

**65CENTRO PAULA SOUZA
ETEC JARAGUÁ
CURSO TÉCNICO EM ELETROTÉCNICA**

**TÍTULO DO PROJETO
Aterramento elétrico didático**

**NOME DOS ALUNOS
Ciro Sacramento, Everaldo da Silva, Matheus Meneses, Thiago Pereira, Wesley Souza.**

**São Paulo
2023**

**CENTRO PAULA SOUZA
ETEC JARAGUÁ**

NOME DO ALUNO

TÍTULO DO PROJETO TÉCNICO

Projeto de pesquisa apresentado ao
Curso de Técnico em Eletrotécnica da
ETEC Jaraguá.

**São Paulo
2023**

Resumo

Os sistemas de aterramento elétrico visa na proteção da instalação elétrica e a vida das pessoas, mas nesse projeto fizemos para que os alunos futuros de eletrotécnica possam demonstrar como o instrumento de medição funciona e poder verificar que a resistência de terra pode variar, e provar que o que está previsto em norma é real e funciona

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	00
2. TEMA E CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA	
2.2 Objetivo Geral.....	00
2.3 Objetivos Específicos.....	00
2.4 Problema de Pesquisa.....	00
2.6 Justificativa e Relevância do Tema.....	00
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	00
4. METODOLOGIA.....	00
5. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO.....	00
5.1 Planilha de Custo.....	00
6. Considerações finais.....	00
7. REFERÊNCIAS.....	00

1. INTRODUÇÃO

O que é aterramento elétrico

O aterramento elétrico é uma medida de segurança que garante o bom funcionamento dos equipamentos conectados à rede elétrica. Isso inclui a função de conectar o sistema e/ou o equipamento à terra por meio de componentes com o objetivo de eliminar a fuga de energia do sistema.

O aterramento elétrico pode proteger os profissionais e usuários de choques elétricos acidentais causados por falhas no sistema de energia. Na realização de instalações elétricas, o aterramento é uma das medidas mais seguras para garantir o funcionamento normal da rede, sem contar que atende aos requisitos da norma em vigor (NBR 5410).

2. TEMA E CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA

2.1. Objetivo Geral

Este projeto tem como objetivo realizar um sistema de aterramento didático para os futuros alunos da Etec Jaraguá, onde eles poderão ver na prática como é feito um aterramento e poderão também realizar testes e medições com instrumentos como o terrômetro.

2.2. Objetivo específico

Como objetivo específico temos as seguintes etapas

Etapa 1: Estudo do solo

Etapa 2: Levantamento de material

Etapa 3: Fixação das hastes de aterramento ao solo

Etapa 4: Interligação das hastes através de cabo de cobre nu

Etapa 5: Conectar o cabo nas hastes através do conector tipo grampo

Etapa 6: Realizar medições através de um terrômetro para ver se o valor da resistência de terra está de acordo com a nbr5410

Etapa 7: Fechar os pontos das hastes usando caixa de inspeção

2.3. Problema de Pesquisa

Foi nos informado, que recente caiu um raio nas proximidades da Etec Jaraguá e acabou danificando alguns equipamentos de informática. A ideia desse projeto é fazer um estudo do solo e levantamento de matérias para poder dimensionar um aterramento adequado para a área dentro dos padrões da NBR 5410.

2.5. Justificativa e Relevância do tema

Após alguns testes e medições constatamos que o sistema de aterramento da escola estava perfeito, medimos a resistividade do solo com o terrômetro e o mesmo aferiu, 0,5 ohm de resistência, e por esse motivo nós alteramos nosso projeto para um sistema de aterramento didático que futuros alunos possam ter aulas pratica facilitando assim um melhor entendimento do assunto e aderindo melhor no seu desempenho no curso.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Referencial teórico

Quais são as funções do aterramento?

