

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS**  
**Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática**

José Geraldo Lemos Cardoso

**OFICINA DE SEGURANÇA EM ELETRICIDADE:**

**Segurança em eletricidade, proteção elétrica, riscos do choque elétrico, efeitos fisiológicos, consequências, primeiros socorros, legislação, normas técnicas regulamentadoras, equipamentos de proteção individuais e coletivos.**

Belo Horizonte

2014

**José Geraldo Lemos Cardoso**

**OFICINA DE SEGURANÇA EM ELETRICIDADE:**

**Segurança em eletricidade, proteção elétrica, riscos do choque elétrico, efeitos fisiológicos, consequências, primeiros socorros, legislação, normas técnicas regulamentadoras, equipamentos de proteção individuais e coletivos**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática. Área de Concentração: Biologia

Orientadora: Profa. Dra. Cláudia de Vilhena Schayer Sabino

**Belo Horizonte**

**2014**

## FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Biblioteca da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

C268o Cardoso, José Geraldo Lemos  
Oficina de segurança em eletricidade: segurança em eletricidade, proteção elétrica, riscos do choque elétrico, efeitos fisiológicos, consequências, primeiros socorros, legislação, normas técnicas regulamentadoras, equipamentos de proteção individuais e coletivos / José Geraldo Lemos Cardoso. Belo Horizonte, 2014.  
106 f.:il.

Orientadora: Cláudia de Vilhena Schayer Sabino  
Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.  
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática.

1. Segurança do trabalho – Legislação. 2. Eletricidade - Acidentes. 3. Choque elétrico. 4. Primeiros socorros. I. Sabino, Cláudia de Vilhena Schayer. II. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. III. Título.

SIB PUC MINAS

CDU: 614.8:621.31

**José Geraldo Lemos Cardoso**

**OFICINA DE SEGURANÇA EM ELETRICIDADE:**

**Segurança em eletricidade, proteção elétrica, riscos do choque elétrico, efeitos fisiológicos, consequências, primeiros socorros, legislação, normas técnicas regulamentadoras, equipamentos de proteção individuais e coletivos**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

---

Profa. Dra. Cláudia de Vilhena Schayer Sabino (Orientadora) - PUC Minas

---

Prof. Dr. Bernardo Jeunon de Alencar - PUC Minas

---

Prof. Dr. Fernando Costa Amaral - PUC Minas

---

Prof. Dr. Wolney Lobato - PUC Minas

Belo Horizonte, 17 de junho de 2014



**PROGRAMA DE MESTRADO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**

**FOLHA DE APROVAÇÃO**

**JOSÉ GERALDO LEMOS CARDOSO**

Dissertação defendida e aprovada pela seguinte banca examinadora:

Prof.ª Dr.ª Cláudia De Vilhena Schayer Sabino – Orientadora – (PUC Minas)  
Doutorado em Química – (UFMG)

Prof. Dr. Bernardo Jeunon de Alencar – (PUC Minas)  
Doutorado em Tratamento da Informação Espacial – (PUC Minas)

Prof. Dr. Fernando Costa Amaral – (PUC Minas)  
Doutorado em Bioquímica e Imunologia – (UFMG)

Prof. Dr. Wolney Lobato – (PUC Minas)  
Doutorado em Ciências e História Natural – (UFMG)

Belo Horizonte, 21 de agosto de 2014.

## PROGRAMA DE MESTRADO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DO ALUNO:  
**JOSÉ GERALDO LEMOS CARDOSO**

Realizou-se, no dia 21 de agosto de 2014, às 14:00 horas, prédio 20, sala 305 da PUC Minas, Unidade Coração Eucarístico, a defesa de dissertação do Programa de Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática com título: **OFICINA DE SEGURANÇA EM ELETRICIDADE: Segurança em eletricidade, proteção elétrica, riscos do choque elétrico, efeitos fisiológicos, consequências, primeiros socorros, legislação, normas técnicas regulamentadoras, equipamentos de proteção individuais e coletivos.**

A banca examinadora foi composta pelos seguintes professores:

Profª Drª Cláudia de Vilhena Schayer Sabino – Orientadora – (PUC Minas)  
Prof. Dr. Bernardo Jeunon de Alencar – (PUC Minas)  
Prof. Dr. Fernando Costa Amaral – (PUC Minas)  
Prof. Dr. Wolney Lobato – (PUC Minas)

A banca examinadora considerou a dissertação:

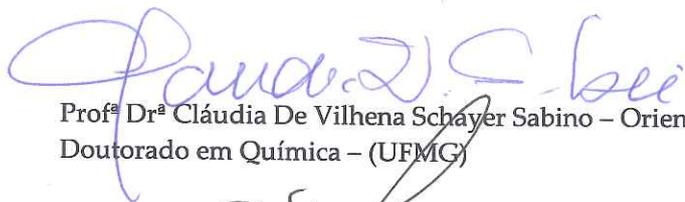
- Aprovada (o candidato terá até trinta dias para entregar o texto final da dissertação)  
 Reprovada

Finalizados os trabalhos, lavrei a presente ata que, lida e aprovada, vai assinada por mim e pelos membros da comissão.

Belo Horizonte, 21 de agosto de 2014.



Karla Daniely Salviano Silva  
Secretária do Programa de Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática



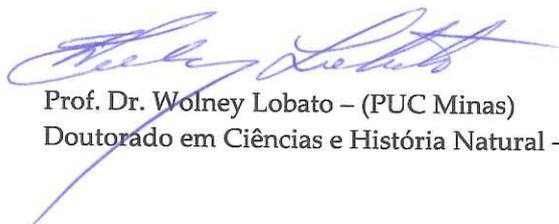
Profª Drª Cláudia De Vilhena Schayer Sabino – Orientadora – (PUC Minas)  
Doutorado em Química – (UFMG)



Prof. Dr. Bernardo Jeunon de Alencar – (PUC Minas)  
Doutorado em Tratamento da Informação Espacial – (PUC Minas)



Prof. Dr. Fernando Costa Amaral – (PUC Minas)  
Doutorado em Bioquímica e Imunologia – (UFMG)



Prof. Dr. Wolney Lobato – (PUC Minas)  
Doutorado em Ciências e História Natural – (UFMG)

*A minha esposa e aos meus  
filhos e todos os meus familiares, pelo incentivo, paciência e dedicação.*

## **AGRADECIMENTOS**

*Agradeço, em primeiro lugar, a Deus, pela força, pelo equilíbrio, luz e guia nos momentos de dúvidas, incertezas e fraquezas, que não foram poucos.*

*A minha orientadora, Profa. Cláudia de Vilhena Schayer Sabino e a todos os professores, pela dedicação e paciência, tornando possível a realização de um sonho.*

*À UTRAMIG, na pessoa do Professor Murilo Resende e a todos que direta ou indiretamente, contribuíram para esta realização.*

*Aos meus alunos que participaram ativamente das palestras e visita técnica e que muito contribuíram para o sucesso deste trabalho.*

*A FAPEMIG como entidade de fomento, incentivando a atividade docente e custeando o aprimoramento através de cursos de especialização, mestrado e doutorado.*

*À CEMIG, na pessoa do Eng. José Carlos, gerente do centro de treinamento e formação em Sete Lagoas, pela sua prontidão no atendimento à nossa solicitação para a visita técnica, como também, nos acompanhando e orientando durante toda sua realização.*

*Aos meus colegas, pelo aprendizado, troca de experiências e informações e o convívio prazeroso.*

## RESUMO

Este estudo teve como objetivo apresentar, através de uma oficina pedagógica, as principais diferenças conceituais entre segurança em eletricidade e proteção elétrica, os riscos do choque elétrico, os efeitos fisiológicos, as consequências e os primeiros socorros, incluindo os cuidados e medidas preventivas (individuais e coletivas) a serem adotadas para redução dos riscos com eletricidade. A legislação aplicável, as normas técnicas regulamentadoras e a obrigatoriedade do treinamento ou curso de formação em NR-10 como habilitação para atuar em eletricidade, foram apresentadas e discutidas. Mostramos os fatores que potencializam o risco do choque elétrico e a importância da qualidade da energia e das instalações elétricas, que requerem profissionais e empresas especializadas para elaboração do projeto, implantação, operação e manutenção, definindo a melhor solução a ser aplicada, a escolha dos equipamentos e materiais a serem adquiridos para execução, visando, minimizar os riscos e com isto, oferecer as garantias mínimas para a integridade dos trabalhadores e usuários da eletricidade.

Palavras-chave: Eletricidade com Segurança. Proteção Elétrica. Riscos do Choque Elétrico. Efeitos Fisiológicos. Consequências e Primeiros Socorros. Legislação e Normas Técnicas Regulamentadoras. Equipamentos de Proteção Individuais e Coletivos.

## **ABSTRACT**

This study aims to present, through an educational workshop, the main conceptual differences between Electricity Safety and Electrical Protection, the risks of the electrical shock and its physiological effects, consequences and first aid measures in cases of accident; and also the preventive measures (individual and collective) to be adopted to reduce risks with electricity. The laws, technical standards concerning electricity and the mandatory training course in the NR-10 legislation as a qualification for working with electricity were also presented and discussed. We have shown the factors that may enhance the risk of electric shock and the importance of the electrical energy and its installations, which require professional and specialized companies to design, implement, operate and maintain the electrical plants, to define the best solution to be applied and which equipment and material should be chosen to be applied in order to minimize the risks and thus guarantee the safety of both workers and users of the electricity.

Keywords: Electric safety. Electrical protection. Risks of electrical shock. physiological effects and consequences to electrical shock. First aid measures in electrical shock. Laws and technical standards. Collective and individual protection equipment.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Laboratório de Luigi Galvani.....	21
FIGURA 2 - Contração muscular.....	32
FIGURA 3 - Fibrilação ventricular.....	33
FIGURA 4 - Primeiros socorros - choque elétrico .....	34

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - Norma regulamentadora número 10.....	28
QUADRO 2 - Graus de queimaduras .....	34
QUADRO 3 - Normas regulamentadoras que se aplicam a segurança em eletricidade e proteção elétrica.....	37
QUADRO 4 - Medidas de controle e sistemas preventivos - NR-10 .....	38
QUADRO 5 - Medidas de proteção individual, coletivas e segurança em projetos ...	39
QUADRO 6 - Resultado da aplicação do questionário sobre conhecimentos prévios .....	44
QUADRO 7 - Resultado da questão aberta número 10 do questionário de conhecimentos prévios.....	45
QUADRO 8 - Resultado da aplicação do questionário sobre conhecimentos adquiridos.....	46
QUADRO 9 - Respostas da questão aberta número 10 do questionário com conhecimentos adquiridos.....	48

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas  
AC - Corrente alternada  
ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária  
CC - Corrente contínua  
CEMIG - Companhia Energética de Minas Gerais S.A  
CEPAP - Campanha externa de prevenção de acidentes com a população  
CIPA - Comissão Interna de Prevenção de Acidentes  
CLT - Consolidação das Leis Trabalhistas  
DEA - Desfibrilador Externo Automático  
FAPEMIG - Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais  
INATEL - Instituto Nacional de Telecomunicações de Santa Rita do Sapucaí  
NBR - Norma Brasileira  
NR - Norma Regulamentadora  
PCMSO - Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional  
PMQP - Programa Mineiro da Qualidade e Produtividade  
PPRA - Programa de prevenção dos riscos ambientais  
UNIVERCEMIG - Universidade Corporativa de Cemig  
UTRAMIG - Fundação de Educação para o Trabalho de Minas Gerais  
VAC - Tensão alternada

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	12
1.1 Objetivo geral .....	14
1.2 Objetivos específicos.....	15
1.3 Justificativa.....	16
<b>2 OFICINAS</b> .....	18
<b>3 ELETRICIDADE</b> .....	20
3.1 Fenômenos elétricos naturais.....	21
3.2 Corrente elétrica, Efeito Joule, eletricidade, magnetismo e eletricidade estática .....	22
3.2.1 Corrente elétrica.....	22
3.1.2 Efeito joule .....	24
3.2.3 Eletricidade e magnetismo .....	24
3.2.4 Eletricidade estática.....	24
3.3 Segurança em eletricidade e proteção elétrica .....	25
3.3.1 Segurança em eletricidade .....	25
3.3.2 Proteção elétrica .....	25
3.3.3 Segurança em instalações e serviços em eletricidade (NR-10) .....	25
3.3.4 Qualificação necessária para os profissionais especializados .....	26
3.3.5 Prevenção para os trabalhadores em geral, usuários residenciais e comerciais.....	26
3.3.6 Treinamento em NR-10 .....	27
3.3.7 Planejamento necessário para execução das atividades .....	27
3.3.8 Medidas de controle do risco do choque elétrico .....	27
3.3.9 Choque elétrico .....	28
3.3.9.1 Classificação do choque elétrico .....	29
3.4 Efeitos fisiológicos do choque elétrico .....	30
3.4.1 Contração muscular.....	31
3.4.2 Tetanização.....	33
3.4.3 Fibrilação ventricular .....	33
3.4.4 Queimaduras .....	33
3.4.5 Primeiros socorros .....	34
3.4.5.1 Correntes de baixa voltagem.....	34
3.4.5.2 Corrente de alta voltagem .....	35
3.4.5.3 Vítima Inconsciente .....	35
3.5 Legislação, normas técnicas regulamentadoras, equipamentos de proteção individual e coletivos .....	36
3.5.1 Objetivo .....	36
3.5.2 Histórico.....	36
3.5.3 Medicina do trabalho.....	36
3.5.4 Legislação, normas técnicas regulamentadoras e equipamentos de proteção individual e coletivos .....	37
<b>4 CONSTRUÇÃO DA OFICINA DE SEGURANÇA EM ELETRICIDADE</b> .....	40
4.1 Metodologia .....	40
4.1.1 Organização da oficina.....	40

4.1.2 Apresentação da oficina .....	40
<b>4.2 Material necessário .....</b>	<b>41</b>
<b>4.3 Duração .....</b>	<b>42</b>
<b>4.4 Elaboração dos questionários .....</b>	<b>42</b>
<b>5 RESULTADOS.....</b>	<b>44</b>
<b>6 CONCLUSÃO .....</b>	<b>51</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>53</b>
<b>APÊNDICE A: Apresentação de detalhes das palestras e visita técnica realizada pelos alunos .....</b>	<b>57</b>
<b>APÊNDICE B : Apresentação de detalhes das palestras proferidas durante a oficina.....</b>	<b>62</b>
<b>APÊNDICE C - Roteiro para aplicação da oficina de segurança em eletricidade .....</b>	<b>67</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Este estudo teve por objetivo apresentar através de uma oficina pedagógica sobre segurança em eletricidade, a diferença conceitual entre segurança em eletricidade e proteção elétrica, os riscos do choque elétrico e os fatores que potencializam, os efeitos fisiológicos e suas consequências, os primeiros socorros, a legislação vigente e aplicável em baixa tensão (Tensões até 1000 volts em corrente alternada e de até 1500 volts em corrente contínua), as normas técnicas regulamentadoras e os equipamentos individuais e coletivos utilizados.

Recorrendo às técnicas didáticas alternativas por meio de atividades que despertem o interesse, motivação, curiosidade e buscando facilitar sua compreensão, optei por oficinas pedagógicas, com o objetivo de uma participação mais ativa dos alunos.

Moacir Gadotti (2003), disse que o que aprendemos tem que ter sentido. Se não tiver sentido, não aprendemos. Neste aspecto, a oficina proporciona formas diferenciadas para se trabalhar diferentes conteúdos.

Uma das principais finalidades desta oficina de segurança em eletricidade foi complementar as informações obtidas de forma segmentadas ao longo do curso técnico em eletrônica, telecomunicações e segurança do trabalho, conscientizando os alunos do risco que envolve a atuação em eletricidade e a importância do atendimento às normas técnicas e a legislação aplicável; pois, será a sua saúde ou vida que poderão ser comprometidas em casos de acidentes.

No curso de pós-graduação em engenharia clínica e biomédica que concluí pelo Instituto Nacional de Telecomunicações de Santa Rita do Sapucaí (INATEL), aprendi que a eletricidade está em todos os segmentos da natureza e da sociedade, como também no funcionamento do corpo humano, controlando o fluxo da nossa vida de forma micro e microbiológica e orgânica.

Através da Fundação de Educação para o Trabalho de Minas Gerais (UTRAMIG) em convênio com a Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG), tive a oportunidade de buscar novos conhecimentos através do mestrado profissional em ciências e matemática, área de concentração em biologia, onde discutimos exaustivamente a função do profissional em educação, a sua formação inicial e continuada, o papel da escola, as novas ideias e técnicas para se trabalhar diferentes conteúdos, os principais pensadores e educadores e como

consequência, tenho aplicando estes novos conhecimentos em minha prática diária como professor.

