

UNIDADE IV

"EXECUÇÃO DO ATERRAMENTO"

1. INTRODUÇÃO

Para a execução do aterramento, existem diferentes metodologias e recomendações, várias delas sendo o resultado da experiência em diversos cenários. Este capítulo tem como objetivo apresentar uma série de passos e recomendações que permita uma realização ótima e econômica de um aterramento. Esta etapa é tão importante como o projeto prévio, incluindo as medições, onde deverão ser respeitadas as indicações dos fabricantes e as técnicas recomendadas.

Assim, para a instalação de eletrodos verticais existem meios mecânicos para introduzi-los, sendo possível instalar vários deles em paralelo, caso necessário, porém desde que isso não implique em saturação; ainda que nesse caso, para atingir a máxima eficiência, deverão ser dispostos de forma que a distância que tenham entre si seja pelo menos igual ao dobro do comprimento enterrado dos mesmos.

Antes da execução do aterramento, deve-se preparar uma lista de materiais e equipamentos e, logo após seguir uma sequência de execução que garanta seu término com aterramento bem sucedido.

2. A CONEXÃO À TERRA

São detalhados, a seguir, os componentes internos e periféricos do aterramento, as funções físicas do aterramento interno e as recomendações para sua execução.

2.1 COMPONENTES INTERNOS E PERIFÉRICOS DO ATERRAMENTO

Estes componentes estão constituídos pelo condutor que possibilita a união das massas dos equipamentos elétricos ao aterramento da residência ou instalação comercial.

2.1.1 COMPONENTES INTERIORES

O circuito interno de proteção parte do barramento de equipotencialização do quadro de distribuição, chegando no terminal de aterramento das tomadas e dos equipamentos em geral, com um condutor isolado que acompanha em seu percurso os condutores vivos da instalação.

Em uma edificação, os condutores elétricos devem ser caracterizados pela cor de sua isolação. No Brasil, terra condutor de proteção ("fio terra") deve ser identificado pela cor verde ou verde com listas amarelas, o condutor neutro deve ser azul-claro, enquanto que os condutores de fase podem ser identificados por qualquer cor exceto as anteriores..

2.1.2 CONDUTOR DE ATERRAMENTO

O condutor de aterramento é aquele que une o eletrodo de aterramento da instalação ao barramento de equipotencialização principal, mediante um condutor de cobre isolado de 16 mm² ou um condutor nu de cobre de 50 mm² (Figura 4.2), percorrendo um trajeto enterrado.

3. EQUIPOTENCIALIZAÇÃO DAS MASSAS

O comportamento da terra como um "dreno infinito" de cargas elétricas faz com que seu potencial seja, por definição, considerado igual a zero ($U=0$), ou seja, forma um circuito equipotencial; assim sendo, todo equipamento elétrico cuja massa esteja conectada à terra (Figura 4.3) estará nesse potencial de referência zero (ou aproximadamente zero), o que proporcionará tanto seu ótimo funcionamento como aquele dos dispositivos associados a ele.

Os equipamentos eletrônicos de todo tipo exigem este requisito para seu correto funcionamento dado que utilizam pequenas tensões de operação e são muito sensíveis a qualquer variação de tensão.

Quando as massas não estão equipotencializadas, o potencial de referência nelas é "flutuante", ou seja, é diferente de zero, dependendo das capacitâncias parasitas à terra; nesse caso, pode ocorrer a eletrização das massas e o funcionamento de equipamentos ou instrumentos que tenham componentes eletrônicos poderá ser afetado.

4. LOCALIZAÇÃO DE UM ATERRAMENTO

A seleção do lugar nos imóveis já construídos deverá ser feita dentro do possível com ajuda das plantas das instalações subterrâneas: elétricas, sanitárias (água, esgoto), combustíveis líquidos, gás, ar e outras estruturas enterradas para não interferir com elas e atingir uma localização próxima quadro de distribuição.

a) PRÉDIOS COM ÁREAS LIVRES DISPONÍVEIS

Geralmente, as plantas de instalação elétrica já têm marcada a localização do eletrodo de aterramento e os percursos do condutor de proteção, quanto então, deve-se simplesmente seguir essas especificações. (Figura 4.4).

Uma possível localização é em alguma das áreas livres que são constituídas pelas reentrâncias da fachada e os espaços internos que são destinados parcialmente a jardins, a passagens ou pátios cobertos com lajes; deve-se prever uma distância mínima de percurso do circuito ao painel elétrico de distribuição.

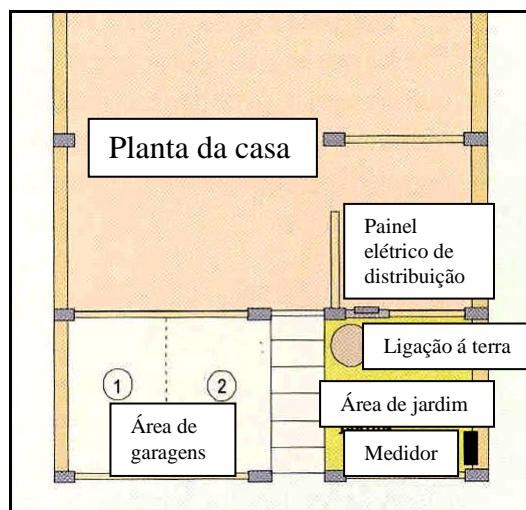


Figura 4.4 Aterramento em área disponível.

b) EDIFICAÇÕES SEM ÁREAS LIVRES DISPONÍVEIS

Ocorre em edifícios comerciais ou de escritórios, onde, tanto as reentrâncias como os espaços abertos, estão totalmente cobertos por lajes e destinados a diversos usos; nesses casos segue-se as indicações das plantas de instalações elétricas. Se as instalações de aterramento já existem e são inoperantes, deve-se fazer uma renovação.

Quando não se dispõe de plantas nem há evidências da existência do aterramento, o local será selecionado, em um lugar discreto, próximo ao muro de medidores. (Figura 4.5) prevendo-se uma escavação pontual e cuidadosa.

