# Funções Básicas dos Sistemas de Aterramento

- Cargas estáticas

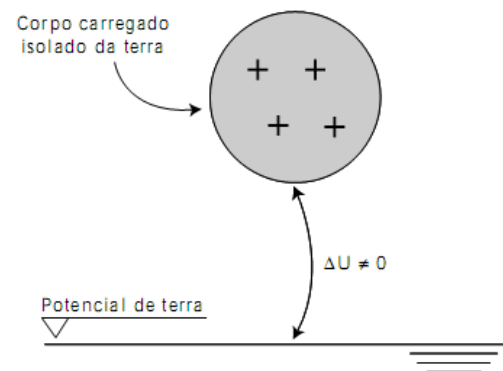


Figura 5A - Corpo (estruturas, suportes, carcaças, etc.) isolado da terra, com carga acumulada.

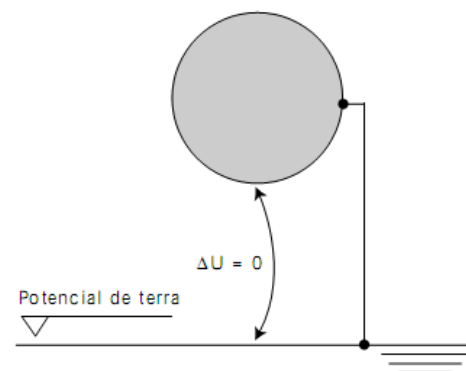
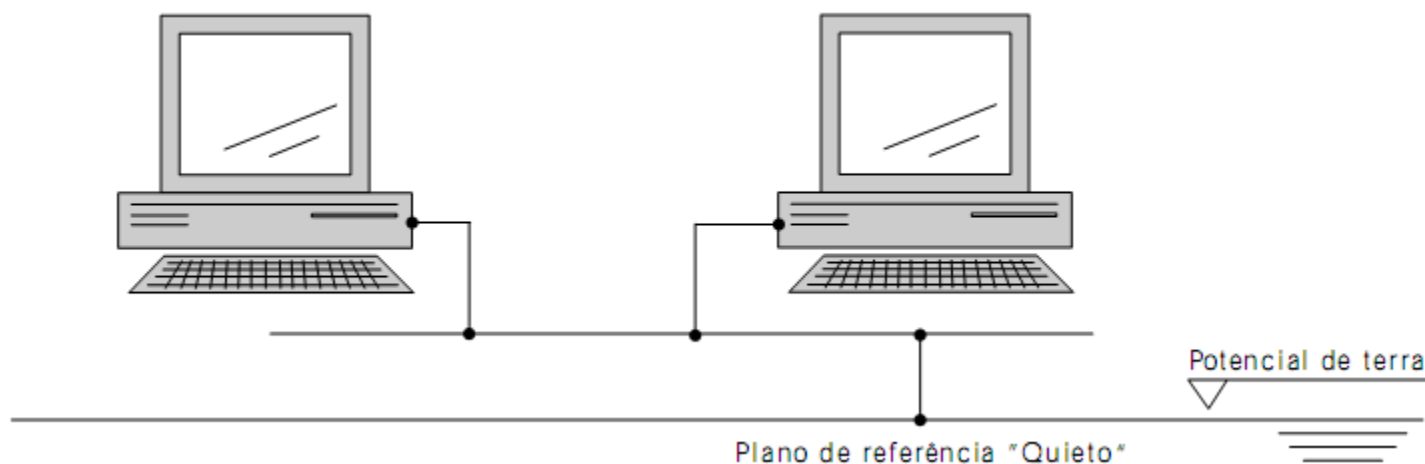


Figura 5B - Corpo ligado à terra.