Para realizar um bom aterramento é necessário avaliar fatores como: resistividade do solo, comprimento e volume de dispersão disponível em cada eletrodo, além do número de hastes ligadas em paralelo. Também é importante ter informações detalhadas sobre a geologia do solo (localização de jazidas de minerais, lençóis d'água, poços de petróleo ou gás, por exemplo).

Por meio da análise inicial, os profissionais responsáveis conseguirão cumprir melhor as três principais funções do aterramento elétrico, que são:

- “Descarregar” na terra cargas elétricas acumuladas nas carcaças de equipamentos ou máquinas.
- Facilitar o funcionamento dos equipamentos de proteção, como fusíveis e disjuntores.
- Viabilizar um caminho alternativo para as cargas atmosféricas que chegarem até a rede elétrica.

Em outras palavras, o aterramento equaliza os potenciais de energia elétrica e desvia as diferenças com potencial de periculosidade (descargas). Na prática, pense que se a

estrutura de um equipamento for energizada e contar com o procedimento correto, a eletricidade será direcionada para o solo.

Esquemas ou tipos de aterramento

Os modelos de aterramento elétrico atuam de forma a cumprir as funções de proteção contra descargas e colaborando para que os demais dispositivos do circuito alcancem um melhor desempenho. Por isso, é necessário destacar os esquemas mais utilizados nas edificações.

- **Sistema TT:** considerado o mais eficiente em termos de segurança, é constituído por uma haste neutra aterrada logo na entrada da edificação, que é ligada até a carga do equipamento. De forma geral, está relacionado ao modelo de tomada de três pinos, garantindo que os aparelhos sejam aterrados.
- **Sistema TN-S:** o modelo caracteriza-se pela distinção do condutor neutro e de proteção, em que o primeiro é aterrado logo na entrada e levado até a carga. Enquanto isso, o segundo é aplicado como fio terra e conectado à carcaça do equipamento.
- **Sistema TN-C:** nesta opção, as funções de neutro e condutor de proteção estão presentes em uma única haste ao longo de toda a instalação. Embora seja normalizado, não é aconselhável pelos especialistas, já que o fio terra e neutro contam com um só condutor.

Como foi possível observar, esse procedimento é fundamental para a segurança das estruturas físicas e para a integridade física dos usuários. No entanto, mesmo com as regulamentações estabelecidas pelas normas técnicas e as leis sancionadas pelo Governo Federal, ainda é alto o índice de imóveis que não contam com esse procedimento. (Santos, 2022)

Número de raios na Grande SP aumenta 24% em 2022 e chega a 50,3 mil, diz levantamento

A Grande São Paulo registrou 50.341 raios no último ano 2022, segundo um levantamento feito pela distribuidora de energia Enel, com base em seu Sistema de Monitoramento e Alerta, que utiliza dados de satélites do Climatempo.

O número representa uma alta de 24,4% em relação à quantidade de descargas atmosféricas registradas ao longo de 2021 nos 24 municípios da região metropolitana atendidos pela concessionária. No ano anterior, foram 40.288 descargas atmosféricas na região.

Os municípios mais atingidos em 2022 foram a capital paulista com 18.860 raios, Juquitiba (5.376), São Bernardo do Campo (4.204), Cotia (3.727), Itapeceira da Serra (2.406) e Carapicuíba (708). O mês de janeiro de 2022 foi o período com o maior número de descargas atmosféricas, registrando 14.702.

Em janeiro deste ano, foram 14.083 raios em 24 cidades da Região Metropolitana de São Paulo, entre ocorrências e descargas atmosféricas. Os municípios mais atingidos no primeiro mês do ano foram a capital paulista com 4.379 raios, Cotia (1.845), São Bernardo do Campo (935), Juquitiba (657), Carapicuíba (287) e Itapeceira da Serra (244).

Cuidados durante uma tempestade de raios

Ao ar livre:

- Evitar estar em locais como campos abertos, piscinas, lagos, praias, próximo a árvores isoladas, postes e em locais elevados;
- Evitar contato com objetos metálicos, como cercas de arame, tubos metálicos e principalmente linhas telefônicas ou elétricas.

