



ANEXO 1 ATERRAMENTO

ESCOLAS

Realização:



fdte@fdte.org.br



SECRETARIA DE ESTADO
DA EDUCAÇÃO



GOVERNO DO ESTADO DE
SÃO PAULO

ÍNDICE

1. Introdução	3
2. Objetivos do aterramento.	4
3. Sistemas de aterramento.	5
3.1 Procedimentos	6
3.1.1 Como cravar a haste:	6
3.1.2 Como colocar a caixa de inspeção de terra	6
3.1.3 Como conectar o cabo a haste	7
3.1.4 Interligação com o sistema elétrico.	8
4. Procedimentos para medição do terra.	10
5. Procedimentos para correção da resistência de aterramento	12
5.1 Características do Tratamento Químico do Solo.	12
5.2 Aplicação do Tratamento Químico no solo	12
6. Conclusão:	14
7. Bibliografia	15

1. INTRODUÇÃO

Aterramento significa acoplamento permanente de partes metálicas com o propósito de formar um caminho condutor de eletricidade tanto quanto assegurar continuidade elétrica e capacitar uma condução segura qualquer que seja o tipo de corrente.

Para que um Sistema de Energia Elétrica opere corretamente, com uma adequada continuidade de serviço, com um desempenho seguro do sistema de proteção e, mais ainda, para garantir os limites (níveis) de segurança pessoal, é fundamental que o quesito Aterramento mereça um cuidado especial.

Esse cuidado deve ser traduzido na elaboração de projetos específicos, nos quais, com base em dados disponíveis e parâmetros pré-fixados, sejam consideradas todas as possíveis condições a que o sistema possa ser submetido.

Aterramento, é a arte de se fazer uma conexão com toda a terra. A conexão terra é na realidade a interface entre o sistema de aterramento e toda a terra, e é por esta interface que é feito o contato elétrico entre ambos ("terra" e sistema de aterramento). Através desta interface passarão os eventos elétricos para o mencionado sistema. Estes eventos elétricos incluem energia (surtos e transientes) e a energia proveniente das descargas atmosféricas. O aterramento é obrigatório e a baixa qualidade ou a falta do mesmo invariavelmente provoca queima de equipamentos. Suas características e eficácia devem satisfazer às prescrições de segurança das pessoas e funcionais da instalação. O valor da resistência deve atender as condições de proteção e de funcionamento da instalação elétrica. Conforme orientação da ABNT a resistência deve atingir no máximo 10 Ohms, quando equalizado com o sistema de pára-raios ou no máximo 25 Ohms quando o sistema de pára-raios não existir na instalação.

2. OBJETIVOS DO ATERRAMENTO

- Obter uma resistência de aterramento a mais baixa possível, para correntes de falta à terra;
- Manter os potenciais produzidos pelas correntes de falta dentro de limites de segurança de modo a não causar fibrilação do coração humano;
- Fazer que os equipamentos de proteção sejam mais sensibilizados e isolem rapidamente as falhas à terra;
- Proporcionar um caminho de escoamento para terra de descargas atmosféricas;
- Usar a terra como retorno de corrente do sistema MRT;
- Escoar as cargas estáticas geradas nas carcaças dos equipamentos.

OBS: NUNCA UTILIZE O NEUTRO DA REDE ELÉTRICA COMO TERRA, A NÃO SER EM CASOS ESPECÍFICOS – CONDUTOR PEN (ver 5410/97)

Sugere-se que a questão seja tratada com o auxílio de assessoria especializada, eletricitista ou empresa de instalações elétrica. Apresentamos a seguir, uma sugestão para construção de um sistema de aterramento simples.

3. Sistemas de aterramento

A resistividade do solo varia com o tipo de solo, mistura de diversos tipos de solo, teor de umidade, temperatura, compactação e pressão, composição química dos sais dissolvidos na água retida e concentração dos sais dissolvidos na água retida. Os sistemas de aterramento devem ser realizados de modo a garantir a melhor ligação com a terra.