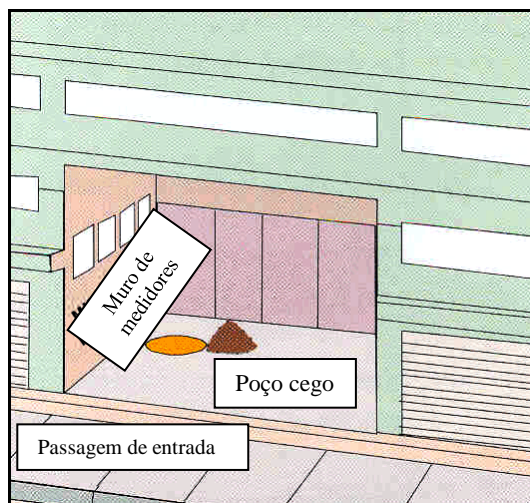


Figura 4.5 Aterramento em áreas de serviço

5. PARTES DE UM ATERRAMENTO

5.1 ATERRAMENTO COM ELETRODO VERTICAL

São os mais utilizados em instalações de interiores e comerciais pelo mínimo espaço que necessitam, usa-se um eletrodo simples tipo vareta de cobre (lança), com este modelo é possível atingir entre 6 e 12 Ω de resistência de dispersão, seu custo de instalação é relativamente barato. Estão disponíveis em diversos tamanhos, comprimentos, diâmetros e materiais, como a barra de cobre.

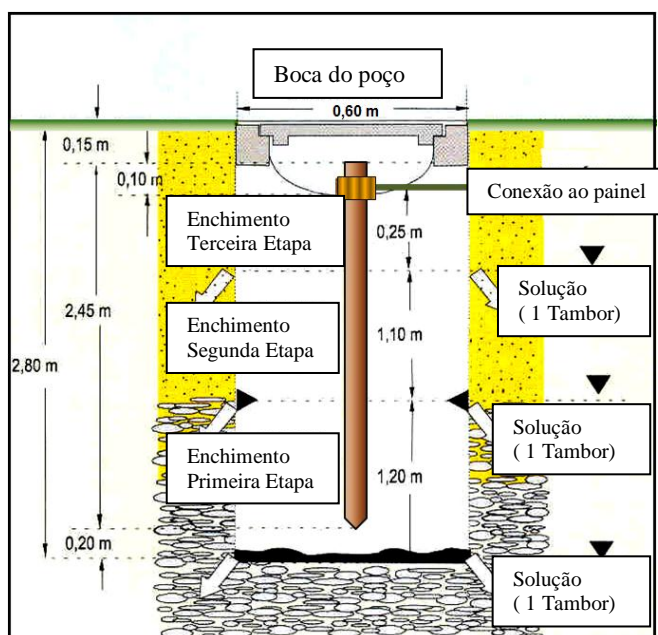


Figura 4.6 Esquema dimensional de um aterramento de eletrodo vertical.

USO DE CAIXA DE REGISTRO CONSTRUÍDA

Quando o aterramento está em uma área de serviço com trânsito de pedestres. Na mesma maneira, para o caso de ter que suportar trânsito veicular, essa caixa de registro deverá ter uma melhor construção e robustez.

5.2 ATERRAMENTO COM ELETRODO HORIZONTAL

É pouco aplicado, somente quando o subsolo é rochoso, emprega-se um eletrodo simples de cobre tipo lingote ou um condutor descapado, o modelo permite atingir uma resistência de dispersão que pode variar entre 7 e 40 Ω .

São feitos de tiras de cobre de alta condutividade ou condutores torcidos (cabos). A tira é o material mais conveniente, pois, para uma dada seção de material, apresenta uma maior superfície e considera-se que tem um comportamento melhor em alta frequência. Pode ser mais difícil de ser conectada (por exemplo, a barras verticais), de modo que pode significar um custo de instalação um pouco maior.

6. CONFIGURAÇÕES DE ACABAMENTO DAS CONEXÕES À TERRA

a) Modelo fechado (com caixa de registro e tampa).

Instala-se em lugares com trânsito de pedestres, e para medidas de conservação e segurança são niveladas com o piso de tal maneira que não originem tropeços.

b) Modelo aberto (com abertura ou câmara de registro em solo natural).

São instalados em locais livres de trânsito de pedestres o veicular (jardins); sua localização deve ser indicada na parede mais próxima para posterior localização.

c) Modelo cego (totalmente coberto).

Instala-se em áreas utilitárias ou decorativas, cobertas por uma laje ou por nivelamento do solo; sua localização será indicada na parede mais próxima, para posterior localização.

Apresenta-se, abaixo, um poço horizontal com as dimensões recomendadas.

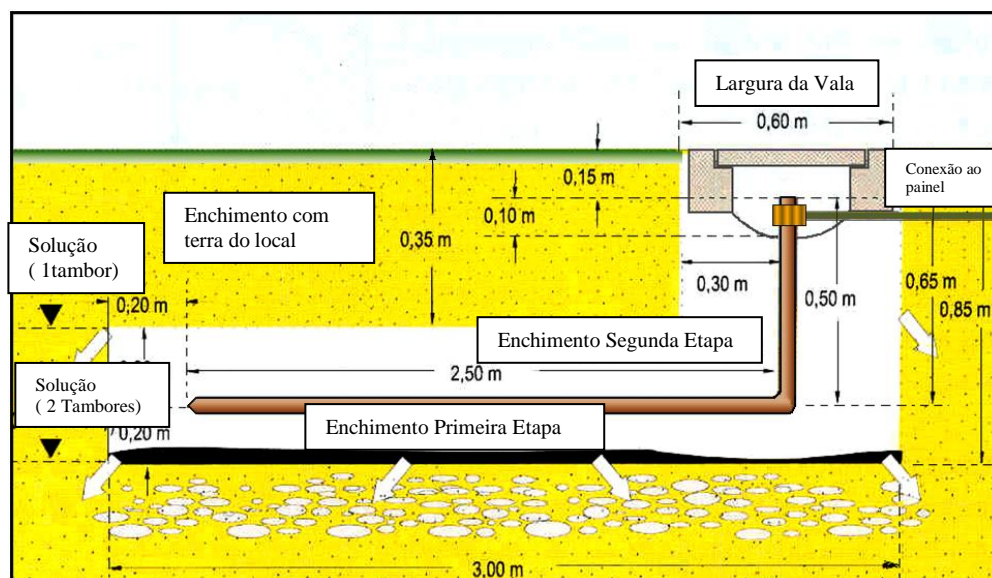


Figura 4.7 Esquema dimensional de um aterramento de eletrodo horizontal

7. SELEÇÃO DE ACESSÓRIOS

Os acessórios da instalação de um aterramento deverão ser de boa qualidade para assegurar seu ótimo desempenho e duração.

7.1 CONDUTOR DE CONEXÃO AO PAINEL

O condutor do circuito de proteção que sai do eletrodo de aterramento e chega ao painel de distribuição, deve ter uma secção de 10 mm^2 ou mais. Será de cobre eletrolítico com isolamento TW ou descapado, seu percurso no solo é feito por uma vala superficial de 0,4 m de profundidade através de uma tubulação de PVC – pesada para evitar maiores danos físicos. A parte exterior é canalizada em uma tubulação de PVC – flexível.