A grande dificuldade foi trabalhar um conteúdo complexo e com elevado grau de especialização, que com exceção das campanhas educativas veiculadas através da mídia, em sua maioria, apenas os profissionais especializados em seus ambientes - laborais e alunos de cursos profissionalizantes, técnicos e superiores, possuem fácil acesso; tornando-o mais atraente, apresentado através de palestras técnicas utilizando de recursos disponíveis na mídia, materiais de campanhas preventivas, educativas e didáticos, utilizados em treinamentos e cursos de formação.

Como professor graduado em Engenharia Elétrica, com ênfase em eletrônica e telecomunicações, atuando em várias empresas de telecomunicações (mais de 20), por um longo período (30 anos), com grandes projetos; implantando, planejando, gerenciando, operando e mantendo equipamentos e redes de telecomunicações, vivenciei muitos acidentes ocorridos como consequência da atuação em eletricidade.

Como professor, procurei informar aos alunos, conscientizando-os como futuros profissionais, dos riscos que envolvem a atuação em eletricidade.

Foram à custa de muitos acidentes ocorridos e muitos deles com vítimas fatais, que esta legislação tem sido reeditada e avançado, melhorando com a inclusão das mudanças tecnológicas, das suas implicações e consequências.

As atividades em eletricidade na área de telecomunicações, envolvem a energização dos equipamentos, definição de fontes de alimentação, retificadores, estabilizadores, bancos de baterias, grupos motores geradores, quadros de distribuição AC/DC, de onde é retirada a alimentação para os equipamentos, incluindo fusíveis, barramentos de energia, encaminhamento de cabos e os sistemas de aterramento.

O projeto elétrico a ser executado contempla estas informações, que são validadas em campo na vistoria inicial para a execução e no qual são feitas as alterações devidas ao atraso para aprovação, liberação de verbas, aquisição dos equipamentos e prazo de entrega dos fabricantes.

Empresas terceirizadas são contratadas para a implantação do projeto e o técnico ou engenheiro em telecomunicações, com formação que o habilita para trabalhos com eletricidade, muitas vezes tem pouca experiência e nenhum

treinamento e atuação esporádica em eletricidade. Este técnico que executa o projeto, pode ser uma das causas de muitos acidentes.

Por ser uma atividade esporádica, nem sempre o trabalhador está munido dos equipamentos de testes, de proteção individual e ferramentas adequadas, o que aumenta o risco e a probabilidade de se acidentar.

Por outro lado, a legislação não considera esta atuação esporádica com eletricidade em baixa tensão (tensões inferiores a 250 VAC), uma atividade de risco, negligenciando a fiscalização e o cumprimento das normas técnicas pertinentes.

A falta de fiscalização das autoridades competentes contribui muito para que isto continue ocorrendo.

Para facilitar a aplicação da oficina em outras modalidades de ensino e nos ensinos técnicos e profissionalizantes, elaborei um roteiro explicando passo a passo como foi feita, aplicada, analisada e avaliada, apresentando os critérios utilizados e os resultados obtidos.

Discutindo e esclarecendo a importância da legislação vigente e aplicável, das medidas preventivas, da necessidade de um projeto bem elaborado, do planejamento das atividades, da mitigação dos riscos, dos treinamentos, cursos de formação, capacitação e da reciclagem periódica destes treinamentos, da contratação de empresas especializadas com profissionais habilitados, dos primeiros socorros, da utilização dos equipamentos Individuais e coletivos e das medidas de prevenção recomendadas, que reduziremos a quantidade de vítimas da atuação em eletricidade, garantindo e protegendo a integridade do usuário e do trabalhador.

Concluindo, destaco em especial, os esforços das empresas geradoras, transmissoras e distribuidoras de energia, como também das suas entidades representativas, na mobilização através de campanhas nacionais para segurança em eletricidade e prevenção de acidentes, contribuindo para garantir a integridade dos trabalhadores e usuários da eletricidade.

## **1.1 Objetivo geral**

Aplicar e avaliar uma oficina pedagógica visando o ensino e a aprendizagem do conteúdo de segurança em eletricidade pelos alunos do Curso Técnico em Eletrônica, Telecomunicações e Segurança do Trabalho da UTRAMIG.

## 1.2 Objetivos específicos

- a) Apresentar e elucidar as principais diferenças entre segurança em eletricidade e proteção elétrica.
- b) Identificar, informar e esclarecer os riscos à saúde relacionados a atividades em eletricidade, os efeitos fisiológicos do choque elétrico, os fatores que potencializam este risco e os primeiros socorros a serem aplicados.
- c) Apresentar e discutir a legislação vigente, as normas técnicas regulamentadoras e suas aplicações, a necessidade e obrigatoriedade do treinamento técnico como qualificação para atuar em atividades que envolvem direta ou indiretamente a eletricidade.
- d) Apresentar as medidas e recomendações sobre prevenção e a utilização dos equipamentos de proteção individuais e coletivos para o setor elétrico.
- e) Abordar a utilização, manuseio, distribuição, operação e manutenção de redes, equipamentos, dispositivos de proteção e aterramento como forma de prevenção; esclarecendo e apresentando medidas e recomendações para minimizar os riscos para o usuário da eletricidade para os trabalhadores que atuam em contato direto com este sistema de energia.
- f) Mostrar as campanhas de esclarecimentos e alertas vinculados através da mídia e a importância dos treinamentos ministrados para os trabalhadores que atuam implantando, mantendo e operando este sistema.
- g) Apresentar os dispositivos de proteção para as redes de distribuição e para os equipamentos interligados diretamente a ela.
- h) Elucidar e esclarecer que os equipamentos e dispositivos de proteção e aterramento, atuam indiretamente na segurança do usuário final e diretamente nos equipamentos interligados às redes de distribuição de energia e que seu foco principal é evitar falhas no sistema, queima de equipamentos, interrupções e blecautes.
- i) Destacar a importância da qualidade da energia elétrica, que é definida em função das perturbações elétricas básicas em um sinal de tensão ou corrente presente em uma instalação elétrica, tais como: amplitude da tensão, frequência do sinal, desequilíbrios de tensão e corrente nos sistemas trifásicos e distorções na forma de onda do sinal; e a importância da ausência relativa de variações de tensão e particularmente à ausência de

desligamentos.

### **1.3 Justificativa**

A eletricidade é vital na vida moderna, seja propiciando conforto aos nossos lares, seja atuando como insumo nos diversos segmentos da economia. O que torna a eletricidade mais perigosa do que outros riscos físicos como o calor, o frio e o ruído, é que ela só é sentida pelo organismo quando o mesmo está sob sua ação.

O uso da eletricidade exige do consumidor e dos trabalhadores a aplicação de algumas precauções em virtude do risco que representa. A maioria da população não sabe, desconhece ou desconsidera este risco. Os acidentes ocorridos com eletricidade, no lar e no trabalho, são os mais frequentes e são comprovadamente os que têm as consequências mais graves.

Os avanços e desenvolvimento da tecnologia nos dias atuais vêm trazendo grandes benefícios à sociedade e à saúde humana em todo o mundo, além de exigir cada vez mais qualidade da energia, dos projetos elaborados, da implantação, da manutenção e operação deste sistema. Novos processos com técnicas modernas utilizam-se cada vez mais equipamentos de última geração, projetados e construídos com avançadas tecnologias eletrônicas e totalmente informatizados.

Os trabalhos nas áreas de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica apresentam riscos diferenciados em relação ao consumidor final, e o conhecimento geral das diversas metodologias de análise de riscos é fundamental para permitir uma avaliação crítica das condições de trabalho, sem a qual é praticamente impossível garantir a aplicação dos meios de controle colocados à disposição dos trabalhadores e usuários.

Em todas as intervenções em instalações elétricas devem ser adotadas medidas preventivas de controle do risco elétrico e de outros riscos adicionais, de forma a garantir a segurança e a saúde da população e dos trabalhadores.

Para os usuários residenciais, comerciais e trabalhadores em geral, não especializados, a norma regulamentadora número 10, recomenda orientação através de campanhas preventivas e educativas, veiculadas através mídia, cartilhas educativas disponibilizadas pelas concessionárias distribuidoras de energia e prestadoras de serviço nesta área, vídeos, treinamentos e palestras disponibilizados através da internet e materiais de treinamento especializados.

Existe sempre o risco do choque elétrico em redes elétricas que não atendam às normas vigentes ou perturbadas por outros equipamentos.

Os estabelecimentos com carga instalada superior a 75 kW devem constituir e manter um Prontuário de Instalações Elétricas. (BRASIL, 1978f).

Quando se trata de medidas preventivas de choque elétrico torna-se obrigatório consultar duas normas brasileiras:

- a) norma ABNT NBR 5410 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997);
- b) NR 10 (BRASIL, 1978f).

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) - Norma Brasileira (NBR) 5410, intitulada de "Instalações Elétricas de Baixa Tensão", fixa condições de segurança nas instalações com tensão até 1000 Volts em corrente alternada e de até 1500 Volts em corrente contínua (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997).

Já a norma regulamentadora número 10 (NR-10 - Segurança em instalações e serviços em eletricidade) recomenda condições mínimas para garantir a segurança das pessoas, e estabelece critérios para proteção contra os riscos de contato, incêndio e explosão, dentre outros (BRASIL, 1978f).

Outro fator que deve ser considerado para garantir a segurança dos trabalhadores e usuários da eletricidade e para a confiabilidade dos resultados, é a qualificação da equipe técnica responsável pelo projeto, implantação, operação e manutenção.

## 2 OFICINAS

Do latim *officina*, significa lugar de trabalho, comumente associado a trabalho manual. Destina-se a fabricar conhecimentos a partir de situações vivenciadas por cada um dos participantes em um ambiente apropriado ao trabalho para que este se efetive produtivamente. (FERREIRA, 1986).

A opção por oficinas pedagógicas foi para buscar formas alternativas de ensino e aprendizagem que despertem o interesse dos alunos, motivando-os, aguçando a curiosidade e a criatividade com palestras, debates e discussões, promovendo a troca de informações necessárias a produção e construção do conhecimento.

A oficina, como qualquer ação pedagógica, pressupõe planejamento, mas é na execução que ela assume características diferenciadas das abordagens centradas no professor e no conhecimento racional apenas. O planejamento prévio caracteriza-se por ser flexível, ajustando-se às situações-problema apresentadas pelos participantes, a partir Segundo Elias, as primeiras experiências remontam ao início do século.

O termo foi usado pelo sociólogo francês Celestin Freinet (1858 -1917), que preocupado com o destino da escolaridade das crianças oriundas da classe operária e do campesinato francês, procurou desenvolver uma prática pedagógica que favorecesse a aprendizagem dessas crianças, de um modo geral, destinadas ao fracasso escolar. (ELIAS, 1996).

Para reduzir esse fracasso, Freinet propôs formas alternativas de se efetivar a aprendizagem em sala de aula, que tornassem o ato de aprender interessante e prazeroso. (ELIAS, 1996).

Entre outras, utilizou-se da oficina pedagógica, designando como tal, situações de ensino/aprendizagem que envolvessem professor e alunos num trabalho motivante e participativo.

A metodologia de oficinas tem alcançado excelentes resultados, conforme se pode constatar em publicações como as de Mutschele e Gonsales Filho (1994).

Se adequadamente concebida e organizada, a Oficina Pedagógica pode ser um ambiente fecundo para “[...] liberar a criatividade, propiciar condições de expressão de pensamentos, ideias e sentimentos, de várias maneiras”. (MUTSCHELE; GONSALES FILHO, 1994, p. 19).

No Brasil, oficina como prática pedagógica surgiu na década de 80. Teve como propósito norteador a melhoria da qualidade do ensino, no sentido de superar o baixo desempenho das escolas públicas. (CARVALHO, 2008)

Conforme Paulo Freire (1996), “Ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção” e a oficina pedagógica tem em sua essência este papel fundamental. (FREIRE, 1996, p. 47).

### 3 ELETRICIDADE

Neste capítulo iremos abordar os conceitos mais importantes sobre eletricidade. Para entendermos melhor como ocorre o choque elétrico, uma base teórica faz-se necessária. Primeiramente vamos apresentar um pouco da história da eletricidade.

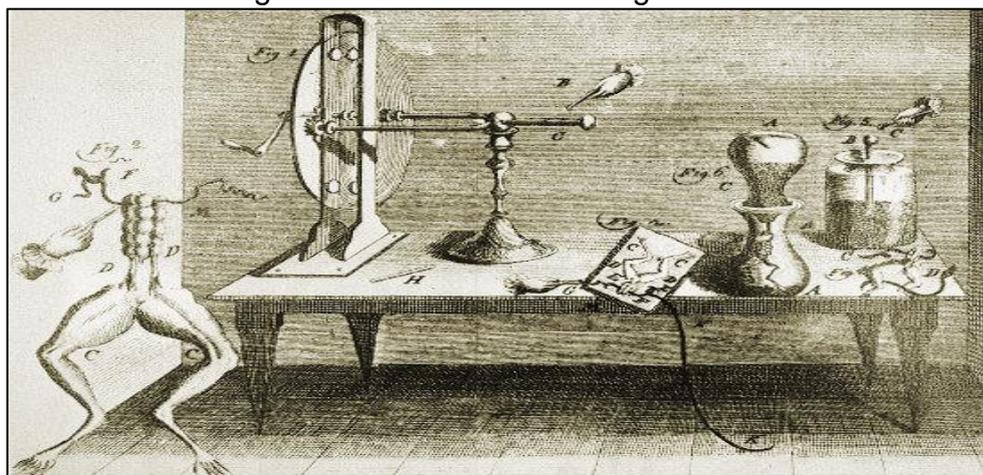
A eletricidade esteve sempre presente na natureza, e a origem de seu nome, segundo Silva & Pimentel (2007), é do grego êlektron (âmbar) e foi observado por Tales de Mileto, entre outros, e demonstrada pelo fenômeno da atração eletrostática, com a fricção de uma vareta de âmbar, ficando a mesma polarizada, podendo atrair ou repelir outros materiais.

As primeiras experiências com cargas eletrostáticas e órgãos de animais, foram feitas por Galvani e Alessandro Volta, quando pela primeira vez, foi constatada a existência da eletricidade no corpo de animais e também, o fenômeno do estímulo elétrico que provocava a contração dos músculos da perna de uma rã, dissecada por Galvani em seu laboratório.

O biólogo italiano Luigi Galvani (1737-1798), fez várias experiências com cargas eletrostáticas e órgãos de animais. Enquanto fazia as experiências, descobriu que quando tocava com uma faca na perna de uma rã, no instante em que era produzida uma descarga elétrica num gerador eletrostático próximo dele, a perna da rã morta encolhia-se bruscamente, como se a rã estivesse viva. Mais tarde conseguiu o mesmo efeito, sem precisar do gerador eletrostático, espetando dois fios de metais diferentes na perna da rã; quando juntava os dois fios, a perna da rã encolhia-se. Galvani atribuiu o efeito a uma eletricidade de origem animal. Em 1800, Volta construiu a primeira pilha, colocando alternadamente discos de zinco e de cobre, separados entre si por discos de cartão molhado numa solução ácida. Alessandro Volta (1745-1827) demonstrou que a origem da eletricidade observada por Galvani não eram os organismos vivos, mas que o contato entre dois metais diferentes dentro de qualquer solução química produz um fluxo de cargas elétricas (corrente), que nos seres vivos causa alguns efeitos: a contração dos músculos ou um sabor amargo, quando colocamos dois fios de metais diferentes na nossa língua. (VILLATE, 2011, p.19).

O laboratório de Galvani, com um gerador eletrostático usado para produzir descargas elétricas nas pernas de uma rã é mostrado na Figura 1.

Figura 1 - Laboratório de Luigi Galvani



Fonte: VILLATE, 2011.

A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) define a energia, nas suas mais diversas formas, como indispensável à sobrevivência da espécie humana e que o homem procurou sempre evoluir, descobrindo fontes e formas alternativas de adaptação ao ambiente em que vive e de atendimento às suas necessidades.

Dessa forma, conclui a ANEEL, que a exaustão, escassez ou inconveniência de um dado recurso tende a ser compensadas pelo surgimento de outro(s).

Conclui também que, em termos de suprimento energético, a eletricidade se tornou uma das formas mais versáteis e convenientes de energia, passando a ser recurso indispensável e estratégico para o desenvolvimento socioeconômico de muitos países e regiões. (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2002).