Os principais são:

1. Uma haste simples cravada no solo;
2. Hastes alinhadas;
3. Hastes em triângulo;
4. Hastes em quadrado;
5. Hastes em círculos;
6. Placas de material condutor enterrado no solo (exceto o alumínio);
7. Fios ou cabos enterrados no solo.

O sistema mais eficiente de aterramento é o sistema de malha de terra.

O sistema de aterramento adotado neste trabalho em função da localização para execução do aterramento será uma simples haste cravada no solo. Para melhorar a eficiência do sistema e garantir melhor escoamento das correntes para o solo, adotaremos 2 hastes sobrepostas por uma luva de emenda (Figura 1).

Estas hastes devem ser em aço cobreado tipo cooperweld camada alta (254 μ m), perfazendo 4,8 metros.

A haste tipo cooperweld (Figura 2) é uma barra de aço de seção circular onde o cobre é fundido sobre a mesma.



Fig. 1 - conector de emenda - de pressão



Fig. 2 - haste tipo cooperweld

3.1 PROCEDIMENTOS

No exterior do ambiente, próximo a caixa de entrada/medição da energia elétrica (< 0,5m), utilize duas hastes de cobre com 2,4 metros de comprimento, enterrando-as uma sobre a outra com uma luva de emenda (Figura 1) deixando aproximadamente 10 centímetros da haste exposta para conexão da fiação.

3.1.1 Como cravar a haste:

- Escolha um lugar com terra e inicie um furo ou buraco no chão para enterrar a haste. No caso de você não conseguir um local de terra, terá que escolher um outro próximo de onde será utilizado o aterramento e romper o chão utilizando ferramentas de pedreiro (marreta, talhadeira, ponteiro, etc).
- Coloque uma mangueira, sem esguicho, saindo água na entrada desse buraco iniciado e deixe por alguns minutos. Estando umedecida, a terra deverá ficar mais branda e será mais fácil enterrar a haste de cobre.
- Executar a junção das duas hastes através do conector de emenda (Figura 1)
- Retire a mangueira e comece a enterrar a haste com as mãos. Enterre o quanto conseguir e retire a haste novamente, deixando somente o buraco.
- Coloque a mangueira novamente no buraco e deixe por alguns minutos.
- Repita esta operação com a mangueira e a haste até que não consiga mais empurrá-la com as mãos. Quando isto acontecer continue a operação batendo com a marreta.
- Sempre que conseguir, retire a haste e coloque a mangueira em seu lugar por alguns minutos. Quando não conseguir mais retirar a haste, continue batendo com a marreta até que restem somente 10 centímetros para fora da terra.

3.1.2 Como colocar a caixa de inspeção de terra

- Cave em volta desses 10 centímetros um buraco de modo que seja possível acomodar a caixa de inspeção de terra (Figura 3 - com altura de 250mm e Ø250mm), que poderá ser de concreto, PCV ou manilha.



Fig. 3 - caixa de inspeção de terra - altura de 250mm e Ø250mm

3.1.3 Como conectar o cabo a haste

- Descasque um cabo de diâmetro (S), conforme tabela 1 na cor verde ou verde-amarelo, mais ou menos 10 cm e conecte o cabo na haste com um conector tipo olhal (Figura 4) ou conector prensa haste-cabo (Figura 5).

Seção dos condutores fase (S) (mm^2)	Seção mínima dos condutores de proteção (S') (mm^2)
$S \leq 16 \text{ mm}^2$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$S' = S/2$

Tabela 1 - Seção mínima de condutores de proteção e aterramento

A seção mínima dos condutores de proteção/aterramento pode ser determinada pela tabela 1. Na aplicação da tabela 1, poderão surgir resultados na determinação da seção do condutor de proteção (a divisão da seção da fase por dois) que não corresponde a um condutor existente na escala comercial. Nesse caso, devemos aproximar para a seção mais próxima, imediatamente superior. Por exemplo:

Condutor Fase: $S = 90 \text{ mm}^2$

Condutor de proteção/aterramento: $S/2 = 45 \text{ mm}^2$, portanto, adotaremos 50 mm^2 , uma vez que não dispomos do condutor de 45 mm^2 . Lembramos que a conexão do cabo com a haste deverá ser feito através de conectores próprios (figura 3 ou 4), de forma a garantir que não se desprendam.