Dentro de casa:

- Evitar uso de chuveiro ou torneira elétrica;
- Evitar consertos de instalações elétricas;
- Evitar o uso de celular, secador de cabelo, ferro elétrico e outros aparelhos que estejam conectados à tomada.

(Por g1 SP, São Paulo, 07/02/2023 06h00).

Fuga de energia

As fugas de energia, também chamadas de fugas de corrente, ocorrem devido a uma característica do aparelho, um defeito ou até uma falha. Esta fuga encontra-se na superfície de aparelhos elétricos/eletrônicos e pode causar um choque elétrico, de intensidade variável, em quem tocá-las. A quantidade de componentes eletrônicos nos dispositivos é que vai determinar a “força” do choque.

O mesmo acontece com aparelhos que encostam em outros equipamentos com fuga de corrente, o que pode danificar componentes mais sensíveis do aparelho que entrou em contato com a fuga de energia.

O que é o Terra?

A principal função do fio terra é evitar qualquer vazamento de corrente. Ele é conectado aos equipamentos elétricos e libera o excesso de eletricidade em um metal enterrado no solo.

O uso do Terra é obrigatório, segundo a [Lei Número 11.337 de 26 de julho de 2006](#), em todos os equipamentos recém-instalados. Ou seja, estes devem ser aterrados para evitar que a corrente flua para as pessoas e até para proteger contra desvios acidentais. Geralmente, os fios terra tem cor verde ou verde com amarelo.

Para que serve o aterramento

Você já viu todo o princípio básico por trás de um aterramento elétrico, mas, ainda assim, não é tão claro o motivo pelo qual se utiliza ele. É o que vamos explicar nesse tópico.

O principal objetivo do circuito de um dispositivo é transmitir eletricidade. Porém, quando há mau isolamento, fios e cabos desencapados ou sobrecarga elétrica, a eletricidade pode se acumular sobre o dispositivo.

Para evitar que esse acúmulo de eletricidade cause danos ao equipamento (ou até as pessoas que venham a tocar nele), utiliza-se o fio terra para eliminar o excesso de energia, passando-a para o solo.

Um aterramento elétrico possui características bem importantes, como:

A segurança dos usuários, animais e profissionais da área da elétrica – como explicado anteriormente, algumas fugas de corrente elétrica acumulam-se na superfície dos equipamentos e, apesar de o choque não ser consideravelmente alto, as consequências estão ligadas a fatores externos.

O bom funcionamento dos equipamentos elétricos/eletrônicos – um bom aterramento protege os aparelhos de possíveis descargas elétricas, como sobrecargas ou picos de energia.

Ser o caminho guia para quando há excesso de carga em um equipamento – é pelo fio terra que a corrente elétrica causada pelo excesso de cargas percorrerá seu caminho em vez de outro, como a superfície do equipamento em questão

4. Metodologia

Durante uma aula na Etec Jaraguá onde o tema em questão era sistema de proteção contra raios e surtos na rede elétrica um dos nossos docentes do curso técnico em eletrotécnica nos relatou sobre um fato ocorrido na própria escola, o mesmo nos informou que após um raio (descarga atmosférica) os equipamentos de informática do local sofreram avarias e que o provável problema ocorreu devido ao sistema de aterramento e SPDA (sistema de proteção de descarga atmosféricas) estar em situação irregular.

Para esse tipo de instalação a resistência da malha de aterramento deve estar o mais próximo de zero ohm, pois os sistemas eletrônicos são muito sensíveis a oscilações e variações de energia, quanto mais com surtos ou descargas atmosféricas.

Após algumas aulas ministradas sobre o tema o grupo começou a ter interesse pelo ocorrido na escola e a buscar explicações, a mais provável razão poderia ser a tensão de passo, que se espalha pelo solo até ser dissipada.