### 3.1 Fenômenos elétricos naturais

Cientistas e biólogos vêm estudando estes fenômenos, que são interações em nível macroscópico tais como o toque, a fricção ou as reações químicas, devidos às interações elétricas que se dão em nível microscópico. No trabalho de Baroni (2010), são enumerados alguns animais que são capazes de responder a estímulos elétricos, como os tubarões, habilidade conhecida como eletropercepção, enquanto outros, conhecidos por eletrogênicos, são capazes de gerar por si só altas tensões, usadas tanto para fins predatórios como defensivos. Um dos melhores exemplos e mais conhecidos, é da ordem Gymnotiformes, da qual faz parte a enguia elétrica, que detecta e atordoa suas presas através das altas tensões geradas em células musculares modificadas conhecidas como eletrócitos.

Todos os animais, sobretudo os dotados de sistema nervoso, transmitem informação ao longo das membranas celulares mediante pulsos de tensão conhecidos como potenciais de ação, os quais são responsáveis entre outras pela função de comunicação, via sistema nervoso, entre os neurônios e os músculos. Os potenciais de ação são também responsáveis pela coordenação de atividades em certas plantas, como as carnívoras. (BARONI, 2010).

### **3.2 Corrente elétrica, Efeito Joule, eletricidade, magnetismo e eletricidade estática**

Depois de abordarmos uma parte da história da eletricidade, relevante ao tema proposto e alguns fenômenos elétricos naturais, apresentamos alguns conceitos sobre eletricidade, que formam a base teórica deste trabalho.

#### **3.2.1 Corrente elétrica**

Para que possamos entender o que é a corrente elétrica, é preciso conhecer a estrutura atômica dos materiais sólidos e sua classificação em termos de propriedades elétricas.

Millman e Halkias (1981), definem os materiais sólidos como condutores, semi-condutores e isolantes, considerando as propriedades elétricas em função da sua estrutura atômica:

A estrutura do átomo é formada por elétrons, prótons e neutrons. Os prótons e neutrons estão no núcleo do átomo e os elétrons, giram em órbitas ou camadas em torno do núcleo. O elétron possui uma carga elétrica negativa e o próton, uma carga elétrica positiva. O neutron não possui carga elétrica. Em qualquer átomo, o número de prótons é igual ao número de elétrons; portanto, sua carga elétrica é nula. Um átomo eletricamente neutro pode receber ou ceder elétrons. Quando um átomo recebe um ou mais elétrons, ele fica com carga elétrica negativa e é chamado de íon negativo. Quando um átomo cede um ou mais elétrons, ele fica com carga elétrica positiva e é chamado de íon positivo. No átomo os elétrons giram em torno do núcleo em órbitas ou camadas, totalizando, sete camadas. A órbita mais afastada do núcleo é chamada de camada de valência e os elétrons dessa camada são chamados de elétrons de valência. O número máximo de elétrons de valência são 8 e com 8 elétrons, o átomo tem estabilidade química ou molecular. Os materiais isolantes, não são condutores de energia elétrica, porque não possuem elétrons livres e é necessário aplicar uma grande quantidade de energia para passar elétrons da banda de valência para a banda de condução. Os átomos possuem entre 5 e 8 elétrons de valência. Exemplo: Borracha e Mica. Os materiais condutores

possuem átomos com 1, 2 ou 3 elétrons de valência e como sua camada de valência está incompleta, possuem grande facilidade de cedê-los; ou seja, com uma pequena quantidade de energia podemos deslocá-los da banda de valência para a banda de condução. Exemplo: Metais como cobre, ferro e etc. Nos materiais semi-condutores as bandas de energia estão em uma situação intermediária entre os materiais condutores e materiais isolantes; ou seja, possuem 4 elétrons de valência e não cedem, nem recebem elétrons. Exemplo: Silício e Germânio. As cargas livres estão em movimento aleatório, consequência da agitação térmica. Quando aplicamos um campo elétrico na região das cargas elétricas, o movimento aleatório passa a ser ordenado. (MILLMAN; HALKIAS,1981, p.11-17)

Os autores concluem que a corrente elétrica é um fluxo ordenado de partículas portadoras de carga elétrica em um material condutor, quando aplicamos uma diferença de potencial nas extremidades deste condutor. (MILLMAN; HALKIAS, 1981).

Gussow (1997), também descreve a corrente elétrica nos materiais condutores (metais), como sendo o deslocamento de elétrons livres, ao ser aplicado uma diferença de potencial, relativamente baixa:

Num condutor como, por exemplo, num fio de cobre, os elétrons livres são cargas que podem ser deslocadas com relativa facilidade ao ser aplicado uma diferença de potencial. Se ligarmos às duas extremidades de um fio de cobre uma diferença de potencial, a tensão aplicada faz com que os elétrons livres se desloquem. Essa corrente consiste num movimento de elétrons a partir do ponto de carga negativa,  $-Q$ , numa extremidade do fio, seguindo através do fio, e voltando para a carga positiva,  $+Q$ , na outra extremidade. O sentido do movimento de elétrons é do lado negativo da bateria, passando através do fio, e de volta ao lado positivo da bateria. (GUSSOW,1997, p.8).

Uma experiência simples, na qual, podemos sentir o efeito da corrente elétrica em nosso organismo, utilizando uma colher, um pedaço de folha de alumínio e a língua, foi feito por Alessandro Volta:

Uma forma simples de sentir o efeito da corrente elétrica consiste em colocar uma colher por baixo da língua e um pedaço de folha de alumínio por cima. Quando se junta a folha de alumínio à colher, sente-se um sabor amargo na língua, produzido pela passagem de cargas elétricas através da língua. Esse fenômeno foi descoberto por Alessandro Volta, no fim do século XVIII. É importante que o metal da folha seja diferente do metal da colher; as colheres são geralmente feitas de aço ou de prata. Na nossa língua existem íons positivos e negativos; um dos metais terá uma maior tendência a atrair os íons negativos e no outro metal os íons positivos serão atraídos, criando um fluxo de cargas através dos dois metais. (VILLATE, 2011, p.15)

### **3.1.2 Efeito joule**

Uma das aplicações práticas do Efeito Joule é o chuveiro elétrico, que aquece a água pela dissipação da energia elétrica em uma resistência.

Segundo Villate (2011), o Efeito Joule é uma consequência da agitação térmica dos elétrons na condução ou transporte de cargas em condutor. A perda de energia é dissipada na forma de calor.

### **3.2.3 Eletricidade e magnetismo**

Villate (2011) descreve o campo magnético em um condutor de cobre, como sendo a presença de cargas em movimento (corrente elétrica), podendo atrair ou repelir materiais metálicos, de acordo com o sentido da corrente elétrica no condutor. O sentido de rotação do campo magnético e da corrente elétrica é dado pela regra da mão direita.

Gussow (1997), em *Eletricidade Básica*, descreve como os cientistas descobriram a relação entre a eletricidade e o magnetismo:

Em 1819, o cientista dinamarquês H. C. Oersted descobriu experimentalmente a relação entre o magnetismo e a corrente elétrica. Ele observou que uma corrente elétrica ao atravessar um condutor produzia um campo magnético em torno do condutor. A intensidade do campo magnético em torno do condutor que conduz uma corrente depende dessa corrente. Em 1831, Faraday descobriu o princípio da indução eletromagnética. Ele afirma que, se um condutor atravessar linhas de força magnética, ou se linhas de força atravessarem um condutor, induz-se uma fem, ou tensão nos terminais do condutor. (GUSSOW, 1997, p.220-232).

### **3.2.4 Eletricidade estática**

O conceito de eletricidade estática apresentado no trabalho de Villate (2011), é descrito como sendo uma forma de eletricidade que se encontra em equilíbrio ou repouso, e por isso não está se movimentando de um objeto para outro. A eletrostática é a área da física que estuda cargas elétricas em repouso.

### **3.3 Segurança em eletricidade e proteção elétrica**

Para falar de Segurança em Eletricidade e de proteção elétrica, abordamos a Norma Regulamentadora número 10 do Ministério do Trabalho, que é aplicada amplamente nas áreas de atuação em eletricidade e trabalhista. Apresentamos o conteúdo da Norma e seus conceitos mais importantes.

#### **3.3.1 Segurança em eletricidade**

Aborda a utilização, manuseio, distribuição, operação, manutenção de redes, equipamentos, dispositivos de proteção, aterramento; prevenindo, esclarecendo e minimizando os riscos para o ser humano, usuário da eletricidade, e também aos trabalhadores que atuam em contato direto com este sistema de energia.

Inclui campanhas educativas, de esclarecimentos e alertas vinculados através da mídia, treinamentos ministrados para os trabalhadores que atuam implantando, mantendo e operando estes sistemas e o público em geral. (BRASIL, 1978f).

#### **3.3.2 Proteção elétrica**

Define e especifica os dispositivos de proteção para as redes de distribuição e para os equipamentos interligados diretamente a ela. Os equipamentos e dispositivos de proteção e aterramento atuam diretamente nos equipamentos interligados às redes de distribuição de energia. Seu foco principal é evitar falhas no sistema, queima de equipamentos, interrupções e blecautes. (BRASIL, 1978f).

#### **3.3.3 Segurança em instalações e serviços em eletricidade (NR-10)**

A norma regulamentadora número 10, estabelece os requisitos e condições mínimas de medidas de controle e sistemas preventivos, visando garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores que atuam em instalações elétricas e serviços com eletricidade.

As medidas de controle e sistemas preventivos, aplicam-se às fases de geração, transmissão, distribuição e consumo, incluindo as etapas de projeto, construção, montagem, operação, manutenção das instalações elétricas e quaisquer

trabalhos realizados nas suas proximidades. Na ausência ou omissão destas, aplicam-se as normas internacionais cabíveis. (BRASIL, 1978f).

Conforme redação no manual de Auxílio na Interpretação e Aplicação da NR-10 - Comentada, do Ministério do Trabalho e Emprego, a norma regulamentadora n.10, foi atualizada em 2004:

Sensível às necessidades e gravidade da situação de segurança e saúde existentes nas atividades do Setor Energético, o Ministério do Trabalho e Emprego, por meio de equipe coordenada pelo Auditor Fiscal do Trabalho Eng. Joaquim Gomes Pereira, promoveu a atualização da Norma que versa sobre o assunto de sua responsabilidade, alinhando-a a modernos conceitos de segurança e saúde em instalações e serviços com eletricidade. A proposta inicial reuniu um grupo de Engenheiros Eletricistas e de Segurança no Trabalho, de diversas instituições governamentais, no ano de 2001, estudou a situação de segurança e saúde em atividades com energia elétrica e elaborou um texto base, destinado a orientar a atualização da Norma Regulamentadora nº 10. (PEREIRA; SOUZA, 2010, p.8)

### ***3.3.4 Qualificação necessária para os profissionais especializados***

Exige-se: formação técnica específica, curso de qualificação em instalações e serviços em eletricidade - NR 10, treinamentos especializados fornecidos pelas empresas concessionárias e prestadoras de serviço e reciclagem periódica destes treinamentos. (BRASIL,1978f).

### ***3.3.5 Prevenção para os trabalhadores em geral, usuários residenciais e comerciais***

Recomenda-se prevenção através de campanhas preventivas e educativas vinculadas a mídia, cartilhas educativas disponibilizadas pelas concessionárias distribuidoras de energia e prestadoras de serviço nesta área, vídeos, treinamentos e palestras disponibilizados através da internet e materiais de treinamento especializados. (BRASIL,1978f).

### **3.3.6 Treinamento em NR-10**

Aborda práticas de trabalho seguras, controle de riscos, equipamentos de testes, ferramentas e equipamentos de proteção individual e coletivos. (BRASIL,1978f).

### **3.3.7 Planejamento necessário para execução das atividades**

Todas as atividades em eletricidade devem ser previamente planejadas com supervisão e acompanhamento da execução por responsável especializado, membros da CIPA e profissional especializado em segurança do trabalho. (BRASIL,1978f).

### **3.3.8 Medidas de controle do risco do choque elétrico**

Alguns conceitos básicos devem ser fundamentados para apresentação e entendimento das medidas de controle do choque elétrico:

Conforme definido por Florence e Calil (2005), o perigo é uma fonte potencial de dano, enquanto o risco leva em consideração a probabilidade de ocorrência do dano e sua gravidade. O risco é estimado para cada perigo identificado. O fator de risco é uma condição que favorece a ocorrência de falhas. O dano pode ocorrer na forma de lesão física ou um prejuízo à propriedade e ao meio ambiente.

A finalidade das medidas de controle são: prevenção de acidentes, visando minimizar, reduzir ou eliminar os riscos do choque elétrico:

Medidas de controle representam o coletivo das ações estratégicas de prevenção destinadas a eliminar ou reduzir, mantendo sob controle as incertezas e eventos indesejáveis com capacidade potencial para causar lesões ou danos à saúde dos trabalhadores e, dessa forma, transpor as dificuldades possíveis na obtenção de um resultado esperado, dentro de condições satisfatórias. (BRASIL, 2010f,p.13).

Conforme definido na Norma Regulamentadora número 10 (BRASIL, 1978f), as medidas do controle do risco do choque elétrico são (Quadro 1):

**Quadro 1 - Norma regulamentadora número 10.**

Desenergização:	São ações coordenadas, sequenciadas e controladas, para garantir a ausência de tensão no circuito, trecho ou ponto de trabalho, durante todo o tempo de intervenção e com o controle dos trabalhadores envolvidos
Seccionamento:	É feito utilizando-se de chaves seccionadoras, interruptores e disjuntores por meios manuais ou automáticos, com o intuito de promover a descontinuidade elétrica total entre um circuito ou dispositivo e outro, utilizando de ferramentas adequadas e seguindo procedimentos específicos
Impedimento de energização:	Utilizando de sistemas de bloqueio ou de cadeados, busca impedir a reenergização do circuito ou equipamento desenergizado. O controle do impedimento de reenergização, é feito pelos trabalhadores envolvidos. É importante que se faça utilizando placas afixadas, o alerta ou informação que está desligado para manutenção e que é proibido sua re-ligação, para evitar acidentes. Poderão ser utilizados quantos bloqueios forem necessários para a eliminação do risco
Constatação da ausência de tensão:	É o teste para confirmação do desligamento e da ausência de tensão. Pode ser feito com sensores ou com instrumental adequado. Deve ser feito de acordo com procedimentos específicos
Instalação de aterramento temporário com equipotencialização dos condutores dos circuitos:	Após o seccionamento do trecho ou circuito, e dos testes para garantir a ausência de tensão, deve ser feito um aterramento provisório e temporário, interligado a cada um dos condutores fase, previamente desligados
Proteção dos elementos energizados existentes na zona controlada:	A zona controlada é a área em torno da parte condutora energizada. As dimensões da zona controlada é de acordo com o nível de tensão. A aproximação só é permitida a profissionais autorizados. É feito utilizando anteparos ou dupla isolação

Fonte: BRASIL, 1978f.

### 3.3.9 Choque elétrico

O choque elétrico é definido no trabalho de Miranda Júnior e outros (2004-2005), como sendo um estímulo rápido no corpo humano, provocado pela passagem da corrente elétrica. A corrente circulará pelo corpo, que se torna parte do circuito elétrico. O caminho percorrido pela corrente elétrica no corpo humano é um dos fatores que determinam a gravidade do choque, sendo os choques elétricos de maior gravidade aqueles em que a corrente elétrica passa pelo coração.

Segundo dados da Fundacentro (2002), o choque elétrico é a segunda maior causa de acidentes fatais, depois de quedas de altura:

Em 1999, segundo dados do IBGE, o número de óbitos na construção foi o segundo mais elevado do País: 390 das 3.605 mortes registradas, somadas todas as categorias profissionais. Os estudiosos afirmam que choques elétricos são a segunda maior causa de acidentes fatais no setor, depois de quedas de altura.

O choque elétrico é uma das principais causas de acidentes nos canteiros de obra da construção civil e tem sido apontado pelos especialistas como uma das principais causas de acidentes graves e fatais na construção. O motivo é a falta de segurança nas instalações elétricas provisórias que expõem os trabalhadores a riscos que, em geral, resultam em morte. (FUNDACENTRO, 2002, p.01)

#### *3.3.9.1 Classificação do choque elétrico*

Os tipos de choque são classificados em função da fonte de energia ou da forma de contato que os gerou, tais como:

##### a) Choque estático

O atrito com o ar gera cargas elétricas (efeito capacitivo). Este tipo de choque é produzido por eletricidade estática. É de pequena duração, suficiente para descarregar a carga da eletricidade contida no elemento energizado. (MIRANDA JÚNIOR, et al., 2004-2005)

##### b) Choque dinâmico

É o choque pelo contato direto da pessoa com a parte energizada da instalação. Sua duração permanece enquanto houver o contato e a fonte de energia estiver ligada. (MIRANDA JÚNIOR, et al., 2004-2005)

c) Descargas atmosféricas

Descargas atmosféricas (raios) podem incidir diretamente ou indiretamente sobre a pessoa, gerando tensão de passo e tensão de toque, causando queimaduras graves e até morte imediata. (SILVA; PIMENTEL, 2008).