Fig. 4 - Conector tipo Olhal



Fig. 5 - Conector Cabo-Haste



Fig. 6 - Detalhe de uma caixa de aterramento

3.1.4 Interligação com o sistema elétrico

Como verificado, a maioria das escolas não possui sistema de aterramento e o mesmo deverá ser executado como item obrigatório. Este aterramento deverá estar o mais próximo possível do quadro principal/medição de energia elétrica da Escola (<0,5m). O encaminhamento do cabo desde a haste (Figura 6) até o quadro de entrada deverá ser executado através de tubulação em PVC rígido (min. de 16mm). O condutor de aterramento (em cobre) deve possuir isolamento para 750V e identificação pela coloração verde ou verde-amarela.

Normalmente é preferível utilizar condutor nu, desde que instalado em eletroduto exclusivo e confeccionado de material isolante.

Deve-se interligar, na origem desta instalação, o condutor neutro com o condutor de terra para fins de proteção e da mesma forma, deve-se proceder a ligação das partes metálicas não destinadas a conduzir corrente elétrica, conforme Figura 7.

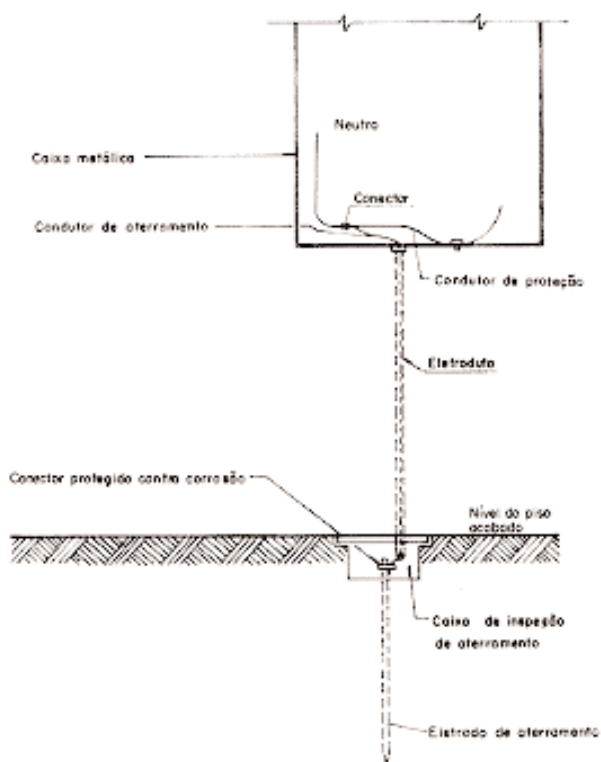


Fig. 7 – Detalhe de ligação no quadro

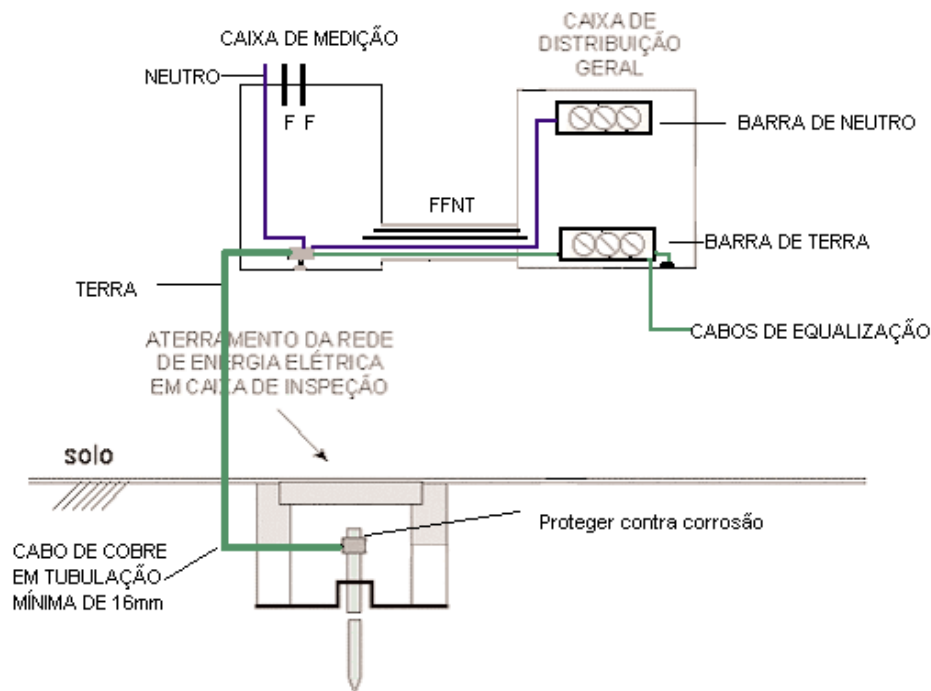


Fig. 8 - esquema básico e geral do aterramento

Obs1: Em função do tipo de caixa, estas ligações podem sofrer algumas variações.

Obs2: após a separação do terra e neutro conforme Figura 8, os mesmos não podem ser interligados no meio da instalação e deverão ser separados (Figuras 9 e 10)



Fig. 9 - Detalhe do barramento de terra num quadro de Força



Fig. 10 - Detalhe do barramento de Neutro num quadro de Força

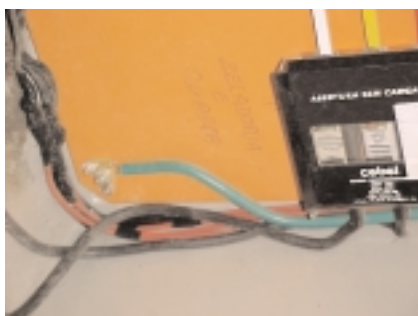


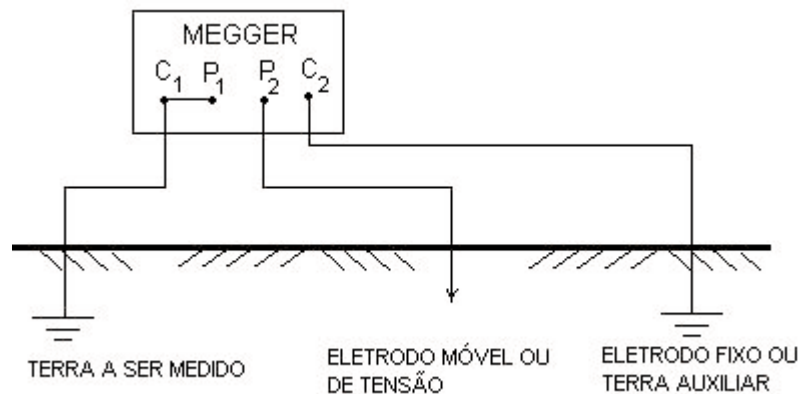
Fig. 11 - Detalhe de aterramento do quadro

Obs: Para melhor qualidade da instalação, recomenda-se o uso de terminais nos cabos, para conexão com disjuntores, barramentos e quadros de força.