7.2 ACESSÓRIOS DE CONEXÃO

As conexões entre os diferentes componentes devem ser mecanicamente robustas, ter uma boa resistência à corrosão e baixa resistividade elétrica. É prudente evitar uniões e conexões desnecessárias.

Deve-se considerar a duração e o valor da corrente imprópria que se espera sobre o sistema de terra. Os métodos de união empregados incluem métodos mecânicos, solda forte (*brazing*), solda exotérmica e solda por fusão autógena.

7.3 CONEXÕES MECÂNICAS

As mais frequentemente usadas são: a conexão parafusada (no caso de tiras ou barras de secção retangular), e a conexão por compressão (abraçadeira). #é essencial uma conexão elétrica de baixa resistência. Nas conexões parafusadas, deve-se ter cuidado com o tamanho das perfurações feitas para acomodar o parafuso, para não prejudicar a capacidade de transporte de corrente da tira ou barra. O diâmetro desta perfuração não deve ser superior a um terço da largura da tira ou barra.

Quando se fixam diferentes metais com parafusos (por exemplo, cobre e alumínio) as superfícies devem ser minuciosamente limpas e protegidas por um inibidor de óxido. Uma vez feita a conexão, o exterior deve ser recoberto por pintura betuminosa ou outro meio para proteger contra a entrada de umidade. Quando se une cobre e alumínio, o cobre deve ser primeiramente estanhado. Essas conexões não podem ser enterradas.

Para unir diferentes tipos de condutores, por exemplo, barras de aterramento a tira ou cabo, utiliza-se abraçadeiras apropriadas.

O método de união por rebite não é aceitável, pois os rebites se soltam e se rompem por vibração, oxidação, etc.

- **Conectores típicos**

Estes devem ser desmontáveis e de bronze, com sistema de pressão por rosca.

- a) Para conectar o eletrodo vertical é preferível o borne simples (Figura 4.8) em anel, com diâmetro interior variável de 0,013 a 0,025 m.



Figura 4.8 Bornes simples de conexão a pressão

- b) Para o eletrodo horizontal utiliza-se um parafuso com porca (Figura 4.9) de 0,04 m (L) por 0,01 m (d); com esse fim o extremo que sobressai do lingote deverá ter um orifício de 0,013 m feito com broca.



Figura 4.9 Parafuso passante de bronze com porca

- c) Para a conexão ao borne de terra do painel elétrico, será necessário somente usar um terminal ou fazer uma alça na extremidade de chegada do condutor, considerando que existem os parafusos e arruelas respectivos.

7.4 MATERIAIS DE ENCHIMENTO

Em todos os casos, o material de enchimento deve ser não corrosivo, com tamanho de partícula relativamente pequeno e, se possível, que ajude a reter a umidade. Normalmente, o material previamente escavado é utilizado como enchimento, mas deve ser peneirado para remover pedras antes de recheiar, certificando-se que fique bem compactado. O solo deve ter um índice de pH entre 6,0 (ácido) e 10,0 (alcalino). A argila dura não é um material de enchimento conveniente, pois se for fortemente compactada, pode chegar a ser quase impermeável à água e poderia permanecer relativamente seca. Também pode formar grandes torrões que não se unem ao redor do condutor.

Os materiais que não devem ser usados como enchimento inclui areia, pó de coque, cinza, muitos dos quais são ácidos e corrosivos. Os materiais especiais de enchimento são:

a) Bentonita

É uma argila de cor parda de formação natural, levemente alcalina com um pH de 10,5. Pode absorver quase cinco vezes seu peso de água, retraindo-a e assim expandir-se até trinta vezes seu volume seco. Seu nome químico é montmorilonita sódica. O terreno pode absorver umidade do solo circundante e esta é a principal razão para seu uso, pois esta propriedade ajuda a estabilizar a impedância do eletrodo durante o ano. Tem baixa resistividade (aproximadamente 5 Ω -m) e não é corrosiva. É

comumente utilizada como material de enchimento ao enterrar barras profundas. Se compacta facilmente e adere fortemente.

b) Utilização de sais “gel”

Dois ou mais sais em solução aquosa acompanhadas de catalisadores na proporção adequada, reagem entre si formando um precipitado em forma de “gel” estável, com uma elevada condutividade elétrica (resistividade de aproximadamente $1 \Omega\cdot m$), resistente ao ambiente ácido do terreno, com boas qualidades higroscópicas e insolúveis em água. Esta última qualidade lhe confere o tratamento com esses materiais sintéticos sua permanência durante o tempo. Com esses sais gel conseguem-se reduções na resistência de aterramento de eletrodos que vão de 25% a 80% do valor original sem tratamento.

Deve-se notar que em alguns países, como Chile, não se usa o sal neste procedimento, por considerá-lo corrosivo.

7.5 ACCESSÓRIOS DE ACABAMENTO EXTERIOR

As características da caixa de registro com tampa, obedecerão as exigências e condições que demandem o trânsito de pedestres, os níveis de carga e a passagem do tempo.

7.6 CAIXA DE REGISTRO CONSTRUÍDA

São construídas no local (Figura 4.10) como parte do trabalho de instalação prevendo-se o trânsito de pedestres, o trânsito veicular leve; a base da caixa está conformada por tijolos sólidos, uma pequena armação de ferro e cimento ao nível do solo com uma tampa de ferro de tamanho comercial.

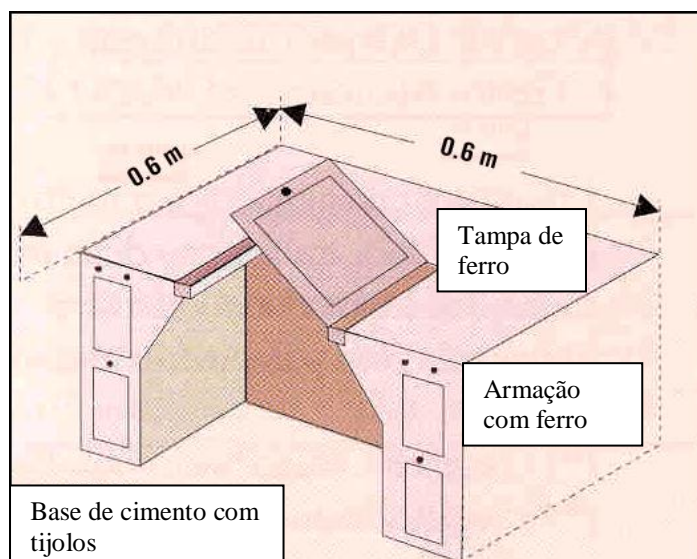


Figura 4.10 Caixa de registro construída

7.7 CAIXA DE REGISTRO PRÉ-FABRICADA

São instaladas para fácil localização do aterramento, em lugares com trânsito esporádico de pedestres (jardim); são de cimento moldado leve (Figura 4.11) em geral não são feitas para resistir peso.