### 3.4 Efeitos fisiológicos do choque elétrico

Walker define os efeitos da corrente no corpo humano como:

- a) Sensação de formigamento (correntes até 0.01 A);
- b) Sensação de dor e ficar agarrado (correntes até 0.02 A);
- c) Perturbações respiratórias (correntes até 0.03 A);
- d) Grandes dificuldades respiratórias (correntes até 0.07 A);
- e) Morte devido a fibrilação (correntes até 0.1 A). (WALKER apud VILLATE, 2011, p. 33).

A intensidade da corrente que passa por uma vítima é geralmente determinada pela resistência da pele que vai de cerca de 1000  $\Omega$  para peles molhadas até 500 000  $\Omega$  para peles secas. A resistência interna é menor do que a da pele, estando compreendida entre 100 e 500  $\Omega$ .

Como consequência, Miranda Júnior e outros (2004-2005), descrevem que o choque elétrico pode provocar contrações violentas dos músculos, fibrilação ventricular do coração, lesões térmicas e não térmicas, podendo levar a óbito e como efeito indireto as quedas e batidas, etc.

Informam que a única forma de interromper a fibrilação é aplicando outro choque elétrico controlado (desfibrilador automático).

A morte por asfixia poderá ocorrer, se a intensidade da corrente elétrica for de valor elevado (acima de 70 mA até 100 mA) e circular por um período de tempo relativamente pequeno, pode ocorrer em alguns minutos. A morte por asfixia é consequência da tetanização do diafragma, impedindo a realização dos movimentos respiratórios.

Alertam que se não for tomada uma ação rápida, para interromper a passagem da corrente elétrica pelo corpo e aplicada à respiração artificial, dentro de um intervalo de tempo inferior a três minutos, poderão ocorrer sérias lesões cerebrais e possível morte. Denominam a morte causada por choque elétrico como eletrocussão.

#### *3.4.1 Contração muscular*

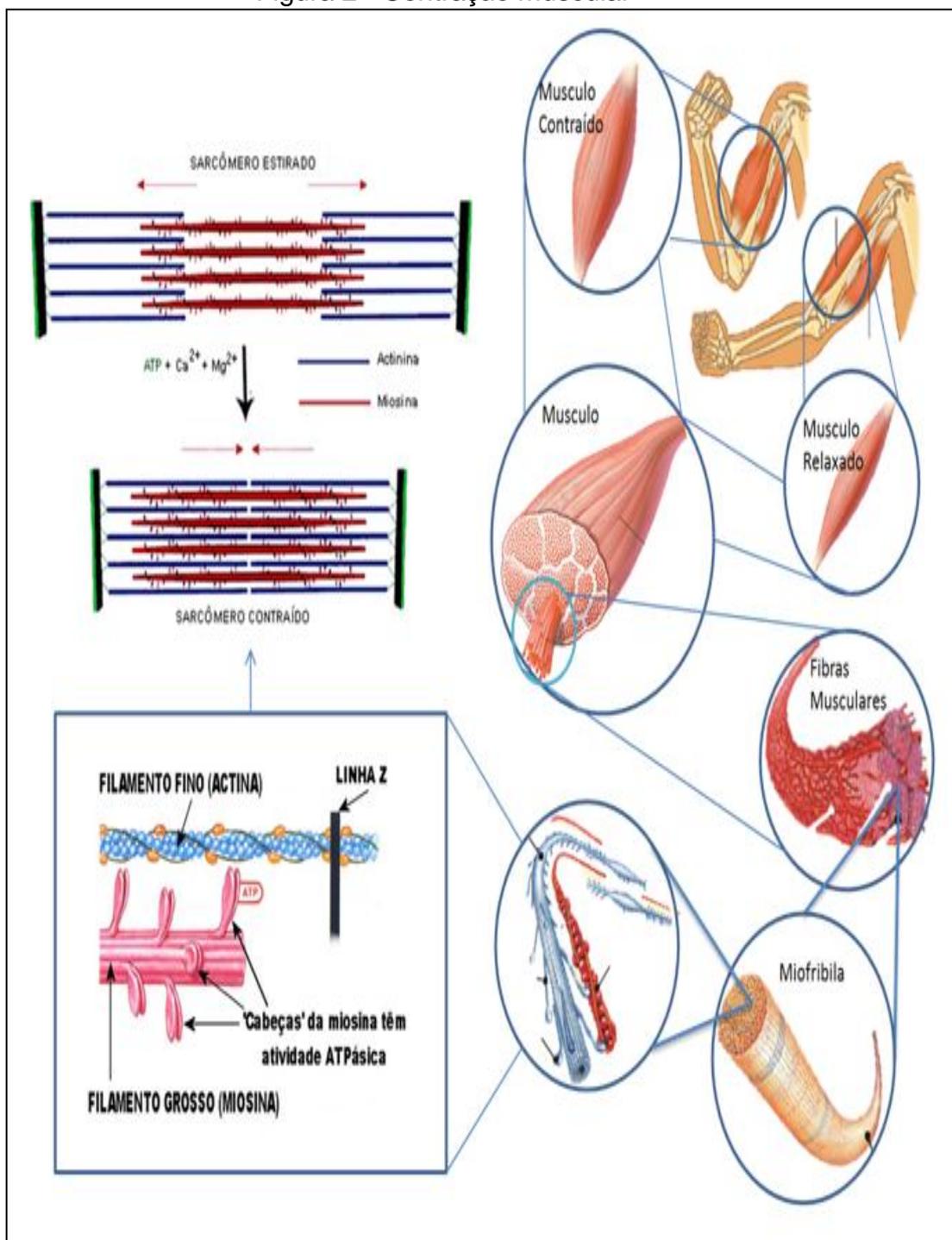
Todo o musculo percorrido por uma corrente elétrica sofre um estímulo que provoca sua contração. A força da contração muscular depende da intensidade e do tipo da corrente do choque elétrico e é uma das maiores dificuldades da vítima para se desprender da parte energizada.

A contração muscular, ocorre por mecanismo de deslizamento dos filamentos e resulta da força gerada pela interação das pontes cruzadas dos filamentos de miosina com filamentos de actina. (GUYTON; HALL, 2002).

Todo o musculo percorrido por uma corrente elétrica sofre um estímulo que provoca sua contração. A força da contração muscular depende da intensidade e do tipo da corrente do choque elétrico e é uma das maiores dificuldades da vítima para se desprender da parte energizada.

A contração muscular, ocorre por mecanismo de deslizamento dos filamentos e resulta da força gerada pela interação das pontes cruzadas dos filamentos de miosina com filamentos de actina. (GUYTON; HALL, 2002).

Figura 2 - Contração muscular



Fonte: GUYTON; HALL, 2002

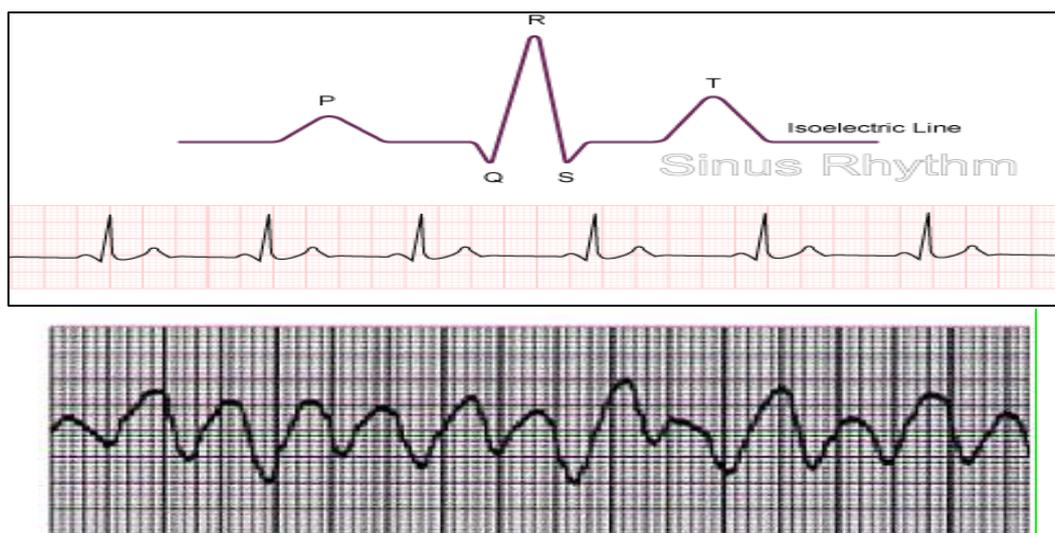
### 3.4.2 Tetanização

A tetanização é o resultado da contração muscular na sua capacidade máxima, e qualquer aumento adicional na frequência de estimulação, não exerce novos efeitos (Figura 2). (GUYTON; HALL, 2002).

### 3.4.3 Fibrilação ventricular

É a mais grave de todas as arritmias cardíacas e, se não interrompida dentro de 1 a 3 minutos, pode ser fatal. Decorre de impulsos cardíacos frenéticos na massa do músculo ventricular (Figura 3). (GUYTON; HALL, 2002).

Figura 3 - Fibrilação ventricular



Fonte: GUYTON; HALL, 2002

### 3.4.4 Queimaduras

As queimaduras são lesões teciduais causadas por ação direta ou indireta de calor sobre o organismo humano, decorrentes de diversas fontes térmicas, como líquido quente, fogo, objetos aquecidos, eletricidade, radioatividade, etc. Nas queimaduras por eletricidade, a corrente elétrica atinge o organismo através do revestimento cutâneo. São geralmente menos dolorosas, pois a passagem da corrente poderá destruir as terminações nervosas. Não significa, porém que sejam

menos perigosas, pois elas tendem a progredir em profundidade, mesmo depois de desfeito o contato elétrico ou a descarga (Quadro 2). (LIMA JÚNIOR; SERRA, 2004)

**Quadro 2 - Graus de queimaduras**

Queimaduras de Primeiro Grau:	Denominadas superficiais ou epidérmicas. São limitadas à epiderme
Queimaduras de Segundo Grau Superficial:	Denominadas de espessura parcial superficial e caracterizam-se por comprometer parcialmente a derme (porção papilar)
Queimaduras de Segundo Grau Profundo:	Denominadas de espessura parcial profunda e acometem a camada reticular da derme (parte profunda)
Queimaduras de Terceiro Grau:	Denominadas de espessura total e são caracterizadas pelo comprometimento de toda a espessura da derme e parte do subcutâneo

Fonte: LIMA JÚNIOR; SERRA, 2044.

### 3.4.5 Primeiros socorros

**Figura 4 - Primeiros socorros - choque elétrico**



Fonte: MACIEL, 2013.

#### 3.4.5.1 Correntes de baixa voltagem

São as que provocam choque elétrico em acidentes domésticos, como colocar o dedo em uma tomada. Não deixam de ser menos graves.

Nesse caso é importante que o socorrista interrompa a passagem da corrente, desligando interruptores e a chave elétrica. A vítima deve ser afastada do local ou do cabo de voltagem utilizando-se de algo isolante (luva ou tapete de

borracha e cabo de vassoura) para que não se forme outra corrente de eletricidade (Figura 4). Em caso de parada cardiorrespiratória, proceder como no caso de corrente de alta voltagem. (MACIEL, 2013).

#### *3.4.5.2 Corrente de alta voltagem*

Fios de alta tensão (perigosos para quem solta pipa próximo dessas áreas) ou equipamentos que possuem alta voltagem são os responsáveis por esse tipo de choque. A vítima pode ficar presa à parte energizada ou ser projetada a uma grande distância do local, além de correr o risco de ficar com grandes áreas de queimaduras. Em situações mais graves pode ocorrer morte.

O socorrista deve se certificar de que a energia foi interrompida e que não há condutores elétricos por perto, como poças d'água, metais e fios soltos. Ao aproximar-se da vítima tocando-a apenas com materiais isolantes e afastando-a do local do acidente. O socorrista deve verificar o pulso da vítima para conferir os batimentos cardíacos e observar se a vítima está respirando; caso esteja em parada cardiorrespiratória, e se possuir o domínio da técnica, deve iniciar as manobras de ressuscitação cardiopulmonar e contatar o serviço de emergência médica. As queimaduras devem ser resfriadas com água limpa e corrente e protegidas com pano ou gaze bem limpos, evitando-se o uso de algodão, pomadas, pastas caseiras ou quaisquer outras substâncias. (MACIEL, 2013).

#### *3.4.5.3 Vítima Inconsciente*

A primeira ação é acionar o serviço de emergência e, em seguida, procurar um Desfibrilador Externo Automático (DEA). Se possuir treinamento em primeiros socorros, iniciar compressões torácicas e ventilações. (MACIEL, 2013).

## **3.5 Legislação, normas técnicas regulamentadoras, equipamentos de proteção individual e coletivos**

### **3.5.1 Objetivo**

Apresentar a legislação que rege os trabalhos em Eletricidade, campos de aplicação, bem como os direitos e obrigações do governo, dos empregadores e dos trabalhadores, além dos equipamentos de proteção individual e coletivos, com informações de manuseio e recomendações.

### **3.5.2 Histórico**

- a) 1802 - Inglaterra - França: Comissões de fábrica;
- b) 1923 - Brasil: na Light Rio de Janeiro é criada a primeira comissão de fábrica;
- c) 1968 - Portaria 32 do Departamento Nacional de Segurança e Higiene do Trabalho determina a criação da Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA) nas Indústrias, Empresas de Transportes e Comércio;
- d) 1978 - Portaria 3214/78, através de 28 NR's - Normas Regulamentadoras.

### **3.5.3 Medicina do trabalho**

Medicina ocupacional ou do trabalho, é a área da medicina que atua visando a preservação da vida e a integridade dos trabalhadores. Os profissionais responsáveis são médicos e enfermeiros especializados. Cuidar da saúde do trabalhador, prevenindo acidentes e doenças ocupacionais, é uma obrigação do empregador.

Mendes (2007), em seu livro: *Patologia do Trabalho*, relaciona que a prática, o saber no campo da saúde e a pesquisa, estão articulados à transformação histórica do processo de produção econômica.

É compreensível o desinteresse reinante pelo tema saúde-trabalho nos impérios dominantes, uma vez que os trabalhos mais pesados ou de mais elevado risco eram destinados a escravos, comumente oriundos das nações subjugadas e cujos esforços conformavam um dos pilares dos próprios impérios mercantis escravistas. [...]. (MENDES, 2007, p.5).

Ramazzini (1999), em “As doenças dos trabalhadores”, traduzido pelo médico Raimundo Estrela, descreve o menosprezo da medicina com a classe trabalhadora:

ninguém que eu saiba pôs o pé nesse campo [doenças dos operários]. [...] É, certamente, um dever para com a mísera condição de artesãos, cujo labor manual, muitas vezes considerado vil e sórdido, é contudo necessário e proporciona comodidades à sociedade humana. [...]. (RAMAZZINI, 1999, p. 11)

### **3.5.4 Legislação, normas técnicas regulamentadoras e equipamentos de proteção individual e coletivos**

O livro de Segurança e Medicina do Trabalho (1978), define as normas regulamentadoras que se aplicam a segurança em eletricidade e proteção elétrica, como sendo (Quadros 3, 4 e 5):

**Quadro 3 - Normas regulamentadoras que se aplicam a segurança em eletricidade e proteção elétrica**

NR4:	Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho: estabelece a obrigatoriedade das empresas públicas e privadas, que possuam empregados regidos pela Consolidação das Leis Trabalhistas (CLT). A fundamentação legal, ordinária e específica, que dá embasamento jurídico à existência desta NR, é o artigo 162 da Consolidação das Leis Trabalhistas (CLT).
NR5 - CIPA:	Estabelece a obrigatoriedade das empresas organizarem e manterem em funcionamento, uma comissão constituída exclusivamente por empregados com o objetivo de prevenir infortúnios laborais, eliminando as possíveis causas de acidentes do trabalho e doenças ocupacionais. A fundamentação legal, que dá embasamento jurídico, são os artigos 163 a 165 da CLT.
NR6 -EPI:	Estabelece e define os tipos de EPI's a que as empresas estão obrigadas a fornecer a seus empregados, sempre que as condições de trabalho o exigirem, a fim de resguardar a saúde e a integridade física dos trabalhadores. A fundamentação legal, que dá embasamento jurídico, são os artigos 166 e 167 da CLT.
NR7 - PCMSO:	Estabelece a obrigatoriedade de elaboração e implementação, por parte de todos os empregadores e instituições que admitam trabalhadores como empregados, do Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional - PCMSO, com o objetivo de promoção e preservação da saúde do conjunto dos seus trabalhadores. A fundamentação legal, ordinária e específica, que dá embasamento jurídico à existência desta NR, são os artigos 168 e 169 CLT.
NR9 - PPRA:	Estabelece a obrigatoriedade de elaboração e implementação, do Programa de Prevenção de Riscos Ambientais, visando à preservação da saúde e da integridade física dos trabalhadores, através da antecipação, reconhecimento, avaliação e conseqüente controle da ocorrência de riscos ambientais existentes ou que venham a existir no ambiente de trabalho, tendo em consideração a proteção do meio ambiente e dos recursos naturais. A fundamentação legal, ordinária e específica, que dá embasamento jurídico à existência desta NR, são os artigos 175 a 178 da CLT.
NR26 - Sinalização de Segurança:	Estabelece a padronização das cores a serem utilizadas como sinalização de segurança nos ambientes de trabalho, de modo a proteger a saúde e a integridade física dos trabalhadores. A fundamentação legal, que dá embasamento jurídico, é o artigo 200 inciso VIII, da CLT.