4. PROCEDIMENTOS PARA MEDIÇÃO DO TERRA

Medida através do “Medidor de Resistência de Terra” tipo “Megger” ou similar:

Este processo consiste, basicamente, em aplicarmos uma tensão entre terra a ser medido e o terra auxiliar (eletrodos fixos ou eletrodos de corrente) e medirmos a resistência do terreno até o ponto desejado (eletrodo móvel ou eletrodo de tensão). O esquema de ligações é mostrado na figura abaixo:



Antes de iniciar a medição, deve-se calibrar o aparelho de modo a deixá-lo pronto.

Conforme o local da medição, não se conseguirá o ajuste do zero e, às vezes, teremos oscilação do ponteiro do galvanômetro. Isto ocorre devido às interferências e influências que o aparelho capta do solo, através do eletrodo móvel, pois a tensão que se aplica aos eletrodos fixos é baixa e resulta em correntes da ordem de 1 a 10 mA. Porém, em condições normais, devido à correntes de desequilíbrio de carga em sistemas aterrados e correntes de consumidores monofásicos com retorno pela terra, circula uma corrente pela terra da ordem de várias centenas de miliampéres. A tensão resultante no eletrodo móvel será, pois, devido à soma vetorial da corrente injetada no solo e da já existente. Teremos, portanto, erro de medida que é função da grandeza da corrente que causa a interferência.

A oscilação do ponteiro do galvanômetro é causado pela modulação resultante das ondas injetada e de interferência quando tiverem frequências próximas ou múltiplas. No caso mais crítico, poder-se-á encontrar valores de “resistência de terra” igual a zero, quando o valor da corrente injetada e a interferência forem iguais e defasadas de 180 graus, com a mesma frequência pois a soma vetorial das correntes seria nula.

Procedimento

- Alinhar o sistema de aterramento principal com as hastes de potencial e auxiliar;
- A distância entre o sistema de aterramento principal e a haste auxiliar deve ser suficientemente grande (por volta de 35m), para que a haste de potencial atinja a região plana do patamar. Devem ser feitas diversas medidas para levantamento do gráfico (Figura 11 A);
- O aparelho deve ficar o mais próximo possível do sistema de aterramento principal;
- As hastes de potencial e auxiliar devem estar bem limpas, para possibilitar bom contato com o solo;
- Calibrar o aparelho, isto é, ajustar o potenciômetro e o multiplicador MEGGER, até que seja indicado o valor zero;

- As hastes usadas devem ser do tipo cooperweld, com 1,2m de comprimento e diâmetro de 16mm;
- Cravar as hastes no mínimo a 70cm do solo;
- O cabo de ligação deve ser de cobre com bitola mínima de 2,5mm²;
- As medições devem ser feitas em dias em que o solo esteja seco, para se obter o maior valor da resistência de terra deste aterramento;
- Se não for o caso acima, anotar as condições do solo;
- Se houver oscilação de leitura, deslocar a posição da medição, carga da bateria ou o estado do aparelho;
- O terra a ser medido deve estar desconectado do sistema elétrico.

Levantar o gráfico dos diversos pontos medidos no deslocamento da haste móvel.

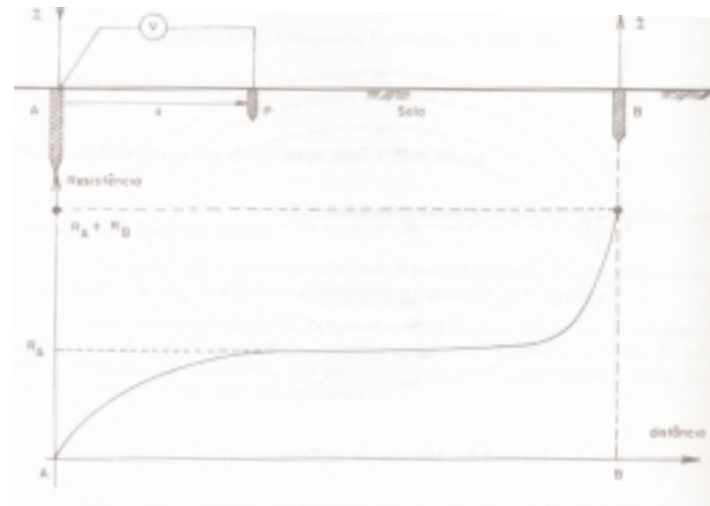


Fig. 11A

Após levantamento do gráfico, o valor do Patamar será a resistência de aterramento, ou seja R_a (conforme gráfico acima)

5. Procedimentos para correção da resistência de aterramento

Todo sistema de aterramento depende da sua integração com o solo e da resistividade aparente.