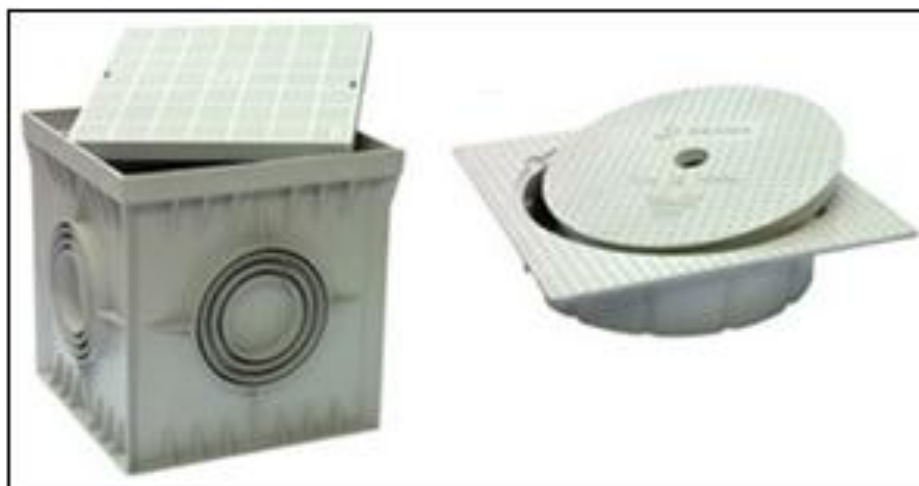


Figura 4.11 Caixa de registro pré-fabricada

8. METRAGEM E ORÇAMENTO

LISTA DE REQUISITOS

Segundo as características do aterramento a ser instalado, deve-se prever a aquisição de materiais, insumos e mão-de-obra, considerando os custos unitários para obter um

valor referencial do aterramento. Apresentamos a seguir um exemplo de componentes e valores para um aterramento.

a) Componentes elétricos e uniões

- Eletrodo vertical, lança de cobre: 2,5 m, 0,013 m.
- Eletrodo horizontal, lingote cobre 3 m x 0,04 m x 0,003 m.
- Condutor conexão, condutor isolado de cobre TW N°...
- Borne simples de pressão, bronze, tipo: 0,013 a 0,025 m.
- Parafuso e porca de bronze 0,04 m (L) x 0,01 m (d).
- Terminal de alça de cobre para condutor N°...
- Tubulação de PVC – Pesado e PVC flexível com acessórios.

b) Componentes do enchimento, acessórios, peças de reposição

- Terra fina comum solta, segundo o déficit.
- Bentonita sódica ou outra saco de 50 kg.
- Sal industrial a granel, saco de 50 kg.
- Caixa de registro com tampa, pré-fabricada.
- Caixa registro, construída (1 saco de cimento, 16 tijolos, Fe 0,006 m).
- Tampa de ferro para caixa de registro.

c) Mão-de-obra, Transporte, Ferramentas, Equipamentos

- Diária para cada pião para escavação.
- Solda a gás de luvas, com estanho e pasta.
- Fornecimento de água a granel, de qualquer fonte.
- Retirada de sobras, desmonte, pedras.
- Viagens com materiais, ida e volta – compras.
- Uso de ferramentas para escavação.
- Uso de equipamentos, telurômetros, brocas, outros.
- Gastos menores.

9. TRABALHOS PARA INSTALAÇÃO E ACABAMENTOS

9.1 MÃO-DE-OBRA, FERRAMENTAS E EQUIPAMENTOS

Detalhamos, a seguir, as atividades do pessoal para a execução de um aterramento usando um método ecológico simplificado.

a) Direção e mão-de-obra

A direção do trabalho de campo além de conhecer os cabos, os circuitos e instalações elétricas aéreas, subterrâneas e de interior do local, deve estar capacitada para a leitura e interpretação das plantas de construção (Figura 4.12), no tocante à localização das canalizações e estruturas subterrâneas.

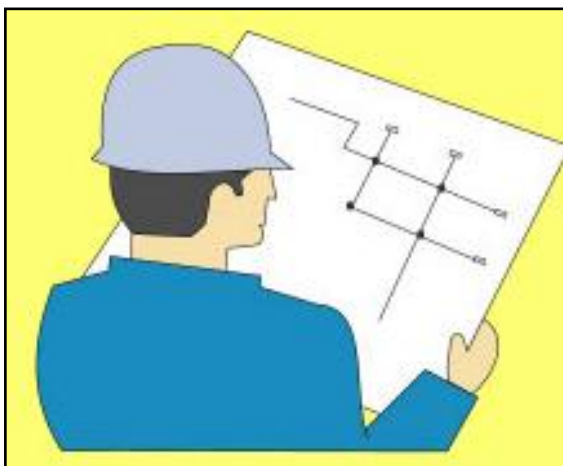


Figura 4.12 Leitura de plantas elétricas e de instalações

Deverá também tomar precauções relativamente a rupturas acidentais, derramamentos ou vazamentos e ter conhecimentos para seu reparo.

Além disso, a mão-de-obra direta deverá ser confiada a pessoal treinado no trabalho de alvenaria, em nível de ajudante, muitas vezes as escavações produzem a ruptura de lajes, tanto utilitárias como ornamentais, que exigem trabalho de reposição. (Figura 4.13)

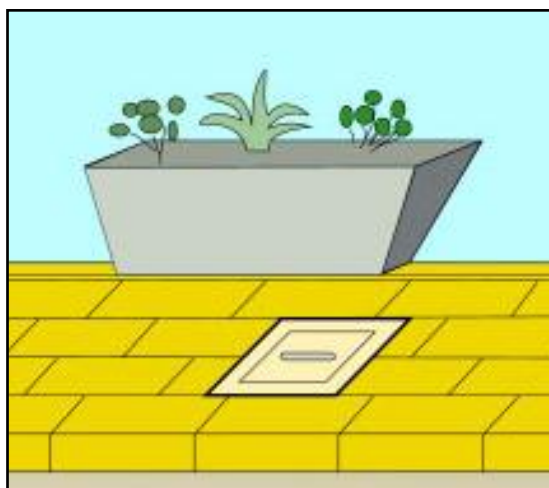


Figura 4.13 Trabalho de alvenaria e recuperação delicados

O trabalho em geral, não contempla perigos elétricos nem físicos de outra índole por tratar-se de uma obra simples; contudo, recomenda-se oferecer ao pessoal, indumentária de segurança e protegê-lo contra todo risco de acidentes.

b) Ferramentas e equipamentos necessários

b.1) A Escavação: Inclui o manuseio do material extraído e sua seleção (separar as pedras) requer: (Figura 4.14).