Fonte: BRASIL, 1977; BRASIL, 1978a-f, 1978

**Quadro 4 - Medidas de controle e sistemas preventivos - NR-10**

NR10:	<p>Esta Norma Regulamentadora estabelece os requisitos e condições mínimas objetivando a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos, de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores que, direta ou indiretamente, interajam em instalações elétricas e serviços com eletricidade. Se aplica às fases de geração, transmissão, distribuição e consumo, incluindo as etapas de projeto, construção, montagem, operação, manutenção das instalações elétricas e quaisquer trabalhos realizados nas suas proximidades e, na ausência ou omissão destas, as normas internacionais cabíveis.</p> <p>Em todas as intervenções em instalações elétricas devem ser adotadas medidas preventivas de controle do risco elétrico e de outros riscos adicionais, mediante técnicas de análise de risco, de forma a garantir a segurança e a saúde no trabalho.</p> <p>Os estabelecimentos com carga instalada superior a 75 kW devem constituir e manter o Prontuário de Instalações Elétricas, contendo, no mínimo:</p> <p>Conjunto de procedimentos e instruções técnicas e administrativas de segurança e saúde e descrição das medidas de controle existentes;</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a) Documentação das inspeções e medições do sistema de proteção contra descargas atmosféricas e aterramentos elétricos;</li><li>b) Especificação dos equipamentos de proteção coletiva e individual e o ferramental, aplicáveis conforme determina esta NR;</li><li>c) Documentação comprobatória da qualificação, habilitação, capacitação, autorização dos trabalhadores e dos treinamentos realizados;</li><li>d) Resultados dos testes de isolamento elétrica realizados em equipamentos de proteção individual e coletiva;</li><li>e) Certificações dos equipamentos e materiais elétricos em áreas classificadas;</li><li>f) Relatório técnico das inspeções atualizadas com recomendações e cronogramas de adequações.</li></ul>
-------	---

Fonte: BRASIL, 1978f.

### Quadro 5 - Medidas de proteção individual, coletivas e segurança em projetos

<b>As empresas que operam em instalações ou equipamentos integrantes do sistema elétrico de potência devem acrescentar ao prontuário os documentos a seguir listados:</b>	
Medidas de Proteção Coletiva:	Contém a descrição dos procedimentos emergências e certificações dos equipamentos de proteção coletiva e individual. Em todos os serviços executados em instalações elétricas devem ser previstas e adotadas, medidas de proteção coletiva aplicáveis, seguindo procedimentos específicos e conforme as atividades a serem desenvolvidas, de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores. As medidas de proteção coletiva compreendem, a desenergização elétrica e, na sua impossibilidade, o emprego de tensão de segurança. Na impossibilidade de implementação do estabelecido no subitem anterior, devem ser utilizadas outras medidas de proteção coletiva, tais como: isolamento das partes vivas, obstáculos, barreiras, sinalização, sistema de seccionamento automático de alimentação, bloqueio do re-ligamento automático. O aterramento das instalações elétricas deve ser executado conforme regulamentação estabelecida pelos órgãos competentes e, na ausência desta, deve atender às Normas Internacionais vigentes
Medidas de Proteção Individual:	Nos trabalhos em instalações elétricas, quando as medidas de proteção coletiva forem tecnicamente inviáveis ou insuficientes para controlar os riscos, devem ser adotados equipamentos de proteção individual específicos e adequados às atividades desenvolvidas, em atendimento ao disposto na NR 6. As vestimentas de trabalho devem ser adequadas às atividades, devendo contemplar a condutibilidade, inflamabilidade e influências eletromagnéticas. É vedado o uso de adornos pessoais nos trabalhos com instalações elétricas ou em suas proximidades.
Segurança em Projeto:	É obrigatório que os projetos de instalações elétricas especifiquem dispositivos de desligamento de circuitos que possuam recursos para impedimento de re-energização, com sinalização de advertência, indicando condição operativa. Todo projeto deve prever condições para a adoção de aterramento temporário.

**Fonte: BRASIL,1978f.**

## **4 CONSTRUÇÃO DA OFICINA DE SEGURANÇA EM ELETRICIDADE**

### **4.1 Metodologia**

Fiz o levantamento de informações sobre as oficinas pedagógicas e as diversas formas de aplicação em todos os segmentos de ensino para a escolha da melhor forma para trabalhar o tema proposto e apresentado.

Através da pesquisa bibliográfica, obtive os materiais didáticos para apresentação das palestras técnicas e materiais educativos disponibilizados através da mídia em sites de concessionárias de geração, transmissão e distribuição de energia, fabricantes de equipamentos elétricos e prestadores de serviço que atuam nesta área, fabricantes e fornecedores de equipamentos de proteção individuais e coletivos e foi necessária uma seleção dos que mais se aplicavam ao contexto.

Sobre a legislação e normas técnicas regulamentadoras, obtive os materiais necessários em órgãos públicos de regulamentação, entidades e associações representativas das empresas da área de energia.

#### **4.1.1 Organização da oficina**

Toda oficina foi realizada em três etapas, sendo cada uma delas em datas distintas, em função da duração de cada palestra e da última atividade ter sido uma visita técnica, como atividade prática.

Cada oficina contou de uma palestra, montada para apresentação com duração máxima de 60 minutos, incluindo o espaço para debate e discussão, ao final da apresentação.

#### **4.1.2 Apresentação da oficina**

Participaram da oficina de segurança em eletricidade os alunos dos cursos técnicos em: Eletrônica, Telecomunicações e Segurança do Trabalho, da Fundação para o Trabalho de Minas Gerais (UTRAMIG).

Inicialmente, solicitamos aos participantes que respondessem ao questionário sobre conhecimentos prévios, como forma de mensurar o conhecimento dos alunos antes da participação na oficina.

Na primeira palestra foram apresentados os conceitos de oficinas pedagógicas e uma introdução a eletricidade.

Na segunda palestra foi apresentada a segurança em eletricidade, abordando e enfocando as diferenças em relação a proteção elétrica.

Na terceira palestra foram apresentados os riscos do choque elétrico, os efeitos fisiológicos, suas consequências e os primeiros socorros à serem aplicados as vítimas.

Na quarta palestra foram apresentadas as normas técnicas regulamentadoras, a legislação vigente e os equipamentos de proteção individuais e coletivos utilizados em baixa tensão.

Completando as atividades da oficina pedagógica de segurança em eletricidade, como atividade prática, foi feita uma visita técnica ao centro de treinamento e formação da Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG) Universidade Corporativa de Cemig (UNIVERCEMIG), em Sete Lagoas-MG.

Após a realização desta visita técnica, solicitamos aos participantes que respondessem ao questionário sobre conhecimentos adquiridos, finalizando a oficina.

## **4.2 Material necessário**

Além dos materiais obtidos através da pesquisa bibliográfica, utilizei os materiais educativos disponibilizados através da mídia, tais como:

- a) Eletrodicas Cemig: Eletricidade com Segurança, para ler e colorir;
- b) Um mundo com água e energia - Cemig;
- c) Segurança na Construção Campanha externa de prevenção de acidentes com a população (CEPAP);
- d) Um Mundo com água e Energia - Cemig;
- e) Energia Elétrica com Segurança - Fundamental II e ensino médio Cemig;
- f) Energia Elétrica em Tudo - Fundamental I Cemig.

### 4.3 Duração

- a) Apresentação da oficina: 20 minutos;
- b) Palestras Técnicas: 240 minutos;
- c) Visitação Técnica: 240 minutos;

### 4.4 Elaboração dos questionários

Não existe uma metodologia padrão para o projeto de questionários, porém existem recomendações de diversos autores com relação a essa importante tarefa no processo de pesquisa científica:

Devem ter instruções claras que permitam o entendimento para o respondente e para o pesquisador.

O formato das respostas deve ser adequado ao objetivo da pesquisa.

Devido ao conteúdo das oficinas ser muito técnico e com conceitos claros e muito bem definidos, optei por respostas em múltipla escolha com alternativas dicotômicas.

Segundo Mattar (1994), as principais vantagens das questões dicotômicas são:

- a) Rapidez e facilidade de aplicação;
- b) processo e análise;
- c) facilidade e rapidez no ato de responder;
- d) menor risco de parcialidade do entrevistador; e
- e) pouca possibilidade de erros.

Como desvantagens, a ordem na qual as perguntas são apresentadas pode ser crucial para o sucesso da pesquisa.

Outros autores como Parasuraman (1991), definem um questionário como sendo tão somente um conjunto de questões, feito para gerar os dados necessários para se atingir os objetivos do projeto.

O mesmo autor afirma também que construir questionários não é uma tarefa fácil e que aplicar tempo e esforço adequados para a construção do questionário é uma necessidade, um fator de diferenciação favorável. (PARASURAMAN, 1991).

Para Chagas (2009), procura-se discutir a construção de um questionário apresentando uma sugestão de tarefas e cuidados a serem tomados, dentro de uma sequência lógica, objetivando que esse instrumento de coleta de dados tenha eficácia para a finalidade a que se destina.

Este mesmo autor, recomenda que: deve-se utilizar de uma sequência lógica para que a coleta de dados atinja o objetivo que se destina que é conseguir que ficássemos participantes não fiquem constrangidos por não dominarem em parte ou no todo o assunto abordado e ao mesmo tempo, tenham sinceridade nas respostas fornecidas.

## 5 RESULTADOS

Como resultado da aplicação do questionário sobre conhecimentos prévios, observei que todos os alunos (24) responderam todas as questões de múltipla escolha e apenas 2 responderam a questão aberta número 10, que solicita aos alunos que exemplifiquem o conhecimento prévio sobre os temas abordados.

**Quadro 6 - Resultado da aplicação do questionário sobre conhecimentos prévios**

<b>Tema: Segurança em Eletricidade, Proteção elétrica, Riscos do choque elétrico, efeitos fisiológicos e consequências, Legislação, Normas técnicas regulamentadoras e Equipamentos de proteção individuais e Coletivos.</b>					
	Resultado da aplicação do questionário sobre conhecimentos prévios	Sim	%	Não	%
1	Você já participou de algum treinamento ou palestra sobre atividades em eletricidade?	6	25	18	75
2	Você sabe diferenciar eletricidade em baixa, média e alta tensão?	9	37,5	15	62,5
3	Você conhece os cuidados, riscos e consequências das atividades com eletricidade?	15	62,5	9	37,5
4	Você conhece as normas técnicas regulamentadoras para atividades com eletricidade?	14	58,3	10	41,7
5	Você sabe diferenciar Segurança em eletricidade de proteção elétrica?	6	25	18	75
6	Você conhece ou já utilizou algum Equipamento de proteção individual ou coletivo?	15	62,5	9	37,5
7	Você conhece a legislação que rege as atividades em eletricidade?	8	33,3	6	66,7
8	Você conhece os efeitos da eletricidade no corpo humano?	15	62,5	9	37,5
9	Você já participou de visitas técnicas a usinas hidrelétricas ou subestações de energia ou Centro de formação e treinamento?	1	4,16	23	95,8
10	Descreva em poucas palavras seu conhecimento em Segurança em eletricidade, Proteção elétrica, riscos do choque elétrico, efeitos fisiológicos e consequências, primeiros socorros, legislação, normas técnicas regulamentadoras, Equipamentos de proteção individuais e coletivos.				

Fonte: Resultado da pesquisa.

**Quadro 7 - Resultado da questão aberta número 10 do questionário de conhecimentos prévios**

Aluno	
1	<p>Em relação à proteção elétrica, podemos chamar a atenção para os equipamentos de proteção individuais, que são de uso obrigatório para todos que trabalham com eletricidade devido ao risco de acidentes. Para executar trabalhos em eletricidade:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Deverá ser feito o treinamento em NR 10;</li> <li>b) Usar equipamentos de proteção individuais como: botinas de borracha, capacete, luvas isolantes, conforme a tensão de trabalho;</li> <li>c) Conhecer os procedimentos de segurança da área de trabalho;</li> <li>d) A proteção elétrica visa proteger as instalações, equipamentos. Pode ser disjuntores, fusíveis, disjuntores diferenciais.</li> <li>e) O disjuntor protege contra sobrecargas e curto;</li> <li>f) O fusível protege contra curto-circuito;</li> <li>g) O disjuntor diferencial protege contra fuga de corrente para a terra.</li> </ul>
2	<p>A corrente elétrica próxima de 500 mA, passando pelo coração, pode matar um ser humano. Consequências do choque elétrico: parada cardíaca dependendo do nível de tensão podendo provocar queimaduras e morte imediata.</p> <p>Primeiros socorros:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) desligar ação geradora;</li> <li>b) isolar a pessoa atingida da área de contato. Caso for parada cardíaca, realizar massagem e respiração boca a boca e acionar a emergência.</li> </ul>

Fonte: Resultado da pesquisa.

**Quadro 8 - Resultado da aplicação do questionário sobre conhecimentos adquiridos**

Tema: Segurança em Eletricidade, Proteção elétrica, Riscos do choque elétrico, efeitos fisiológicos e consequências, Legislação, Normas técnicas regulamentadoras e Equipamentos de proteção individual e Coletivos.

Após sua participação nas oficinas, palestras, visita técnica, você aprendeu:	Sim	%%	Não	%%	
11	Diferenciar Segurança em eletricidade de proteção elétrica?	117	777	55	223
22	Diferenciar eletricidade em baixa, média e alta tensão?	220	991	22	99
33	Os cuidados, riscos e consequências envolvidos nas atividades com eletricidade?	222	1100	00	00
44	Como é importante o treinamento obrigatório ministrado para pessoas que atuam diretamente com eletricidade como pré-requisito para sua habilitação?	222	1100	00	00
55	Como é importante a reciclagem deste treinamento periodicamente, visando a segurança do trabalhador?	221	995,4	11	44,6
66	A importância da exigência por parte da legislação do cumprimento das normas técnicas para elaboração, aprovação e execução de projetos em eletricidade?	222	1100	00	00

77	Como é importante a obrigatoriedade do fornecimento por parte das empresas dos equipamentos de proteção individual e coletivos e sua utilização pelos empregados que atuam nas atividades com eletricidade, sob a pena de punição?	222	1100	00	00
88	Como é importante a atuação do técnico ou Engenheiro de segurança do trabalho na fiscalização das atividades com eletricidade, garantindo a utilização dos Equipamentos de proteção individuais e coletivos e o cumprimento das normas técnicas regulamentadoras, visando a segurança do trabalhador?	222	1100	00	00
99	Como é importante as campanhas veiculadas através da mídia sobre segurança em eletricidade, patrocinado pelas concessionárias de energia elétrica para a população em geral?	222	1100	00	00
110	Descreva em poucas palavras seu conhecimento em Segurança em eletricidade, Proteção elétrica, riscos do choque elétrico, efeitos fisiológicos, consequências, primeiros socorros, legislação, normas regulamentadoras, Equipamentos de proteção individual e coletivos.				

Fonte: Resultado da pesquisa.

Como resultado da aplicação do questionário sobre conhecimentos adquiridos, foi unânime a afirmação de que após a participação na oficina com as palestras técnicas e a visita técnica ao centro de treinamento da Cemig em Sete Lagoas, como atividade prática; que adquiriram o conhecimento dos temas abordados e com isto, todos responderam a questão número 10, dissertando sobre os 9 itens de múltipla escolha, com comentários e sugestões diversas.