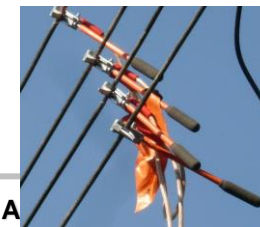
- Equipamentos eletrônicos





## 7.3 – Aterramento e equipotencialização

- Nas instalações elétricas existem três tipos de aterramento:
  - Aterramento funcional:
    - Consiste na ligação à terra de um dos condutores do sistema, geralmente o condutor PEN (neutro e proteção elétrica);
    - Esta relacionado com o funcionamento correto, seguro e confiável da instalação.
  - Aterramento de proteção:
    - Consiste na ligação à terra as massas da instalação e elementos condutores estranhos a instalação;
    - Tem por objetivo a proteção contra choques elétricos.
  - Aterramento de trabalho:
    - Tem como finalidade tornar possível, sem perigo de acidente, atividades de manutenção em parte da instalação normalmente sobe tensão;
    - Chamado de aterramento provisório.



## Prescrições da NBR 5410 ( Eletrodo de aterramento)

- A NBR 5410/2004 define que o aterramento é uma infraestrutura e faz parte da edificação, denominada de eletrodo de aterramento.
- Pode ser da seguinte forma:
  - Preferencialmente, uso das próprias armaduras de concreto da fundações, sendo suficiente para obter um eletrodo de aterramento;
  - Uso de fitas, barras e cabos metálicos, especialmente previstos, imersos no concreto de fundações, formando um anel em toda a edificação;
  - Uso de malhas metálicas enterradas, no nível das fundações, cobrindo a área da edificação e completada, quando necessária por hastes verticais radialmente;
  - No mínimo, uso de anel metálico enterrado, circundando o perímetro da edificação e complementado quando necessário por hastes verticais e/ou cabos dispostos radialmente.

## Prescrições da NBR 5410 ( Eletrodo de aterramento)

---

- A NBR 5410/2004 proíbe o uso de canalizações metálicas de água como eletrodo de aterramento.
- Segundo a NBR 5419/2015:
  - Mastros de Antenas devem ser incorporados ao Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA);
  - Um bom aterramento deve possuir uma resistência de valor inferior a 10 Ohms.
- Um bom aterramento depende:
  - Da resistividade do solo ( tipo de solo);
  - Comprimento de cada haste (eletrodos);
  - Número de hastes em paralelo.

# Tipos de Eletrodo de Aterramento

## ■ Eletrodos de aterramento mais comumente utilizáveis, de acordo com a NBR 5410

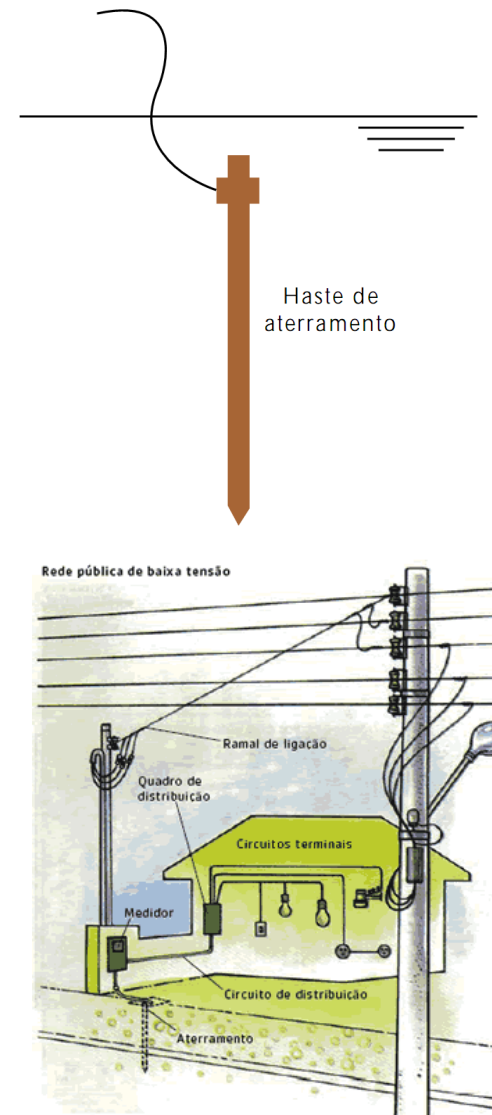
Material	Superfície	Forma	Dimensões mínimas			
			Diâmetro mm	Seção mm <sup>2</sup>	Espessura do material em mm	Espessura média do revestimento μm
Aço	Zincada a quente <sup>1</sup> ou inoxidável <sup>1</sup>	Fita <sup>2</sup>		100	3	70
		Perfil		120	3	70
		Haste de seção circular <sup>3</sup>	15			70
		Cabo de seção circular		95		50
		Tubo	25		2	55
	Capa de cobre	Haste de seção circular <sup>3</sup>	15			2.000
	Revestida de cobre por eletrodeposição	Haste de seção circular <sup>3</sup>	15			254
Cobre	Nu <sup>1</sup>	Fita		50	2	
		Cabo de seção circular		50		
		Cordoalha	1,8 (cada veia)	50		
		Tubo	20		2	
	Zincada	Fita <sup>2</sup>		50	2	40