- Picareta de ponta e pá.
- Broca de mineiro.
- Pá de cabo longo.
- Pá de cabo curto.
- Balde médio de ferro com asa (12 litros).
- Balde pequeno de ferro com asa (4 litros).
- Corda de 0,019 m com 10 m de comprimento.
- Prancha de madeira de 0,025 x 0,3 x 2,0 m.
- Peneira para terra fina.

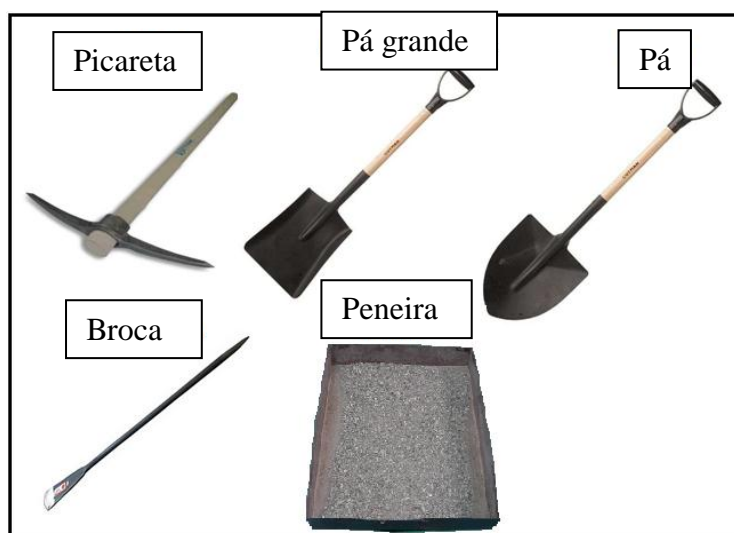


Figura 4.14 Ferramentas de escavação

b.2) O tratamento: Preparação das doses de solução salina e sua aplicação no momento indicado; utiliza-se (Figura 4.15).

- Baldes com alça (4 litros).
- Ripas de madeira de 0,019 x 0,1 x 2,0 m.
- Mangueira de 0,013 x 15 m.
- Tambor de ferro padrão – (150 litros).



Figura 4.15 Acessórios de instalação

b.3) O enchimento: Mistura seca de terra fina com bentonita e sua colocação com água na escavação; utiliza-se:

- Pá de cabo longo.
- Mangueira de 0,013 x 15 m.
- Prancha de madeira de 0,025 x 0,3 x 2,0 m.
- Balde com alça (4 litros).

b.4) Trabalho eletromecânico: Assentamento, conexão, fiação, verificação e medidas de parâmetros elétricos; utiliza-se:

- Telurômetro de (4) bornes (Figura 4.16).
- Multímetro (para medir a continuidade).
- Broca de 0,001 3 m.
- Brocas de ferro e cimento de 0,01 m.
- Equipamento para soldar com estanho.
- Ferramentas de mão e serra.



Figura 4.16 Instrumentos de medida

b.5) Acabamentos: Caixa de registro, recuperação de lajes e passeios, limpeza do local, eliminação do entulho; utiliza-se:

- Vassoura de fibra grossa.
- Sacos para entulho, de polietileno.
- Pá de cabo longo.

9.2 EXECUÇÃO DAS ESCAVAÇÕES E PREPARAÇÃO

O trabalho deve ser iniciado com a localização precisa do ponto ou linha do solo a ser removido a partir da exclusão da presença de toda outra canalização ou estrutura subterrânea tanto dos serviços do edifício como dos serviços externos que ingressam ou passam; contudo, a execução deverá ser cuidadosa, considerando que se podem encontrar instalações não mostradas nas plantas.

a) Escavação e preparação do poço vertical

Para um eletrodo de 2,5 m de comprimento e 0,013 m de diâmetro normalmente se prevê um poço com uma profundidade de até 2,8 m e 1,0 m de diâmetro (Figura 4.17), dimensões que permitem o trabalho normal de dois operários em aproximadamente mais de meia jornada.

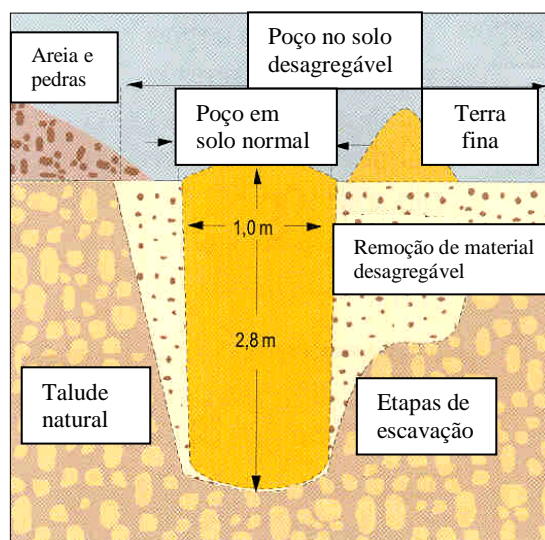


Figura 4.17 Perfis de escavação de poços

Em solos desagregáveis, aumenta-se a boca do poço em uma ou duas etapas laterais de 0,8 m de altura, para a fácil extração do material.