Em função da dinâmica de uma escola, tivemos alunos que participaram da primeira palestra, não puderam participar da segunda e vice-versa. Vinte quatro (24 alunos), participaram da visita técnica.

Para os alunos que participaram somente da segunda palestra e que responderam o questionário com conhecimentos adquiridos, tivemos algumas respostas negando a absorção de alguns conteúdos ministrados na primeira palestra.

#### **Quadro 9 - Respostas da questão aberta número 10 do questionário com conhecimentos adquiridos**

Aluno	Resposta
1	O choque elétrico pode levar à morte. Não devemos executar serviços sem as devidas proteções e conhecimento técnico.
2	Sistemas de distribuição elétrica, pontos de segurança nas atividades envolvendo eletricidade, requisitos de segurança e habilitação para quem trabalha com eletricidade.
3	Foi comentado que na maioria das empresas não estão sendo oferecidos treinamentos para seus operários e quando são oferecidos os treinamentos, são precários. Foi passado também que alguns trabalhadores não estão dando valor para suas vidas; pois, alguns estão preferindo ter um aumento em seu salário devido à periculosidade. Foi comentado que na construção civil é o local onde mais se ocorre acidentes com a eletricidade.
4	Na verdade tenho participado de poucas oficinas e meu conhecimento na área é pouco, mas tenho interesse em me aprofundar no assunto. Acho muito importante ter este conhecimento. Se houver jeito, gostaria de receber o material de estudo a respeito do assunto.
5	Em primeiro lugar, eu aprendi que a eletricidade tanto baixa, média e alta tensão, apresentam os mesmos perigos e que depende de nós técnicos e engenheiros, diretores de empresas e legisladores, atuar de forma abrupta na prevenção, eliminação ou minimizando os riscos ou perigos. O cumprimento das leis e normas depende de todos, mas o conhecimento é a causa de não sermos consumidos pelos acidentes e que a obediência às leis e normas, nos resguarda das potenciais perdas ou danos nos locais de atuação como técnicos.

6	Ninguém será obrigado a fazer alguma coisa se não for a lei. A periculosidade do eletricista veio do movimento classista. Remuneração de 30% do salário base da pessoa.
7	Foram apresentados os equipamentos de segurança na eletricidade. Apresentaram a respeito da CIPA, NR 5, NR 6 , NR 7 que falam sobre PCMSO. Sobre NR 9 PPRA – Programa de prevenção dos riscos ambientais. NR 26 – Padronização de acordo com as cores. Norma Regulamentadora NR 10, que se aplica as fases de geração, transmissão e distribuição, de consumo, incluindo projeto de construção, montagem, operação e mesmo da instalação elétrica.
8	O conhecimento foi bem exposto como por exemplo, não basta que o trabalhador esteja legalmente habilitado. Ele deve conhecer as atividades, o local e ter recebido os devidos treinamentos.
9	O conhecimento adquirido nesta palestra foi importante para que nós, futuros técnicos em segurança do trabalho, possamos contribuir para a segurança das pessoas no trabalho de eletricidade.
10	Em relação à segurança em instalações e serviços em eletricidade, dada pela NR 10, posso dizer que é extremamente importante os cuidados que devem ser tomados ao trabalhador com fontes energizadas, seja ela de baixa, média e alta tensão. Para isso, é necessário que o trabalhador tenha pleno conhecimento do perigo que está exposto. De acordo com a NR 10, os serviços em eletricidade só devem ser executados por profissionais legalmente habilitados, tendo consciência dos procedimentos que devem ser seguidos para que execute a tarefa como:
11	Utilização dos Equipamentos de proteção individuais adequadamente; luva, macacão, bota e etc.
12	Utilização dos Equipamentos de proteção coletivos, adequadamente: bastão para verificação de rede desenergizadas, sinalização e etc.
13	As normas técnicas abordadas na palestra foram de grande proveito ;pois, esclareceram algumas dúvidas com relação as empresas e ao trabalhador e sua proteção individual , tendo em vista que as empresas por si só, não tem muita preocupação com a saúde do trabalhador. Com o esclarecimento obtido na palestra, fica claro que o único que deve prezar pela segurança pessoal somos nós mesmos, afinal não queremos sofrer nenhum dano físico.
14	O choque elétrico não tem cor e nem cheiro, por isto, muitos não sabem onde esta o perigo. Após as oficinas, teremos outra visão a respeito dos perigos e condutas com respeito à eletricidade. As oficinas deveriam existir com mais frequência, uma vez que somos muito desinformados (sem bagagem) e após as oficinas, tomamos consciência dos riscos e cuidados que devemos tomar. obs. Foi muito proveitoso.

15	Apreendi sobre a importância e o cuidado que deve ser tomado quando se trata da interação com a eletricidade. Algo que achei bem interessante foi a ligação biológica e química com a eletricidade contida no organismo humano. Achei as palestras muito interessantes. Comentários: Medicina que utiliza a corrente para a cura de doenças de coordenação física e mental. Polarização e despolarização das células humanas.
----	---

**Fonte: Resultado da pesquisa.**

As respostas à questão aberta número 10 do questionário com conhecimentos adquiridos (Quadro 9), demonstram a absorção dos conteúdos ministrados nas palestras técnicas, nas discussões e debates promovidos no final de cada uma das palestras e também nas atividades realizadas na visita técnica ao centro de treinamento e formação da Cemig, em Sete Lagoas – MG. Para os alunos dos cursos técnicos em eletrônica e telecomunicações, os conteúdos apresentados nas palestras técnicas em legislação, normas técnicas regulamentadoras, equipamentos de proteção individual e coletivos, efeitos fisiológicos do choque elétrico e primeiros socorros, complementaram a ementa do curso; pois, não fazem parte da grade curricular e despertaram um grande interesse, visto através de discussões e debates.

O mesmo ocorreu com os alunos do curso técnico em segurança do trabalho, onde os itens: eletricidade, segurança em eletricidade e proteção elétrica, riscos do choque elétrico, efeitos fisiológicos, consequências e primeiros socorros, também complementaram a ementa do curso, despertaram grande interesse, comprovados nas discussões e debates realizados ao final de cada palestra ministrada.

## 6 CONCLUSÃO

Destaquei a importância e a necessidade de buscarmos sempre formas alternativas para trabalharmos conteúdos que requerem muito conhecimento técnico e específico e a segurança em eletricidade por ser um conteúdo complexo, foi um excelente tema trabalhado com palestras técnicas, ministradas por especialistas e vivenciado através de uma experiência prática, na visita técnica realizada no centro de treinamento e formação da CEMIG em Sete Lagoas - MG.

A oficina pedagógica trouxe excelentes resultados e uma motivação maior por parte dos alunos que participaram; não só assistindo passivamente, mas atuando nas discussões e debates ao final de cada palestra apresentada, e na visita técnica em campo.

Nas palestras apresentadas, mostrei que as ações ou interferências nas instalações elétricas, faz-se sempre necessário a aplicação de medidas preventivas de controle do risco elétrico de outros riscos adicionais.

Destaquei que a análise de risco como método sistemático de exame e avaliação de todas as etapas e elementos de trabalho, procura desenvolver e racionalizar toda a sequência de operações que o trabalhador executará; visando identificar os riscos potenciais de acidentes físicos e materiais e previamente, corrigir os problemas operacionais, para implementar de maneira correta a execução do trabalho com segurança.

Esclareci que, é uma ferramenta para o exame crítico das atividades buscando prever os eventos indesejáveis e possíveis ocorrências de acidentes, para a adoção de medidas preventivas de segurança e de saúde do trabalhador, do usuário e de terceiros, do meio ambiente ou até mesmo evitar danos aos equipamentos e interrupção dos processos produtivos.

Enfatizei que toda a análise de risco não pode prescindir de metodologia científica de avaliação e de procedimentos conhecidos, divulgados e praticados na organização e aceitos pelo poder público, órgãos e entidades técnicas.

Para a norma regulamentadora n.10, discuti e esclareci os requisitos e as condições mínimas, para o processo de transformação das condições e trabalhos com energia elétrica, e que seu objetivo principal é tornar estas condições de trabalho mais seguras e salubres.

Ressaltei que o termo “mínimo”, tem a intenção de regulamentar o menor grau de exigibilidade, passível de auditoria e punibilidade, para a aplicação das medidas de controle e dos sistemas preventivos e que, há muito mais a ser estudado, implantado e melhorado.

Alertei para o fato de que esta legislação do Ministério do Trabalho e Emprego, não tem alcance, por falta de amparo legal, para estabelecer regras e exigências em locais ou situações destinadas à segurança de outros cidadãos, não trabalhadores.

Como resultado final, concluí que foi muito satisfatório, tendo em conta que o público alvo são alunos de uma escola técnica, que não são totalmente leigos em relação aos temas apresentados e muito proveitoso em termos de: conhecimentos adquiridos, oportunidade da visualização destes sistemas na visita técnica, troca de informações realizada nos debates e discussões durante toda a oficina.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Atlas de energia elétrica do Brasil**. Brasília: ANEEL, 2002. Disponível em:< [www.aneel.gov.br](http://www.aneel.gov.br)> Acesso em: 14 abr. 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 5410**: instalações elétricas de baixa tensão = Electrical installations of buildings : low voltage. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS DISTRIBUIDORES DE ENERGIA ELÉTRICA - ABRADÉE. Disponível em:< [www.abradee.com.br](http://www.abradee.com.br)> Acesso em: 14 abr. 2014.

ALVES, Juliana Salvador; ROSA, Karen Ramisa; BOFF, Virgínia Ferreira. **Um continente dentro da sala de aula**: percepções e desafios em uma proposta de educação para relações etnicorraciais. 2010.126f. Monografia (TCC)- Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Humanas e da Educação, Florianópolis.

BARONI, Sabrina. **Estudos moleculares em *Gymnotus pantherinus* ymnotiformes, Gimnotidae**: uma abordagem sistemática e filogeográfica. 141f. 2010. Tese (Doutorado)- Universidade de São Paulo - Departamento de Genética e Biologia Evolutiva, São Paulo.

BORDENAV. Juan Díaz; PEREIRA, Adair Martins. **Estratégias de ensino**: aprendizagem. 10. ed. Petrópolis: Ed. Vozes,1988.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora n. 4: serviços especializados em engenharia de segurança e em medicina do trabalho. Portaria GM n.º 3.214, de 08 de junho de 1978 06/07/78. **Diário Oficial da União**, Brasília, 06 jul., 1978a. Disponível em: < [http://portal.mte.gov.br/data/files/FF80808145B269620145D2D2CC874DCC/NR-04%20\(Atualizada%202014\).pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/FF80808145B269620145D2D2CC874DCC/NR-04%20(Atualizada%202014).pdf)> Acesso em: 17 abr. 2014.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora n. 5: Comissão interna de prevenção de acidentes. Portaria GM n.º 3.214, de 08 de junho de 1978 06/07/78. **Diário Oficial da União**, Brasília, 06 jul., 1978b. Disponível em: < [http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C812D311909DC0131678641482340/nr\\_05.pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C812D311909DC0131678641482340/nr_05.pdf) > Acesso em: 17 maio. 2014.

BRASIL.Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora n. 6: Equipamento de Proteção Individual - EPI. Portaria GM n.º 3.214, de 08 de junho de 1978 06/07/78. **Diário Oficial da União**, Brasília, 06 jul., 1978c. Disponível em: < [http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C816A47594D04014767F2933F5800/NR-06%20\(atualizada\)%202014.pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C816A47594D04014767F2933F5800/NR-06%20(atualizada)%202014.pdf)> Acesso em: 17 maio. 2014.

BRASIL.Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora n. 7: Programa de controle médico de saúde ocupacional. Portaria GM n.º 3.214, de 08 de junho de 1978 06/07/78. **Diário Oficial da União**, Brasília, 06 jul., 1978d. Disponível em: <

[http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080814295F16D0142E2E773847819/NR-07%20\(atualizada%202013\).pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080814295F16D0142E2E773847819/NR-07%20(atualizada%202013).pdf)> Acesso em: 17 mar. 2014.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora n.9. Programa de prevenção de riscos ambientais. Portaria GM n.º 3.214, de 08 de junho de 1978 06/07/78. **Diário Oficial da União**, Brasília, 06 jul., 1978e. Disponível em: < [http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C816A47594D040147D1414815672F/NR-09%20\(atualizada%202014\).pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C816A47594D040147D1414815672F/NR-09%20(atualizada%202014).pdf)> Acesso em: 17 mar. 2014.

BRASIL.Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora n. 10: Segurança em instalações e serviços em eletricidade. Portaria SSMT n.º 12, de 06 de junho de 1983 14/06/83.Portaria GM n.º 598, de 07 de dezembro de 2004. **Diário Oficial da União**, Brasília, 06 jul., 1978f. Disponível em: < [http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C816A38CF493C013906EC437E23BF/NR-10%20\(atualizada\).pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C816A38CF493C013906EC437E23BF/NR-10%20(atualizada).pdf)> Acesso em: 17 mar. 2014.

BRASIL.Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora n. 26: Sinalização de Segurança. Portaria Portaria GM n.º 3.214, de 08 de junho de 1978. Portaria SIT n.º 229, de 24 de maio de 2011. **Diário Oficial da União**, Brasília, 06 jul., 1978g. Disponível em: < [http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C816A350AC88201355DE1356C0ACC/NR-26%20\(atualizada%202011\).pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C816A350AC88201355DE1356C0ACC/NR-26%20(atualizada%202011).pdf)> Acesso em: 17 mar. 2014.

BRASIL. Lei nº 6.514, de 22 de dezembro de 1977.\_ Altera o Capítulo V do Título II da Consolidação das Leis do Trabalho, relativo a segurança e medicina do trabalho e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 23 dez., 1977. Disponível em: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l6514.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6514.htm)> Acesso em: 17 mar. 2014.

CARVALHO, Elma Júlia Gonçalves. Escolas: **organização e administração**. Paraná: Secretaria da Educação do Paraná - Universidade Estadual de Maringá. 2008.

COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS S.A. Eletrodicas Cemig: Eletricidade com Segurança, para ler e colorir. Disponível em: <[www.cemig.com.br/sites/Imprensa/pt-br/publicacoes/Paginas/cartilhas.aspx](http://www.cemig.com.br/sites/Imprensa/pt-br/publicacoes/Paginas/cartilhas.aspx)>. Acesso em: 17 mar. 2014.

COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS S.A. Energia elétrica com segurança. Fundamental II e ensino médio Cemig. Disponível em:<[www.cemig.com.br/sites/Imprensa/pt-br/publicacoes/Paginas/cartilhas.aspx](http://www.cemig.com.br/sites/Imprensa/pt-br/publicacoes/Paginas/cartilhas.aspx)> Acesso em: 17 mar. 2014.

COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS S.A. Energia Elétrica em Tudo. Fundamental I Cemig. Disponível em: < [www.cemig.com.br/sites/Imprensa/pt-br/publicacoes/Paginas/cartilhas.aspx](http://www.cemig.com.br/sites/Imprensa/pt-br/publicacoes/Paginas/cartilhas.aspx)> Acesso em: 17 mar. 2014.

COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS S.A. Segurança na Construção – CEPAP -Campanha externa de prevenção de acidentes com a população.

Disponível em: <[www.cemig.com.br/pt-br/A\\_Cemig\\_e\\_o\\_Futuro/.../Cepap.aspx](http://www.cemig.com.br/pt-br/A_Cemig_e_o_Futuro/.../Cepap.aspx)>  
Acesso em: 17 mar. 2014.

COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS S.A. Um Mundo com água e Energia. Disponível em: <[www.cemig.com.br/sites/Imprensa/pt-br/publicacoes/Paginas/cartilhas.aspx](http://www.cemig.com.br/sites/Imprensa/pt-br/publicacoes/Paginas/cartilhas.aspx)> Acesso em: 17 mar. 2014.

CHAGAS, Anivaldo Tadeu Roston. O questionário na pesquisa científica. **Administração on line, Prática, Pesquisa, Ensino**. 2009. Disponível em: [http://www.fecap.br/adm\\_online/art11/anival.htm](http://www.fecap.br/adm_online/art11/anival.htm)>. Acesso em: 17 mar. 2014.

CUNHA, Maria Isabel da. **O bom professor e sua prática**. Campinas: Papirus, 1994.

ELIAS, Marisa Del Cioppo. **Pedagogia Freinet: teoria e pratica**. Campinas: Papirus, 1996. (Práxis )

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Dicionário da língua portuguesa**. 2. ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1986.