Notas:

1. Pode ser utilizado para embutir no concreto.
2. Fita com cantos arredondados.
3. Para eletrodo de profundidade.

# Tipos de Eletrodo de Aterramento

- Hastes de aterramento
  - Possuem formato alongado;
  - Tem com função injetar a corrente de forma a dispersá-la, perturbando o menor possível a superfície;
  - A seção da haste pode ser cilíndrica, maciça ou tubular;
  - Geralmente as hastes possuem formato cilíndrico, com alma de aço e coberta com um espessura de cobre de no mínimo 254 microns (Haste tipo Copperweld);
  - Muito utilizado no aterramento elétrico do padrão de energia elétrica (obrigatório).



# Tipos de Eletrodo de Aterramento

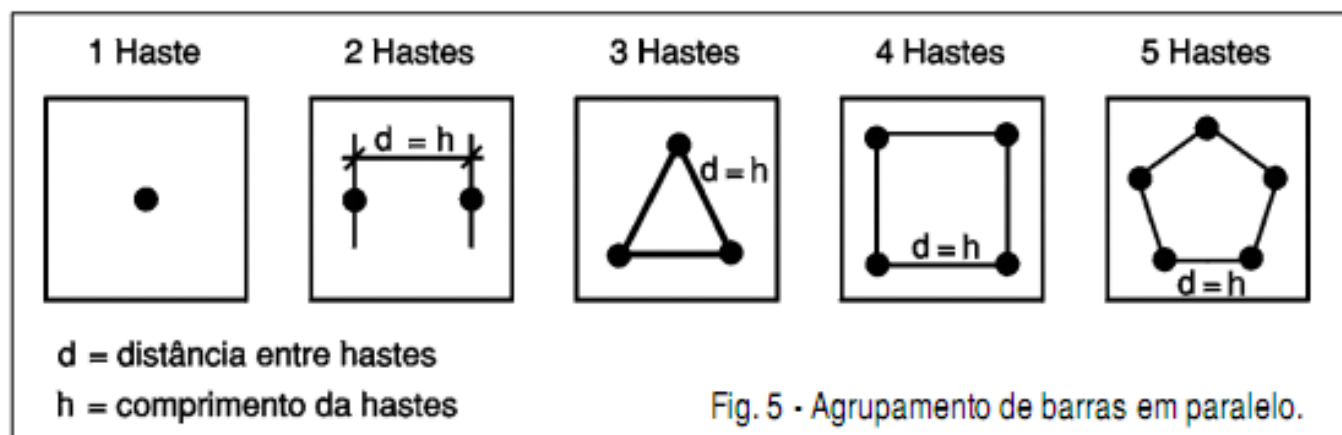


Fig. 5 - Agrupamento de barras em paralelo.

# Conexões aos Eletrodos de Aterramento

---

- A conexão dos condutores de aterramento aos eletrodos são realizadas por três sistemas:
  - Dispositivos mecânicos
    - Facilmente encontrados, simples de instalar.
    - São desconectados com facilidade e permitem medir a resistência de aterramento.
  - Solda Exotérmica
    - Realiza uma conexão permanente e sem resistência de contato.
    - Muito utilizados em ligações de malhas de aterramento.
    - Somente deve ser realizado por mão de obra especializada.
  - Conexão por compressão
    - Fácil instalação, apresenta baixa resistência de aterramento.
    - Não pode ser desconectado para medições de resistência de aterramento.