Se o sistema já está fisicamente definido e instalado, a única maneira de diminuir sua resistência elétrica é alterar as características do solo, usando um tratamento químico.

O tratamento químico deve ser empregado somente quando:

- *Existe o aterramento no solo, com uma resistência fora da desejada, e não se pretende alterá-lo por algum motivo;*
- *Não existe outra alternativa possível, dentro das condições do sistema, por impossibilidade de trocar o local, e o terreno tem resistividade elevada.*

5.1 CARACTERÍSTICAS DO TRATAMENTO QUÍMICO DO SOLO

O tratamento químico do solo visa a diminuição de sua resistividade, conseqüentemente a diminuição da resistência de aterramento.

Os materiais a serem utilizados para um bom tratamento químico do solo devem ter as seguintes características:

- Boa higroscopia;
- Não ser corrosivo;
- Baixa resistividade elétrica;
- Quimicamente estável no solo;
- Não ser tóxico;
- Não causar danos a natureza.

O tipo mais recomendado de tratamento químico, é o uso do Gel químico, que é constituído de uma mistura de diversos sais que, em presença da água, formam o agente ativo do tratamento. Suas propriedades são:

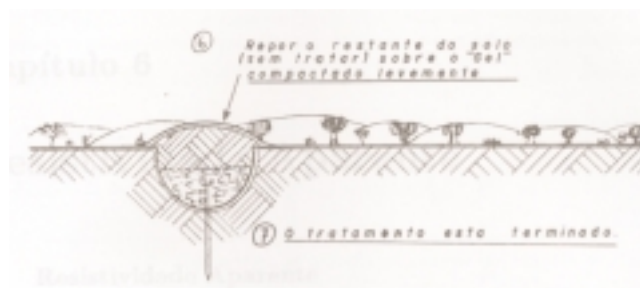
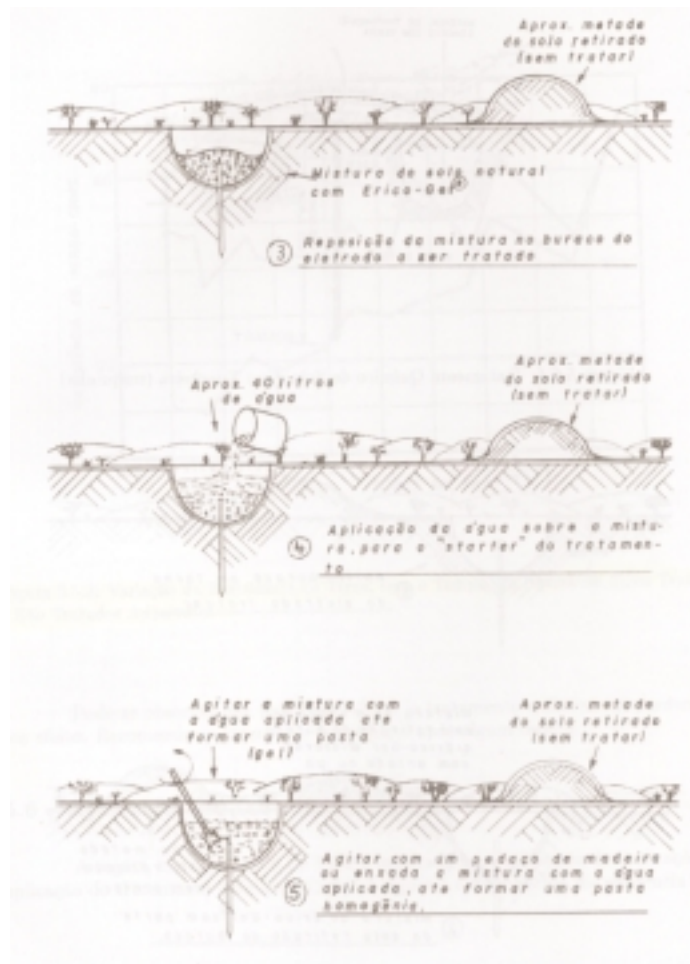
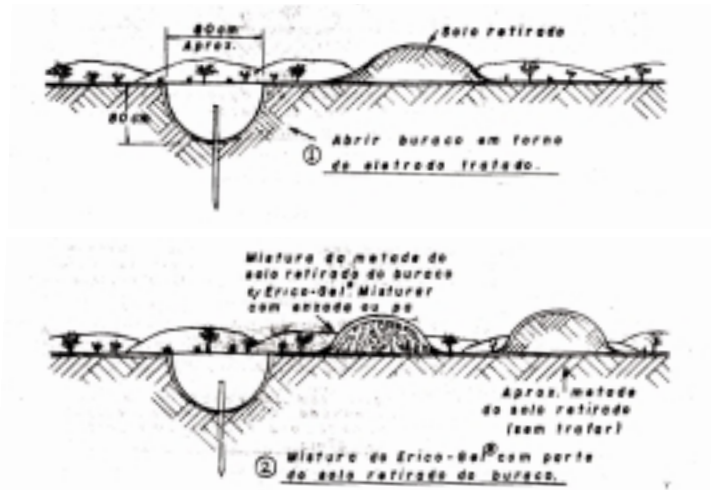
- Quimicamente estável;
- Não solúvel em água;
- Higroscópico;
- Não é corrosivo;
- Não é atacado pelos ácidos contidos no solo;
- Seu efeito é de longa duração.