FLORENCE, Gerson; CALIL, Saide Jorge. Uma nova perspectiva no controle dos riscos da utilização de tecnologia médico-hospitalar. Universidade Estadual de Campinas. **Multiciência: Revista Interdisciplinar dos Centros e Núcleos da Unicamp**, Campinas, out., 2005.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: Saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FUNDACENTRO. Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho. Disponível em: <[www.fundacentro.gov.br](http://www.fundacentro.gov.br)>. Acesso em: 14 maio 2014.

FURLANI, Lucia Maria Teixeira. **Autoridade do professor: meta, mito ou nada disso?** . 2.ed. São Paulo: Cortez: Autores Associados, 1991.

GADOTTI, Moacir. **Boniteza de um sonho: ensinar-e-aprender com sentido**. 1. ed. Curitiba: Positivo, 2003. (Práticas educativas)

GUSSOW. Milton. **Eletricidade básica**. São Paulo. Pearson Makron Books, 1997.

GUYTON, Arthur C.; HALL, John E. **Tratado de fisiologia médica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002.

LIMA JÚNIOR, Edmar Maciel; SERRA, Maria Cristina do Valle. **Tratado de queimaduras**. São Paulo: Atheneu, 2004.

MACIEL, Letícia. Cuidados com o choque elétrico. **Revista Viva Saúde**. 12 maio 2013. Disponível em:< <http://revistavivasaude.uol.com.br/clinica-geral/cuidados-com-o-choque-eletrico/557/>>. Acesso em: 19 maio 2014.

MATTAR, Fauze Najib. **Pesquisa de marketing**. 2 ed. São Paulo: Ed. Atlas, 1994.

MENDES, René. **Patologia do Trabalho**. 2 ed. São Paulo: Editora Atheneu, 2007.

]

METZGER, T. **Blood and volts: Edison, Tesla, and the electric**. Autonomedia, 1996. Disponível em: < [www.teslauniverse.com/nikola-tesla-books-blood-and-volts-edison-tesla-and-the-electric-chair-by-th-Metzger](http://www.teslauniverse.com/nikola-tesla-books-blood-and-volts-edison-tesla-and-the-electric-chair-by-th-Metzger)>. Acesso em: 19 maio 2014.

MILMAN, Jacob; HALKIAS, Christos C. **Eletrônica: dispositivos e circuitos**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1981.

MIRANDA JÚNIOR, Luiz Carlos de et al. **Curso básico de segurança em instalações e serviços em eletricidade: manual de treinamento - CPNSP**. Comissão tripartite permanente de negociação do setor elétrico de São Paulo, 2004-2005. Disponível em: < [www.cpfl.com.br](http://www.cpfl.com.br)> Acesso em: 19 maio 2014.

MUTSCHELE, Marly Santos; GONSALES FILHO, Jose. **Oficinas pedagógicas: a arte e a magia do fazer na escola**. São Paulo: Ed. Loyola, 1994.

PEREIRA, Joaquim Gomes; SOUSA, João José Barrico de. **Manual de auxílio na interpretação e aplicação da NR10 comentada**. 15 mar. 2011. Disponível em: < <http://pt.scribd.com/doc/197044523/Manual-de-Auxilio-na-Interpretacao-e-Applicacao-da-NR-10-Ministerio-do-Trabalho-e-Emprego>. > Acesso em: 17 mar. 2014.

PARASURAMAN, A. **Marketing research**. 2. ed. Reading: Addison-Wesley, 1991.

PAVIANI, Neires Maria Soldatelli; FONTANA, Niura Maria. Oficinas pedagógicas: relato de uma experiência. **Conjectura**, Caxias do Sul, RS , v.14, n.2, p., maio 2009.

RAMAZZINI, B. **As doenças dos trabalhadores**. Tradução de Raimundo Estrela. 2. ed. S. Paulo: Fundacentro. 1999.

ROSSINI, Maria Augusta Sanches. **Aprender tem que ser gostoso**. Petrópolis. Vozes, 2003.

SANTOS, Edméa; ALVES, Lynn (Org.). **Práticas pedagógicas e tecnologias digitais**. Rio de Janeiro: e-papers, 2006.

SILVA, Cibelle Celestino; PIMENTEL, Ana Carolina. Uma análise da história da eletricidade presente em livros didáticos: o caso de Benjamin Franklin. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, SC, v.25, n.1 , p. 141-159, abr. 2008.

VIEIRA, Elaine; VOLQUIND, Léa. **Oficinas de ensino: o quê? por quê? como?**. 3. ed. Porto Alegre: Ed. PUCRS, 2002.

VILLATE, Jaime E. **Física 2: Eletricidade e magnetismo**. Stanford, Califórnia Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Creative Commons, 2011.

## **APÊNDICE A: Apresentação de detalhes das palestras e visita técnica realizada pelos alunos**

Palestra institucional apresentada pelo Eng. José Carlos, no auditório do centro de treinamento e formação da CEMIG - UNIVERCEMIG em Sete Lagoas, apresentando a Instituição Cemig, sua área de atuação, sua missão e o centro de treinamento para seleção e formação de mão de obra diretamente contratada pela empresa e pelos prestadores de serviços terceirizados.

### **Fotografia 1 - Palestra no auditório UNIVERCEMIG**



Fonte: Foto do autor

Apresentação de subestações utilizadas para instrução e treinamento.  
(Fotografia 2 e 3)

**Fotografia 2 - Subestação no centro de treinamento UNIVERCEMIG**



Fonte: Foto do autor

**Fotografia 3 - Subestação no centro de treinamento UNIVERCEMIG**



Fonte: Foto do autor

Redes aéreas no nível solo, utilizadas para treinamento, desenergizadas e sem utilização de escadas e cintos de segurança. (Fotografia 4)

**Fotografia 4 - Redes aéreas de energia no nível solo**



Fonte: Foto do autor

Redes aéreas, utilizadas para treinamento, desenergizadas e com utilização de escadas e cintos de segurança. (Fotografia 5)

**Fotografia 5 - Redes aéreas de energia desenergizadas**



Fonte: Foto do autor

Redes aéreas, utilizadas para treinamento, energizadas e com utilização de escadas e cintos de segurança. (Fotografia 6)

**Fotografia 6 - Redes aéreas de energia energizadas**



Fonte: Foto do autor

Padrões de energia utilizados para treinamentos da confecção do cabeamento e chicotes. (Fotografia 7)

**Fotografia 7 - Padrões de energia**



Fonte: Foto do autor

Equipamentos utilizados em Redes subterrâneas, com proteção especial para serem utilizados submersos. (Fotografia 8)

**Fotografia 8 - Equipamentos para redes subterrâneas de energia**



Fonte: Foto do autor

Com redução dos acidentes com eletricidade, o percentual de acidentes com veículos se destacou e para o treinamento em casos de capotagem, foi adquirido o sistema com veículo girando 360 graus. (Fotografia 9)

**Fotografia 9 - Treinamento para acidentes com capotagem do veículo**



Fonte: Foto do autor

## **APÊNDICE B : Apresentação de detalhes das palestras proferidas durante a oficina**

Palestra em Oficinas Pedagógicas, Introdução a Eletricidade, Segurança em Eletricidade e Proteção Elétrica apresentada no auditório da Utramig pelo Professor e Engenheiro eletricista José Geraldo. (Fotografia 1)

### **Fotografia 1 - Palestra em oficinas pedagógicas, introdução a eletricidade, segurança em eletricidade e proteção elétrica**



Fonte: Foto do autor

Palestra em Riscos do Choque Elétrico, Efeitos Fisiológicos, Consequências e Primeiros Socorros, apresentada no auditório da Utramig pela Dra. Flavia Azevedo Cardoso Pacheco - Médica Especialista em Medicina do Trabalho. (Fotografia 2)

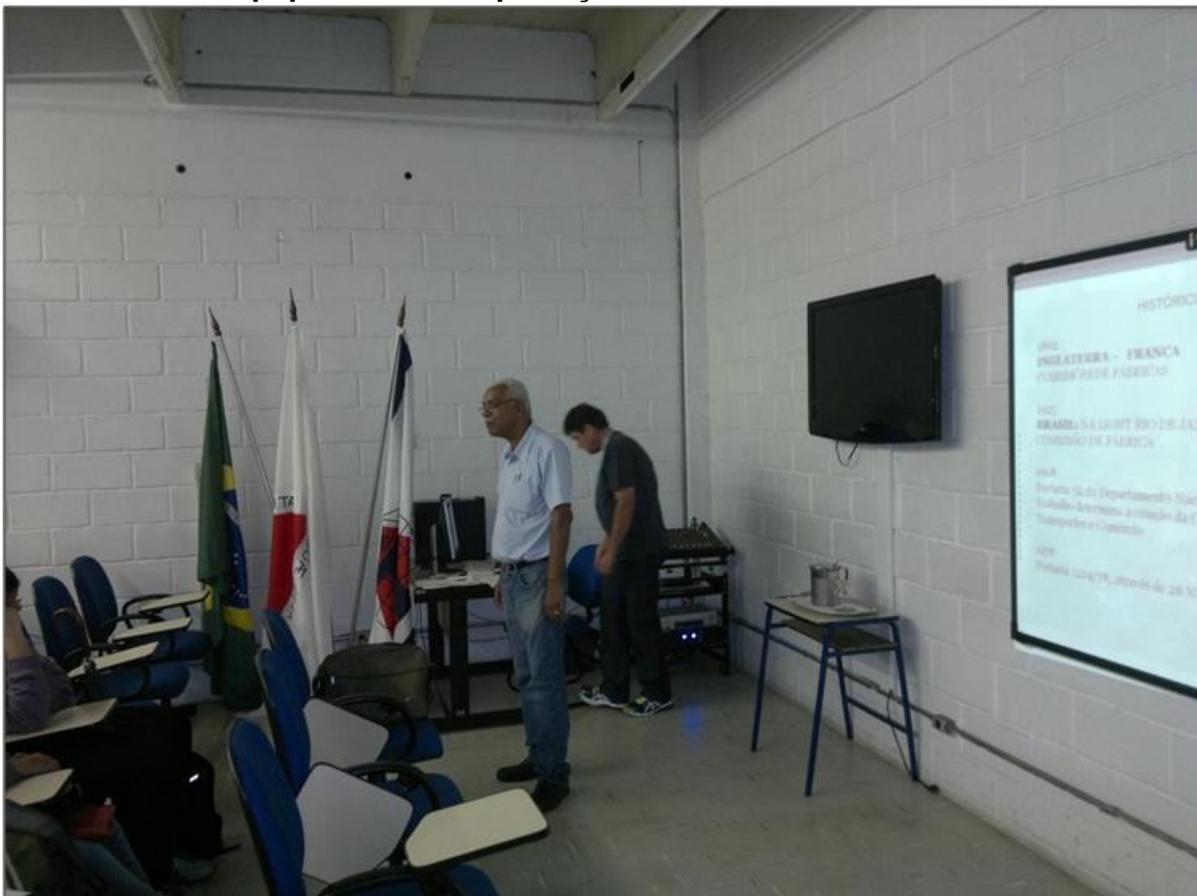
**Fotografia 2 - Palestra riscos do choque elétrico, efeitos fisiológicos, consequências e primeiros socorros**



**Fonte: Foto do autor**

Palestra em Legislação, Normas técnicas Regulamentadora, Equipamentos de Proteção Individuais e Coletivos, apresentada no auditório da Utramig pelo Professor Pedro Zacarias, especialista em Segurança do Trabalho. (Fotografia 3)

**Fotografia 3 - Palestra sobre legislação, normas técnicas regulamentadora, equipamentos de proteção individuais e coletivos**



Fonte: Foto do autor

Foto dos alunos dos cursos de eletrônica, Telecomunicações e Segurança do trabalho; participantes das palestras, no auditório da Utramig. (Fotografias 4 e 5 )

**Fotografia 4 - Auditório UTRAMIG com alunos participantes das Palestras sobre legislação, normas técnicas regulamentadoras, equipamentos de proteção individuais e coletivos**



Fonte: Foto do autor

**Fotografia 5 - Auditório UTRAMIG com alunos participantes das palestras sobre os riscos do choque elétrico, efeitos fisiológicos, consequências e primeiros socorros**



Fonte: Foto do autor

**APÊNDICE C - Roteiro para aplicação da oficina de segurança em eletricidade**

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS**

José Geraldo Lemos Cardoso

**ROTEIRO PARA APLICAÇÃO DA OFICINA DE SEGURANÇA EM  
ELETRICIDADE**

Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática

Área de concentração: Biologia

Orientadora: Profa. Dra. Cláudia de Vilhena Schayer Sabino

Belo Horizonte, 17 de junho de 2014

## ROTEIRO PARA APLICAÇÃO DA OFICINA DE SEGURANÇA EM ELETRICIDADE

Como professor de disciplinas nos cursos técnicos em eletrônica, telecomunicações e segurança do trabalho, na Fundação de Educação para o Trabalho de Minas Gerais - UTRAMIG, tenho observado a carência dos alunos de um maior aprofundamento dos conhecimentos dos riscos que envolvem a atividade com eletricidade, dos fatores que potencializam o choque elétrico, da diferença e tolerância do choque elétrico em corrente contínua e alternada, dos limiares de tensões e correntes, dos efeitos fisiológicos e as consequências para o organismo humano, da legislação e normas técnicas regulamentadoras, dos equipamentos de proteção individuais e coletivos e os primeiros socorros, como forma de prevenção.

Como futuros profissionais, eles atuarão direta ou indiretamente em empresas prestadoras de serviços, trabalhando com equipamentos energizados ou energizando os mesmos.

Muitas vezes nos deparamos no ambiente de trabalho com redes elétricas mal planejadas, executadas ou mantidas, oferecendo risco aos trabalhadores que atuam neste ambiente.

Existem casos onde o projeto inicial foi elaborado e executado corretamente, mas com o passar do tempo, houve a necessidade de expansões, modificações e ampliações e o planejamento e a execução não foram feitos adequadamente, passando a apresentar riscos de acidentes.

O conhecimento das medidas de prevenção e dos cuidados à serem tomados e a utilização dos equipamentos de prevenção individuais e coletivos, são essenciais para evitar acidentes com eletricidade, minimizando o risco para os trabalhadores que atuam diretamente ou indiretamente com a eletricidade.

Uma das formas para apresentação deste conteúdo, visando despertar um maior interesse e aumentando o fator motivacional, foi a criação de uma oficina pedagógica abrangendo todo o tema.

Em função da quantidade de informações do tema e o grau de especialização, subdividi o conteúdo em quatro palestras e escolhi como atividade prática, uma visita técnica ao centro de formação e treinamento da CEMIG, em Sete Lagoas - MG.

Antes de iniciarmos as palestras, expliquei como foi planejada a oficina de segurança em eletricidade, seu objetivo e que seria aplicado um questionário como forma de mensuração dos conhecimentos prévios, e ao final, foi aplicado outro questionário para avaliação dos conhecimentos adquiridos.

- Materiais utilizados nas palestras

Primeira palestra: Oficinas pedagógicas e introdução à eletricidade

Oficinas Pedagógicas

Na primeira palestra, Iniciei com uma apresentação sobre oficinas pedagógicas: o que são, como fazer, áreas de aplicação; em função do público alvo ser uma escola técnica, onde a maioria dos professores são muito especializados e oriundos de área técnica de empresas públicas e privadas.

### Slide 1

**OFICINAS PEDAGÓGICAS**

As oficinas pedagógicas são espaços de reflexão e aprendizagem sobre a prática pedagógica, onde os alunos terão a oportunidade de desenvolver competências e habilidades para atuar na sua vida profissional.

São modalidades de ação que promovem a investigação, produção e utilização de materiais pedagógicos, como recursos indispensáveis ao enriquecimento do processo de ensino aprendizagem, combinando o trabalho individual com as tarefas socializadas sempre buscando a unidade entre teoria e prática permitindo aos alunos desenvolver projetos nos diversos campos da educação.

*“Ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção”. Paulo Freire*

Fonte: Elaborado pelo autor

### **Introdução à eletricidade:**

Em continuidade à primeira palestra, apresentamos uma introdução à eletricidade, enfocando principalmente, o fato de não ser uma invenção humana, existente e que atua e interfere no funcionamento de todos os seres vivos, plantas, animais e toda natureza.

## Slide 2

### INTRODUÇÃO À ELETRICIDADE

#### FENÔMENOS ELÉTRICOS NATURAIS

A eletricidade não é uma invenção humana, e pode ser observada de variadas formas na natureza, sendo o raio talvez uma das mais contundentes manifestações.