Com essa informação o grupo optou por fazer dentre os três projetos de PTCC, um projeto sobre sistemas de aterramento voltado para a área de processamento de dados para adequadas instalações da escola, entre outros dois que também foram apresentados a bancada avaliativa dos docentes, o mais próximo da nossa realidade e possível de ser executado foi o de sistemas de aterramento e os professores concordaram com essa nossa escolha.

O método para desenvolver essa primeira parte ainda no terceiro semestre foram pesquisas sobre o tema em literaturas, sites entre outros tipos de publicações de conteúdo, reuniões periódicas no ambiente escolar e fora dele.

Ao início do quarto semestre, com a matéria DTCC começamos a fazer um maior aprofundamento das pesquisas para ter mais noção de funcionamento, tipos de sistemas de aterramento, como fazer, onde fazer, normas vigentes, materiais a serem utilizados, para poder colocar este plano na forma escrita e física.

Comparamos nosso projeto com outros publicados, com livros e com o conhecimento já adquirindo sobre o tema no ambiente escolar.

Tendo boa parte do trabalho já em andamento chegou a hora de colocar a mão na massa e começar a dar forma ao TCC, enquanto uma parte do grupo se empenhava mais na parte escrita os outros trabalhavam em conseguir o material necessário e a organizar a agenda de execução.

Foi feito um procedimento para dar andamento adequado e seguir o cronograma estipulado para conseguirmos alcançar nossa meta, confeccionamos uma lista de materiais, dividimos o valor e fizemos a arrecadação, marcamos o dia, comparecemos a uma loja especializada e compramos todo o necessário.

Começamos a execução seguindo esses passos:

Para realizar esse projeto Localizado em uma instituição no espaço onde você possa fazer um buraco de 30cm de diâmetro e de 1,5 a 2,0 cm (depende do tamanho da sua haste de cobre) de profundidade e escolha um local úmido. A NBR propõe, no caso de uma haste de cobre o diâmetro de 15 mm com 2,40m de comprimento.

Após terminar o buraco, enfie a haste no buraco tomando cuidado para que não deixar a haste inclinada, encha o buraco com a massa de terra, não cubra a haste completamente deixa aproximadamente 5cm de haste sobrando sobre a terra.

Conectar a haste ao cabo de cobre de 50mm utilizando o conector tipo grampo, depois colocar massa de calafetar sobre o grampo.

Depois realize medição ôhmica onde o valor deve estar o mais próximo de 0 ohms de resistência.

Após a medição leve o cabo do aterramento até o painel elétrico onde será distribuído para os circuitos

OBS: Devido alteração do projeto que passa a ser para fins didáticos vai ter modificações em relação ao cabo, profundidade onde o cabo vai ficar coberto com brita para poder facilitar o manuseio do cabo.

Execução do projeto

- Buraco de 40cmX30cm;
- Colocar a Haste de cobre na posição vertical;
- Cobrir com terra deixando apenas 5 cm de haste.
- Prender a haste o fio com conector grampo.
- Providenciar uma tampa com um furo que possamos passar o fio.
- Tampar o buraco.

Na execução , após instalarmos as hastes no chão e começar os testes percebemos que o aterramento da escola já estava com boa resistência e que estava adequado as

necessidades antes citadas, o professor que nos acompanhava nas tarefas então nos disse que provavelmente os aterramentos do prédio e do CPD não estariam interligados ou equipotencializados, por isso poderia ter acontecido o problema, então resolveu adotar o nosso projeto para fins didáticos, usando como laboratório para o aprendizado de outros alunos.

Em outra dada marcamos para interligar as hastes instalando o cabo de 25 mm, este cabo é só para fins didáticos pois o cabo a ser enterrado nesse tipo de sistema deve ser de 50mm e fazemos as medições para poder finalizar aparte de instalação.