O preparo do leito profundo consiste em verter (Figura 4.18) no poço uma solução salina de 25 kg de NaCl em 150 litros de água (um tambor) e esperar a que seja absorvida para depois espalhar, 15 kg de sal em grão no fundo (Figura 4.19)

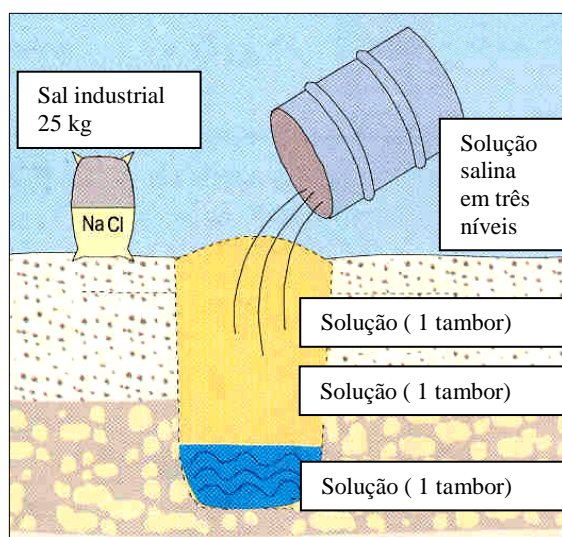


Figura 4.18 Aplicação da solução salina em poço, em três níveis

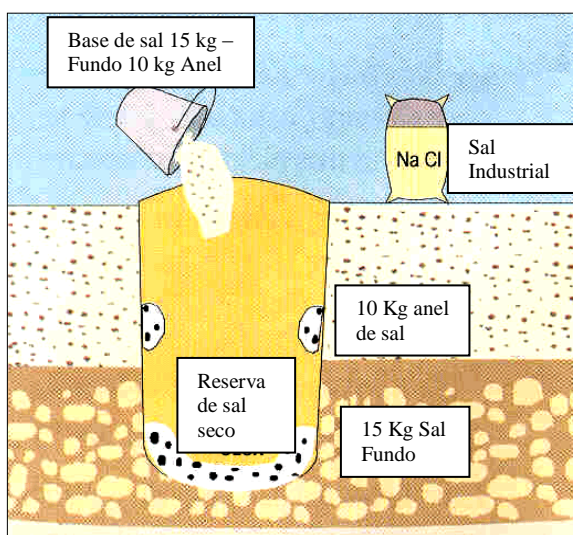


Figura 4.19 Leitos de sal no fundo e anel do poço

b) Escavação e preparação da vala

Os lingotes de 3,0 m x 0,003 m x 0,04 m com a extremidade que sobressai (0,5 m) dobrado para a conexão são instalados em valas de 3,0 m de comprimento e 0,85 m de profundidade (Figura 4.20) que podem ter uma boca de até 0,6 m para uma base de 0,5 m. O trabalho dura em média uma jornada com dois operários.

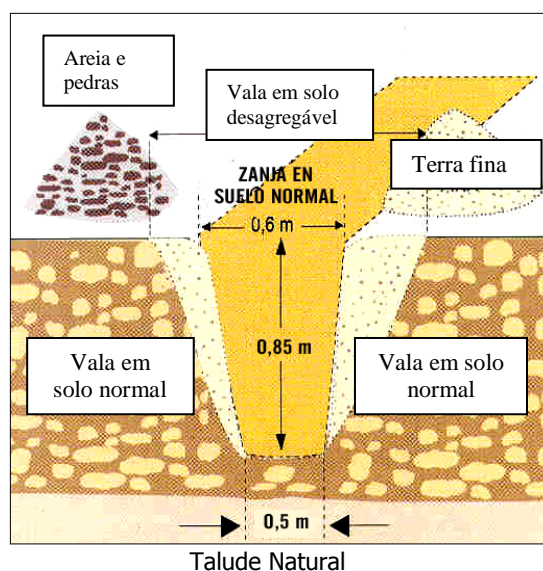


Figura 4.20 Perfis de escavação de valas

Como o solo é desagregável, a escavação é realizada em talude natural, quando se fará uma cerca com travessas. Quando a cobertura é úmida de terra fina natural não é muito grossa, a profundidade de instalação pode ser reduzida até 0,75 m para aproveitar o estrato.

A preparação do solo consiste em verter na vala (Figura 4.21), duas doses de solução salina cada uma de 25 kg de NaCl em 150 litros de água e esperar sua filtração para logo espalhar 25 kg de sal no fundo.

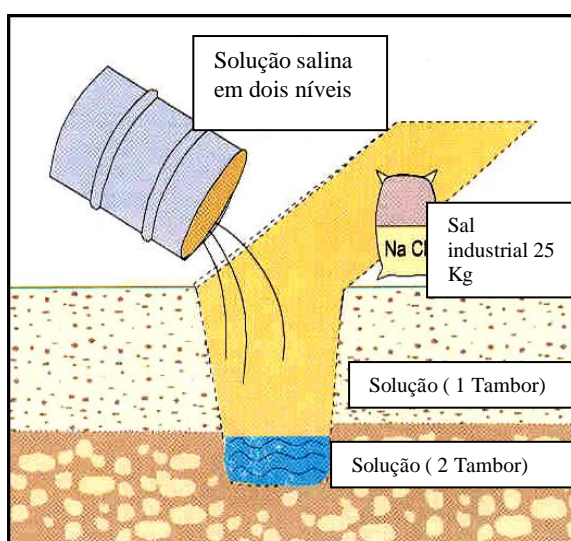


Figura 4.21 Aplicação da solução salina em vala, em dois níveis

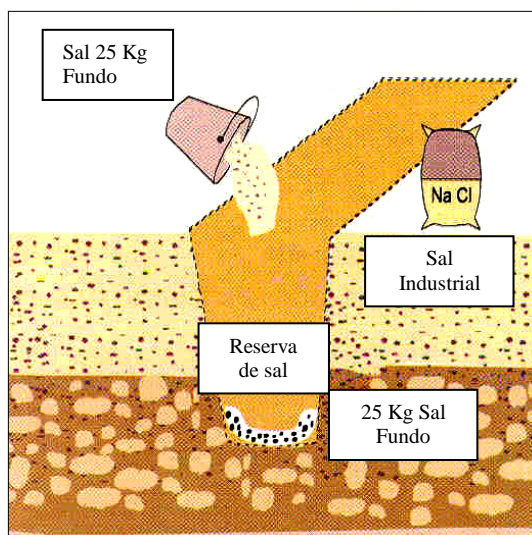


Figura 4.22 Leito de sal no fundo da vala

Em ambos os casos, durante a escavação, a terra fina será separada dos conglomerados grossos que não são reutilizáveis para o enchimento; na mesma maneira, em caso de encontrar tubulações, ductos ou estruturas subterrâneas, tenta-se passar lateralmente sem provocar danos, em caso de serem ductos elétricos, quando possível, deve-se fazer uma relocação das escavações.

9.3 ENCHIMENTO E COLOCAÇÃO DO ELETRODO

O enchimento se separa misturando, a seco, a terra fina com a bentonita; a terra fina de procedência externa, pode ser seca e de qualquer lugar exceto de terreno de cultivo, pois esta é corrosiva e também ataca o cobre, além de significar um uso depredatório que anula uma área de 5 m² para cada poço executado.