5.2 APLICAÇÃO DO TRATAMENTO QUÍMICO NO SOLO

A seguir, nas figuras 12, 13, 14 e 15 é mostrado uma seqüência de ilustrações de aplicação do tratamento químico do solo.



Fig. 12



6. CONCLUSÃO:

O aterramento nas instalações elétricas atuais é um item obrigatório. Sua função está na proteção dos equipamentos através da criação de um caminho para as correntes de falta (curto entre fase-carcaça do equipamento), atuando assim nos dispositivos de proteção.

A principal função do aterramento, além da proteção de equipamentos, é evitar choques elétricos que venham a causar desfibrilação ventricular (parada cardíaca). Para tanto é recomendado em qualquer caso o uso de dispositivos DR 30mA, ou seja, equipamentos diferenciais residuais que atuam desligando os sistemas no caso de choque elétrico ou fugas de corrente maior do que 30mA.

O estudo aqui descrito tem a função de aterrar a carcaça dos equipamentos do sistema de interligação a intragov, ou seja, Racks, equipamentos roteadores, modems, micro computadores que estiverem ligados no circuito a ser construído.

Caso a escola possua um sistema de Pára-raios, deve-se proceder a equalização deste sistema com o sistema de aterramento elétrico. Para isto, ligar o terra do Pára-raios, com a barra de terra do quadro elétrico a ser executado com cabo de cobre nu de 16mm².

8. Bibliografia

Instalações Elétricas – Julio Niskier / A J. Macintyre;
Aterramento Elétrico – Geraldo Kindermann e Jorge Mário Campagnolo;
Manual de procedimentos para aterramento da Brasil Telecom;
NBR 5410/1997- Instalações elétricas de Baixa Tensão
NBR 5419/2001- Sistemas de Proteção de Descargas Atmosféricas