Nesse dia tivemos alguns problemas, ao começar a fazer as escavações para instalação do cabo e das caixas de inspeção, não sabíamos por onde passavam outras tubulações e acabamos furando o abastecimento de água do prédio, deveríamos ter feito os buracos com maior atenção, para piorar a situação o tubo furado era de uma bitola não muito comum de ser encontrada no mercado, tivemos que interromper os trabalhos para fazer o reparo, enquanto parte do grupo adequava o espaço para o reparo os outros foram providenciar os materiais necessários, parecia simples mas não encontramos o reparo adequado tão facilmente, pois tivemos que procurar por vários estabelecimentos até achar uma luva de correr para tubo de 40 mm.

Com a água que vasou o solo ficou encharcado, pesado e de difícil manuseio, tivemos que estudar a melhor maneira de fazer o conserto para não piorar o caso, hidráulica não é a nossa especialidade.

Conseguimos reparar a tubulação e passamos a retirar a água e lama para concluirmos nosso trabalho, instalamos o cabo e fizemos as medições necessárias.

Nesse mesmo período, foram realizadas reuniões periódicas para ajustes do cronograma e tomada de decisões, assim como tomada de decisões para delegação de tarefas individuais e também acertar as partes escritas.

Tivemos vários problemas durante o desenvolvimento do projeto, como agendamentos não cumpridos por vários motivos, materiais não disponíveis, agenda de professores para acompanhamento, interpretação de trabalhos e obras consultadas etc.....

Mas conseguimos realizar o objetivo pretendido e com resultados satisfatórios e a conclusão demonstra isso.

5. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

Este projeto será realizado de forma prática onde nós alunos faremos medições para comparação do aterramento.

5.1 Local que será realizado o experimento.

O experimento e medições, será realizado na Etec Jaraguá-SP, atrás da cozinha da escola, próximo a caixa d'água. Mostrado na figura a seguir.

Figura 1: Local da medição



Fonte: Autoria própria.

5.2 Primeiro nós verificamos com o terrômetro o aterramento da escola para ver se realmente estava fora de norma. Mostrado nas figuras abaixo.

Figura 2: Local de inspeção do aterramento da escola.



Fonte: Autoria própria.

Figura 3: Medida da resistência do aterramento da escola



Fonte: Autoria própria

Aqui nesse momento constatamos que o aterramento da escola está perfeito, na medição marcou 0,5 ohm de resistência, e por esse motivo nós alteramos nosso projeto para um aterramento onde outros alunos de experiência, e continuamos o Projeto.

5.3. Colocando as hastes de aço cobreado na terra.

Figura 4: Wesley colocando uma das hastes.



Fonte: Autoria própria

Figura 5: Wesley e Thiago fixando a haste



Fonte: Autoria própria

Figura 6: Ligação das 4 hastes por fora para teste iniciais



Fonte: Autoria própria

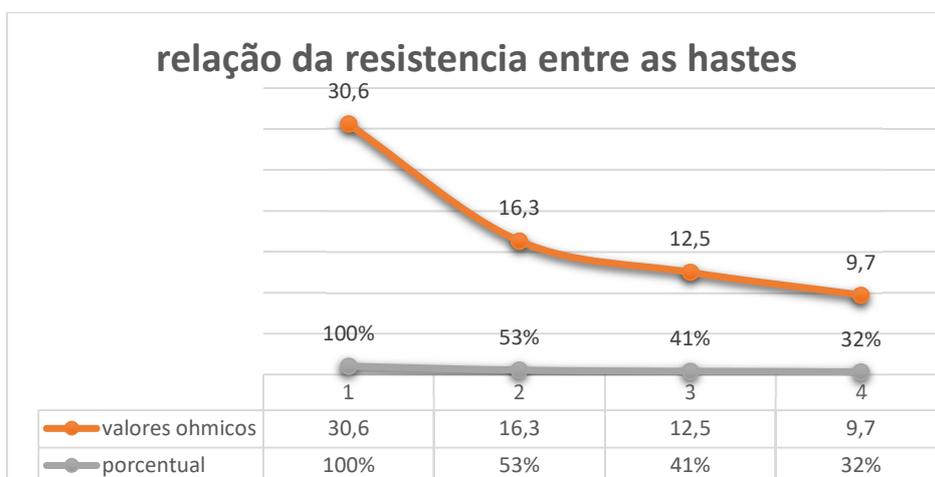
Figura 7: Aferindo a resistência de terra e anotações