9.3.1 ENCHIMENTO DE POÇOS E COLOCAÇÃO DO ELETRODO VERTICAL

- Espalha-se lentamente a mistura de terra + bentonita com abundante água, de modo a formar uma argamassa.
- O eletrodo é colocado no centro do poço.
- A uma altura de 1,2 m a partir do fundo, coloca-se uma dose de solução salina esperando sua absorção antes de espalhar 10 kg de sal nas paredes do poço (anel de sal).
- Continuando o enchimento, a uma altura de 2,3 m a partir do fundo coloca-se uma nova dose de solução salina e se espera sua absorção antes de continuar com o enchimento de acabamento.

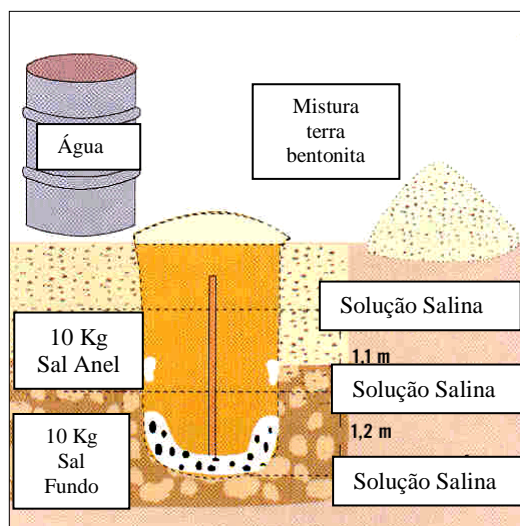


Figura 4.23 Enchimento condutor do poço

9.3.2 ENCHIMENTO DE VALAS E COLOCAÇÃO DE ELETRODO HORIZONTAL

- Espalha-se lentamente a mistura de terra + bentonita com abundante água de modo a formar uma argamassa.
- A uma altura de 0,2 m a partir do fundo, coloca-se um lingote e continua-se como o enchimento.
- A uma altura de 0,5 m a partir do fundo, coloca-se uma nova dose de solução salina e se espera sua absorção antes de continuar com o enchimento de acabamento.

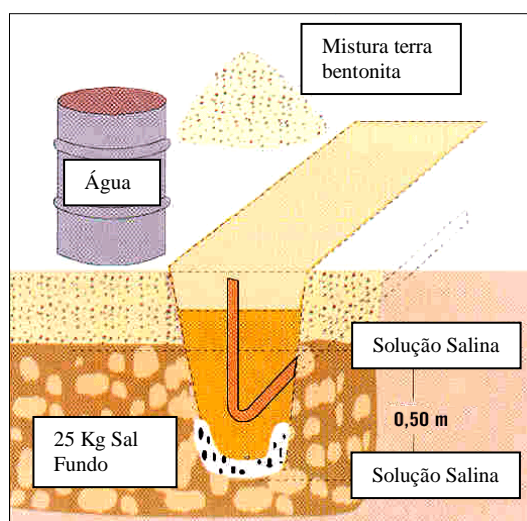


Figura 4.24 Enchimento condutor da vala

Em ambos casos a cobertura final é feita com a mesma terra do local para reproduzir o aspecto externo anterior e/ou preparar a base para a caixa de registro a ser construída ou colocada; deve-se ter em mente que após 24 horas, a superfície da área preenchida se afundará 0,1 m, obrigando a prever a cobertura em forma que sobressaia ao nível natural do solo.

10. CONEXÃO AO ATERRAMENTO

Una vez finalizado o enchimento, procede-se com a colocação e passagem do condutor isolado de conexão que unirá o eletrodo de aterramento ao borne de terra do painel elétrico pelo percurso mais curto.

- A parte subterrânea em tubulação de PVC – pesada, vai por uma vala estreita de 0,4 m de profundidade até o ducto de montantes que vão ao painel de distribuição ou até sua chegada ao rodapé da parede.
- A parte externa, desde sua saída, também vai protegida por tubulação de PVC flexível até o ponto em que atravessa a parede, ao interior seu percurso se protege em canaletas de plástico até que ingresse em um conduíte da instalação existente.

a) Conexão ao eletrodo vertical

Descasca-se a extremidade do condutor isolado em um comprimento de 0,1 m, fazendo três dobras paralelas antes de fixá-la à extremidade limpa da lança, para fixar com o borne simples (Figura 4.25).

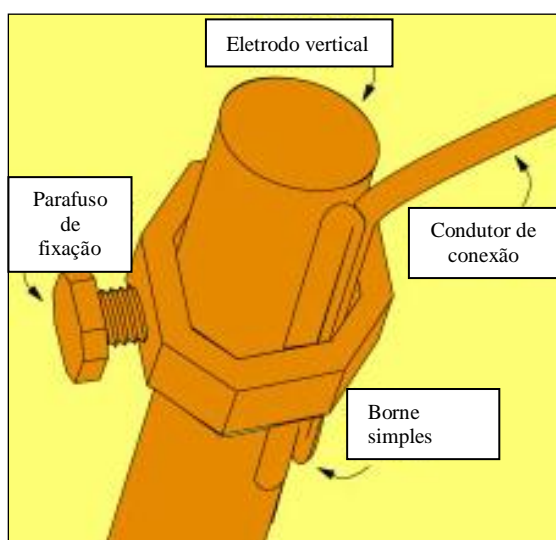


Figura 4.25 Conexão ao eletrodo vertical

b) Conexão ao eletrodo horizontal

Descasca-se a extremidade do condutor isolado para fazer uma alça que será colocada entre o lingote e a cabeça do parafuso passante, para depois fazer o aperto com a porca. (Figura 4.26).

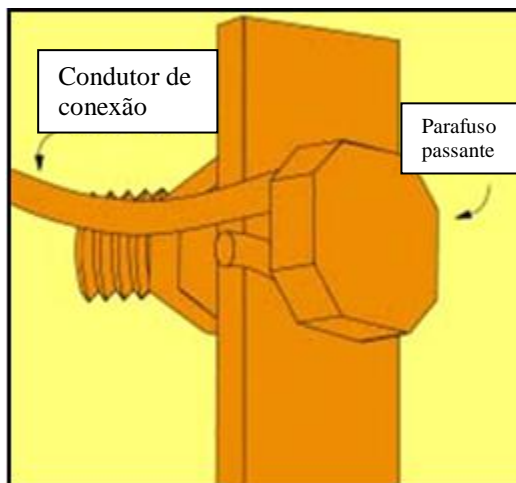


Figura 4.26 Conexão ao eletrodo horizontal

c) Conexão ao borne de terra do painel elétrico

Esta conexão é feita com um terminal ou descascando a extremidade do condutor isolado para formar uma alça que se colocada entre o parafuso e o lingote fixo para depois apertar. (Figura 4.27).