# Solda Exotérmica





# Sistema de Aterramento Residencial

- Caixa de inspeção, haste Copperweld 2,40 m, conectores do tipo cabo haste ou do tipo grampo, condutor na cor verde-amarela ou verde, terminal à pressão, balde com água, britas e ferramentas.



# Sistema de Aterramento Residencial



# Sistema de Aterramento Residencial

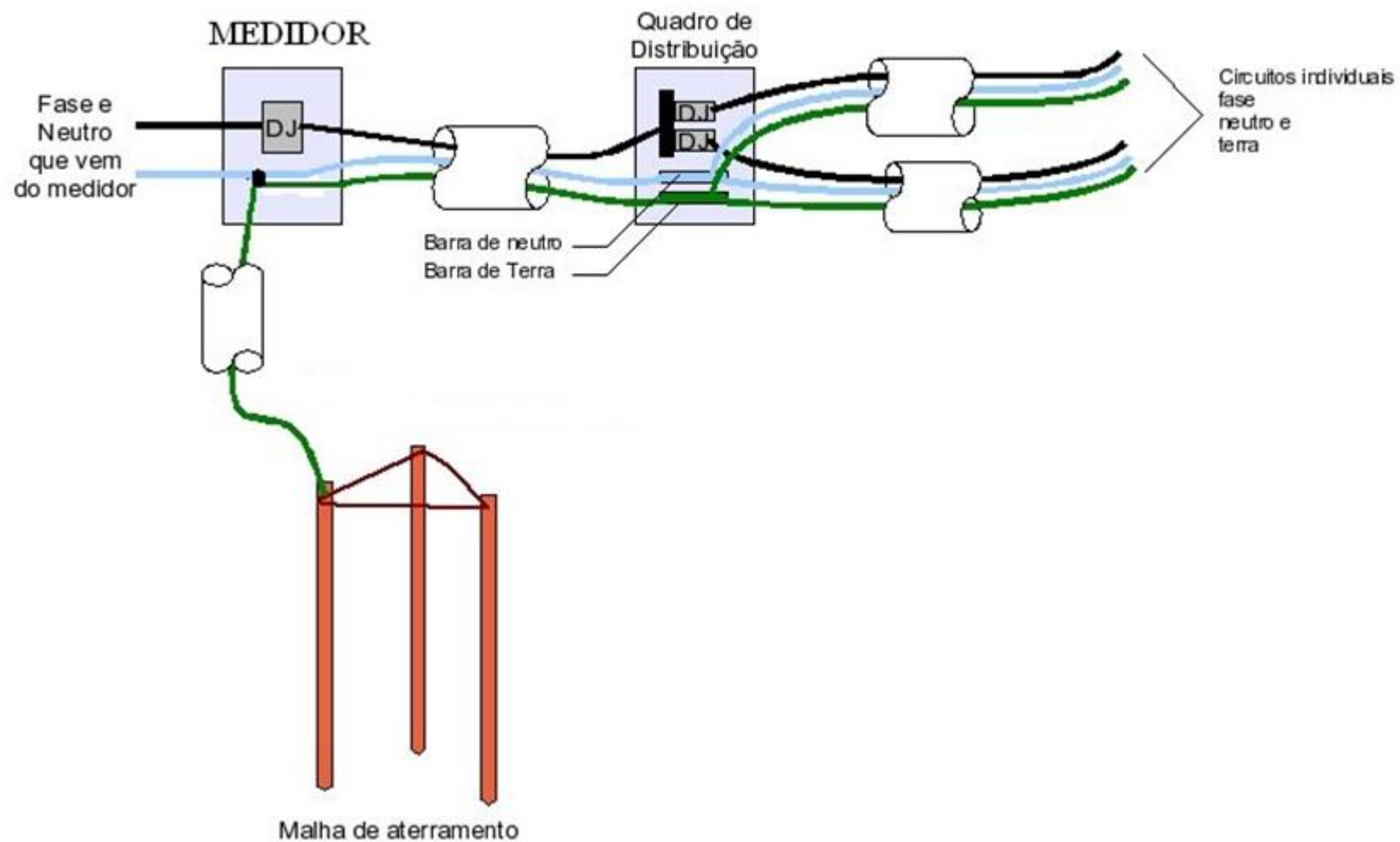




# Sistema de Aterramento Residencial

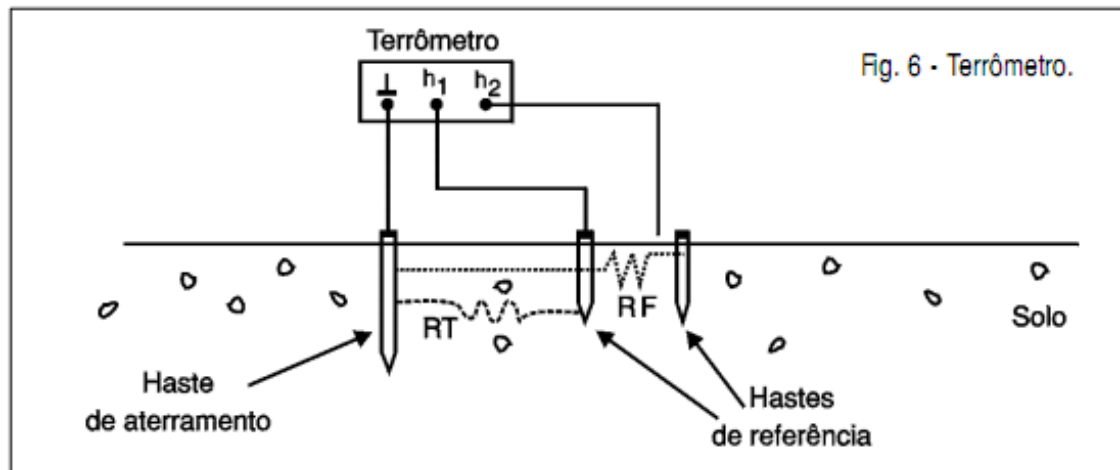


# Sistema de Aterramento Residencial



# Medição da Resistência de Aterramento

- Como medir a resistência de aterramento?
  - Terrômetro



# Equipotencialização

- Equipotencializar significa deixar todas as massas e objetos estranhos da instalação elétrica no mesmo potencial.
- O que se ganha com isso?
  - São reduzidos os riscos de choque elétrico, incêndios e explosões dentro da edificação.
- A NBR 5410/2004 define que em cada edificação deve ser realizada uma equipotencialização, reunindo os seguintes elementos:
  - *Armaduras de concreto e outras estruturas metálicas da edificação;*
  - *Tubulações de água, gás, esgoto, ar condicionado, vapor, bem como os elementos estruturais a elas associadas;*
  - *Condutores metálicos das linhas de energia e de sinal que entram e/ou saem da edificação;*
  - *Blindagens, armações, coberturas e capas metálicas de cabo de linhas de energia e de sinal que entram e/ou saem da edificação;*
  - *Condutores de proteção das linhas de energia e de sinal que entram e/ou saem da edificação;*
  - *Os condutores de interligação provenientes de outros eletrodos de aterramento porventura existentes ou previsto no entorno da edificação;*
  - *O condutor neutro da alimentação elétrica, salvo se não existir ou se a edificação tiver que ser alimentada, por qualquer motivo, em esquema TT ou IT;*
  - *Os condutores de proteção principal da instalação elétrica (interna) da edificação.*

# Equipotencialização

---

- Barramento e Equipotencialização Principal (BEP)
  - É um dispositivo tipo barra, que reúne:
    - condutor de aterramento;
    - condutor(es) de equipotencialidade principal(is);
    - condutores de descida de pára-raios;
    - condutores de proteção principais.
    - neutro.
  - Deve estar o mais próximo da entrada da alimentação elétrica.
  - Admite-se usar a barra PE do quadro de distribuição principal de baixa tensão.



# Equipotencialização

## COMPONENTES DO SISTEMA DE ATERRAMENTO