Fonte: Autoria própria

Nesta parte após as últimas medições verificamos a resistência por cada haste interligada em sequência. Na primeira haste ficou com o valor de 30,6 ohm, a segunda ficou com o valor de 16,3 ohm, a terceira ficou com o valor de 12,5 ohm e a quarta ficou com o valor de 9,7 ohm. Representados no gráfico abaixo.

Gráfico 1:



5.4. Depois disso tudo partimos para execução e finalização do projeto, onde nós iremos cavar, para fazer a passagem do cabo, e interliga-las definitivamente deixando os pontos de inspeção para futuros testes.

Figura 8: Início da execução Everaldo e Douglas cavando.



Fonte: Autoria própria

Figura 9: Descobrimos a primeira camada de grama Ciro e Everaldo



Fonte: Autoria própria

Figura 10: Tivemos um contratempo furou a tubulação de água da escola.



Fonte: Autoria própria

Figura 11: Furo do tubo



Fonte: Autoria própria

Figura 12: Problema resolvido com a luva de correr para tubo pvc 40



Fonte: Autoria própria

Figura 13: Continuação da escavação.



Fonte: Autoria própria

Figura 14: Fixação de conectores grampo e passagem do cabo.



Fonte: Autoria própria

Figura 15: Caixa de inspeção no local.



Fonte: Autoria própria

Em fim nós realizamos testes posterior a execução, e os resultados não teve mudanças significativa, então os valores que permanecem são os valore do gráfico 1. Nós temos os resultados em vídeos que serão apresentados em Power point no dia da apresentação.

5.6 Lista de materiais base

- hastes de cobre com diâmetro de 15 mm com 2,40m de comprimento.
- Cabo nu de 50mm
- Cassa de calafetar
- Caixa de inspeção
- Conector grampo para haste de aterramento

6. Considerações finais

Com a conclusão deste trabalho, tivemos a experiência e muitos aprendizados diante do assunto relacionado a aterramento elétrico, percebemos também o quanto temos a aprender do assunto estudado.

Contudo, Tivemos a oportunidade de através de nosso conhecimento deixar um pequeno projeto na escola para que futuros alunos possam ter aulas pratica facilitando assim um melhor entendimento do assunto e aderindo melhor no seu desempenho no curso.

7. REFERÊNCIAS

C2E. **Aterramento elétrico: o que é e para que serve?**

Disponivel em: <https://c2e.com.br/aterramento-eletrico/> . Acesso em 20/04/2023

LIBERT, P. (s.d.). *PRINT LIBERT*. Acesso em 20 de 04 de 2023, disponível em PRINT LIBERT: <https://www.printliberty.com.br/artigos/sobre-impressoras/77-aterramento-em-equipamentos-e-redes-de-computadores>

Paulo, P. g.—S. (07 de 02 de 2023). <https://g1.globo.com/>. Acesso em 11 de 09 de 2023, disponível em g1 São Paulo: <https://g1.globo.com/sp/sao-paulo/noticia/2023/02/07/numero-de-raios-na-grande-sp-aumenta-24percent-em-2022-e-chega-a-503-mil-diz-levantamento.ghtml>

Santos, A. (24 de 02 de 2022). <https://loja.br.abb.com/blog/post/por-que-fazer-aterramento-eletrico-na-instalacao>. Acesso em 28 de 08 de 2023, disponível em ABB: <https://loja.br.abb.com/blog/post/por-que-fazer-aterramento-eletrico-na-instalacao>