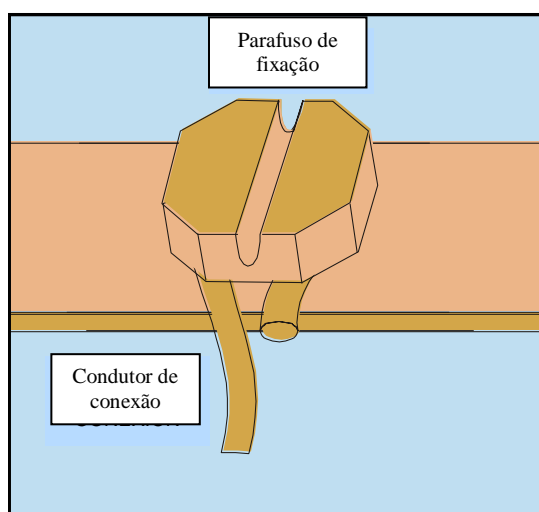


Figura 4.27 Conexão ao borne de terra do painel elétrico

Uma vez feitas as conexões em ambas as extremidades do condutor de conexão à terra, deve-se medir a continuidade elétrica ($R = 0 \, \Omega$); e finalmente aplicar vaselina ao grampo e cobri-la com fita isolante.

11. ACABAMENTO EXTERIOR E SINALIZAÇÃO

O acabamento exterior é realizado depois de serem efetuadas as medidas de resistência de dispersão do aterramento desconectado do circuito de proteção e quando tenha sido provada a continuidade ($R = 0 \, \Omega$) no mencionado circuito que chega até o painel elétrico de distribuição.

a) Acabamento exterior às ligações à terra

Varia segundo a instalação de um solo esteja descoberta ou sob uma laje com ou sem cobertura decorativa ou outro acabamento fixo.

Para conexão à terra em solos descobertos, normalmente se usam dois modelos:

- Fechado com caixa de registro.
- Aberto sem caixa de registro.

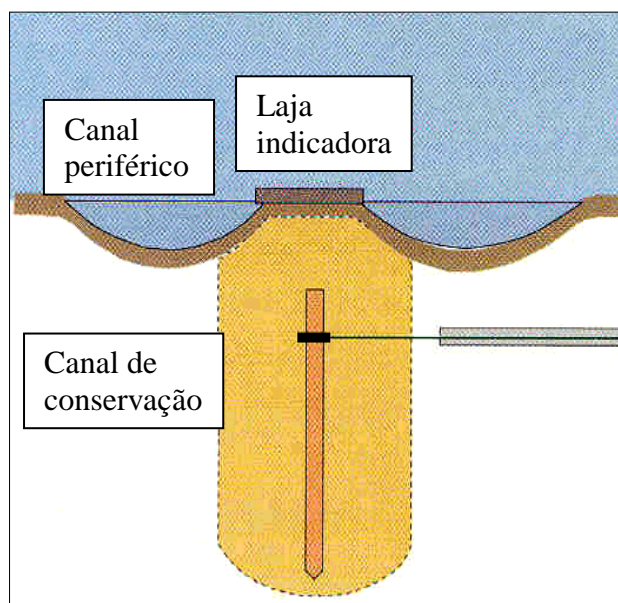


Figura 4.28 Aterramento aberto com canal periférico

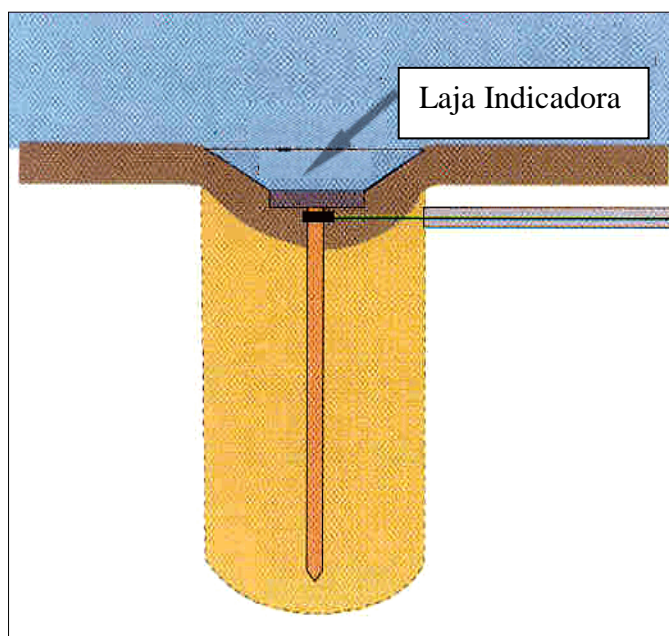


Figura 4.29 Aterramento aberto com orifício central

b) Sinalização do aterramento

É necessário assinalar o lugar onde se encontra o aterramento, principalmente se for do “Modelo cego”, isso se faz por meio de uma inscrição na parede ou estrutura mais próxima, a 0,5 m sobre a superfície do solo, dos seguintes dados:

- Distância em metros (encima)
- Símbolo de aterramento (abaixo)

O sinal respectivo deverá fazer frente ao aterramento e suas dimensões serão de 0,10 x 0,15 m com fundo alaranjado e com letras vermelhas. (Figura 4.30).

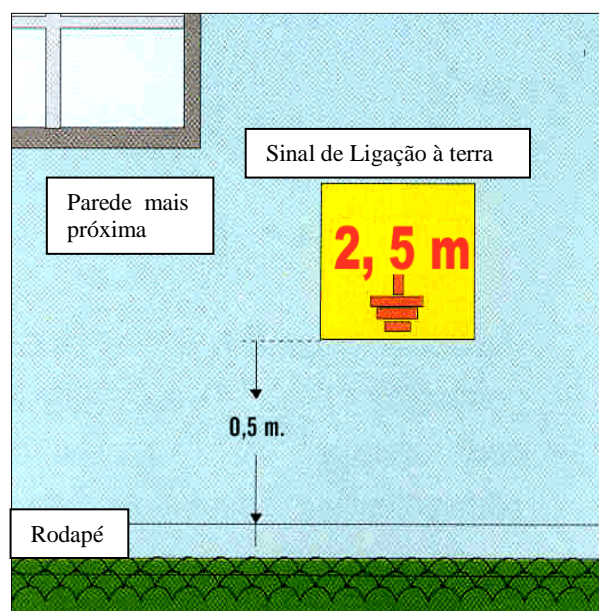


Figura 4.30 Sinalização do aterramento.