Muitas interações que nos são familiares em nível macroscópico tais como o toque, a fricção ou as reações químicas, são devidas a interações elétricas que se dão em nível microscópico. Supõe-se que o campo magnético terrestre tenha sua origem em um dínamo natural que implica correntes circulantes em regiões mais internas do planeta.

Fonte: Elaborado pelo autor

## Slide 3

Alguns espécimes, tais como os tubarões, são capazes de detectar e responder a estímulos elétricos, uma habilidade conhecida como eletropercepção, enquanto outros, ditos eletrogênicos, são capazes de gerar por si só altas tensões, sendo essas usadas tanto para fins predatórios como defensivos.

A ordem Gymnotiformes, da qual a enguia elétrica é o melhor exemplo, detecta e atordoa sua presa através das altas tensões geradas em células musculares modificadas conhecidas como eletrócitos. Todos os animais, sobretudo os dotados de sistema nervoso, transmitem informação ao longo das membranas celulares mediante pulsos de tensão conhecidos como potenciais de ação, os quais são responsáveis entre outras pela função de comunicação, via sistema nervoso, entre os neurônios e os músculos.

Os potenciais de ação são também responsáveis pela coordenação de atividades em certas plantas, como as carnívoras.

Fonte: Elaborado pelo autor

**Slide 4**

A enguia elétrica, *Electrophorus electricus*

**Fonte: Elaborado pelo autor**

**Slide 5**

Plantas funcionam como placas solares mais eficientes que as desenvolvidas até hoje

**Fonte: Elaborado pelo autor**

**Slide 6**

Norte-americanos extraem energia elétrica das plantas  
A equipe descobriu que as folhas aproveitam totalmente os raios do sol  
para gerar eletricidade

**Fonte: Elaborado pelo autor**

**Slide 7**

Os bagres elétricos podem gerar choques de até 350 volts

**Fonte: Elaborado pelo autor**

**Slide 8**

As raias elétricas são capazes de produzir descargas elétricas que variam dos 8 aos 220 volts dependendo da espécie.

**Fonte: Elaborado pelo autor**

**Slide 9**

**Ornitorrinco:** Para caçar ele se guia pela eletricidade que suas presas emitem na água, pois seu bico tem receptores sensoriais que procuram a presa onde quer que ela esteja na água.

**Fonte: Elaborado pelo autor**

**Slide 10**

*Peixe Elefante:* Estes peixes estão equipados com um órgão especial que produz eletricidade, localizado na cauda, que é composto de milhares de células multinucleadas chamadas de “eletroplaques”.

**Fonte: Elaborado pelo autor**

**Slide 11**

Flores usam eletricidade para se comunicar com abelhas

Os sinais elétricos podem significar um nível mais profundo de comunicação com os polinizadores, além das cores vivas e dos odores

**Fonte: Elaborado pelo autor**

**Slide 12**

Polinização e eletrostática

Fonte: Elaborado pelo autor

**Slide 13**

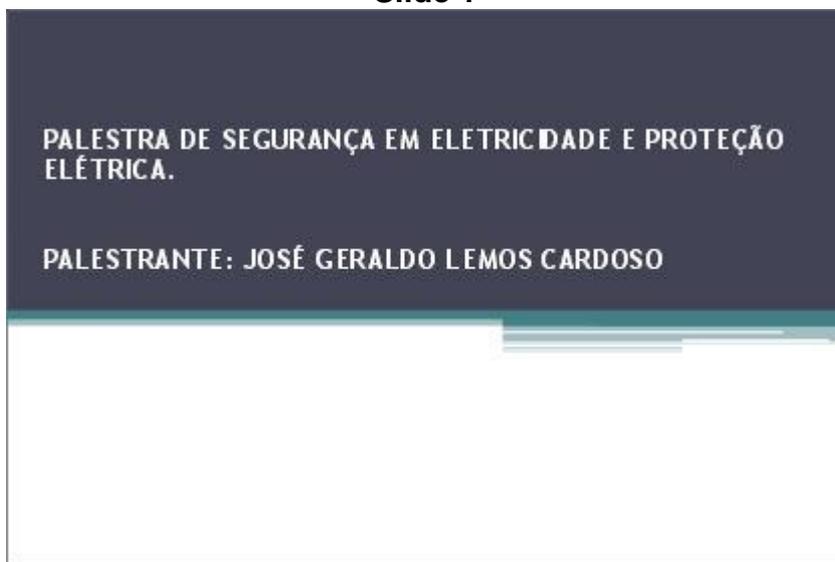
Algas Bioluminescentes

Fonte: Elaborado pelo autor

## Segunda Palestra: Segurança em eletricidade e Proteção elétrica

Finalizando o primeiro ciclo de palestras da oficina de segurança em eletricidade, apresentamos os conteúdos de Segurança em eletricidade e Proteção Elétrica, destacando o objetivo de cada uma delas, o que é comum, suas principais diferenças e aplicações em relação ao ser humano e aos sistemas de geração, transmissão, distribuição e ao consumidor final.

### Slide 1

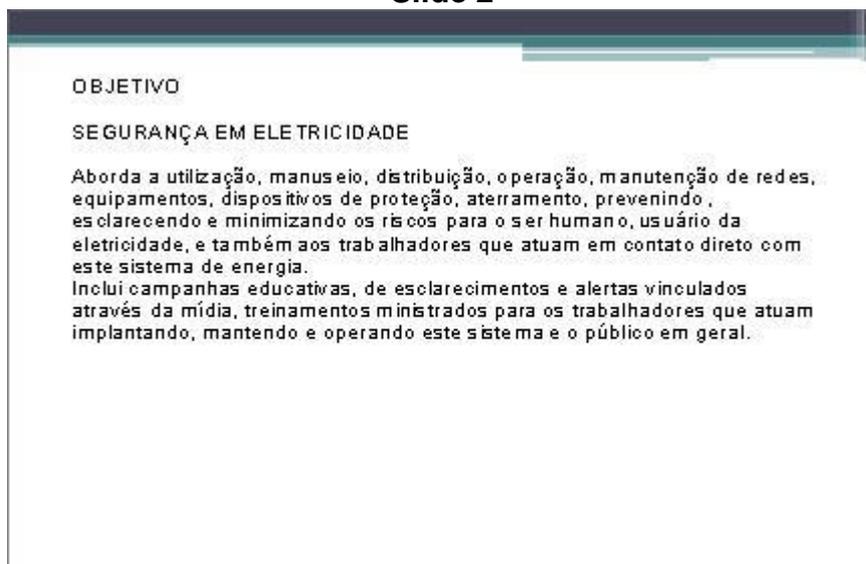


PALESTRA DE SEGURANÇA EM ELETRICIDADE E PROTEÇÃO ELÉTRICA.

PALESTRANTE: JOSÉ GERALDO LEMOS CARDOSO

Fonte: Elaborado pelo autor

### Slide 2



OBJETIVO

SEGURANÇA EM ELETRICIDADE

Aborda a utilização, manuseio, distribuição, operação, manutenção de redes, equipamentos, dispositivos de proteção, aterramento, prevenindo, esclarecendo e minimizando os riscos para o ser humano, usuário da eletricidade, e também aos trabalhadores que atuam em contato direto com este sistema de energia.

Inclui campanhas educativas, de esclarecimentos e alertas vinculados através da mídia, treinamentos ministrados para os trabalhadores que atuam implantando, mantendo e operando este sistema e o público em geral.

Fonte: Elaborado pelo autor

### Slide 3

#### PROTEÇÃO ELÉTRICA

Engloba os dispositivos de proteção para as Redes de distribuição e para os Equipamentos interligados diretamente a ela. Os Equipamentos e Dispositivos de Proteção e Aterramento, atuam diretamente nos equipamentos interligados às redes de distribuição de energia. Seu foco principal é evitar falhas no sistema, queima de equipamentos, interrupções e blecautes.

Fonte: Elaborado pelo autor

### Slide 4

#### REQUISITOS NECESSÁRIO PARA OS PROFISSIONAIS ESPECIALIZADOS

- Formação técnica específica;
- Curso de Qualificação em Instalações e Serviço em Eletricidade – NR 10;
- Treinamentos especializados fornecidos pelas empresas concessionárias e prestadoras de serviço;
- Reciclagem periódica destes treinamentos.

Fonte: Elaborado pelo autor

## Slide 5

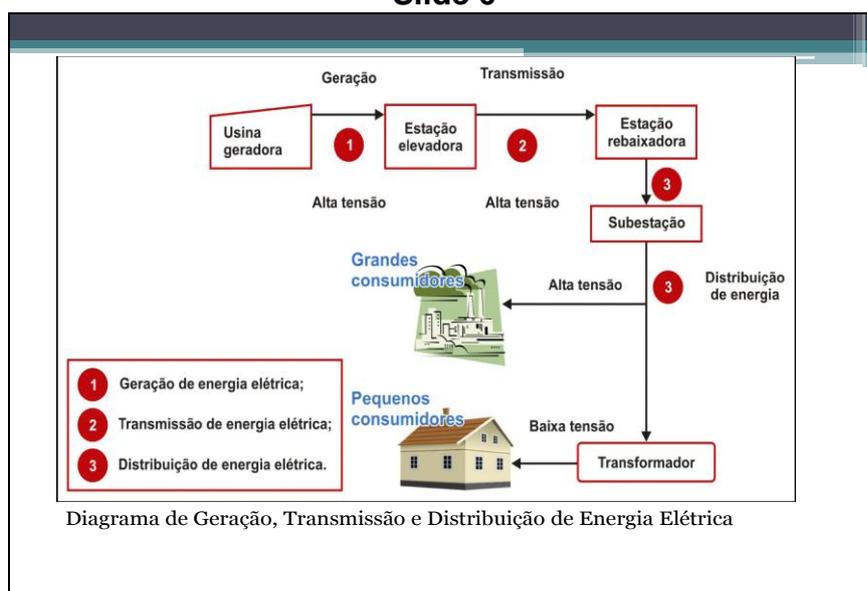
PARA USUÁRIOS RESIDENCIAIS, COMERCIAIS E TRABALHADORES EM GERAL

Recomenda-se prevenção através de :

- Campanhas preventivas e educativas vinculadas a mídia;
- Cartilhas educativas disponibilizadas pelas concessionárias distribuidoras de energia e prestadoras de serviço nesta área;
- Vídeos, treinamentos e palestras disponibilizados através da internet;
- Materiais de treinamento especializados ;

Fonte: Elaborado pelo autor

## Slide 6



Fonte: Elaborado pelo autor

**Slide 7****GERAÇÃO, DISTRIBUIÇÃO E TRANSMISSÃO DA ENERGIA ELÉTRICA**

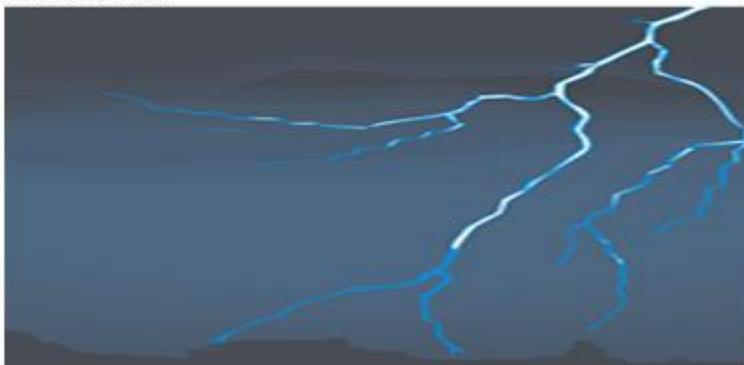
No Brasil a geração de energia elétrica é 80% produzida a partir de hidrelétricas, 11% por termoeletricas e o restante por outros processos. A partir da usina a energia é transformada, em subestações elétricas, e elevada a níveis de tensão (69/88/138/240/440 kV) e transportada em corrente alternada (60 Hertz) através de cabos elétricos, até as subestações rebaixadoras, delimitando a fase de Transmissão .

Já na fase de Distribuição (11,9 / 13,8 / 23 kV), nas proximidades dos centros de consumo, a energia elétrica é tratada nas subestações, com seu nível de tensão rebaixado e sua qualidade controlada, sendo transportada por redes elétricas aéreas ou subterrâneas, constituídas por estruturas (postes, torres, dutos subterrâneos e seus acessórios), cabos elétricos e transformadores para novos rebaixamentos (110/127/220/380 V), e finalmente entregue aos clientes industriais, comerciais, de serviços e residenciais em níveis de tensão variáveis, de acordo com a capacidade de consumo instalada de cada cliente.

Fonte: Elaborado pelo autor

**Slide 8****DESCARGAS ATMOSFÉRICAS**

Raios podem incidir diretamente ou indiretamente com a pessoa, gerando tensão de passo e tensão de toque, causando queimaduras graves e até morte imediata.



Fonte: Elaborado pelo autor

## Slide 9

### **SPDA (SISTEMA DE PROTEÇÃO DE DESCARGAS ATMOSFÉRICAS)**

O raio é um dos impulsos elétricos de uma descarga atmosférica para a terra. Nada pode ser feito para impedir a queda de um raio em determinado local ou estrutura, apenas a diminuir a probabilidade do local ou estrutura ser atingido.

Um SPDA (Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas) projetado e instalado conforme a NBR 5419 não pode assegurar a proteção absoluta de uma estrutura, de pessoas e bens. Entretanto, a elaboração de um projeto, com a aplicação desta norma, reduz de forma significativa os riscos de danos devidos às descargas atmosféricas e se bem instalados, minimizam também os riscos de danos a equipamentos elétricos, eletromecânicos e eletrônicos.

### **ATERRAMENTO**

Denomina-se aterramento a ligação com a massa condutora da terra.

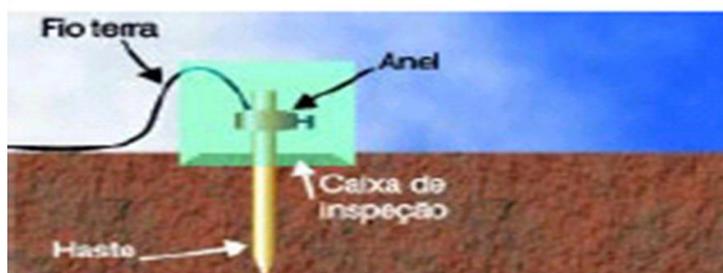
Os aterramentos devem assegurar de modo eficaz a fuga de corrente para a terra, propiciando as necessidades de segurança e de funcionamento de uma instalação elétrica. O valor da resistência de aterramento deve satisfazer às condições de proteção e funcionamento da instalação elétrica, de acordo com os esquemas de aterramento .

Fonte: Elaborado pelo autor

## Slide 10

### **LIGAÇÕES À TERRA**

Os aterramentos podem ser ligados em conjunto ou separadamente, para finalidades de proteção ou funcionais de acordo com as exigências da instalação. No Brasil a maioria das instalações são separadas apesar da terra ser sempre terra, as concessionárias de força e de telefonia sempre exigem seus terras independentes, sem falar das companhias de informática que também querem o seu.

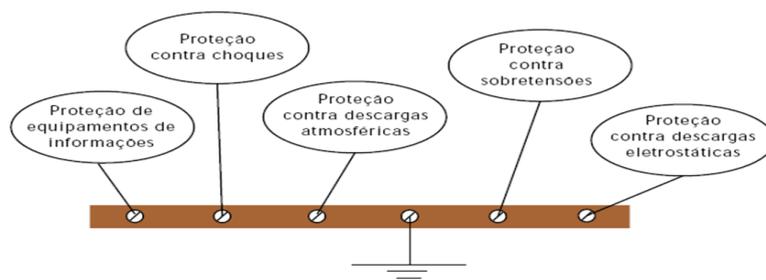


Fonte: Elaborado pelo autor

## Slide 11

Aterramentos separados causam diferença de potencial entre eles, o que pode causar problemas na instalação. A NB-3 recomenda que seja instalado um condutor principal de equipotencialidade que reúna:

- ✓ Condutor de proteção principal;
- ✓ Condutor de aterramento principal;
- ✓ Condutor de aterramento dos sistemas.



Fonte: Elaborado pelo autor

## Slide 12

## Segurança Pessoal

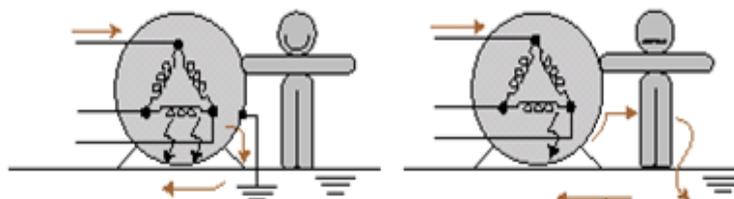
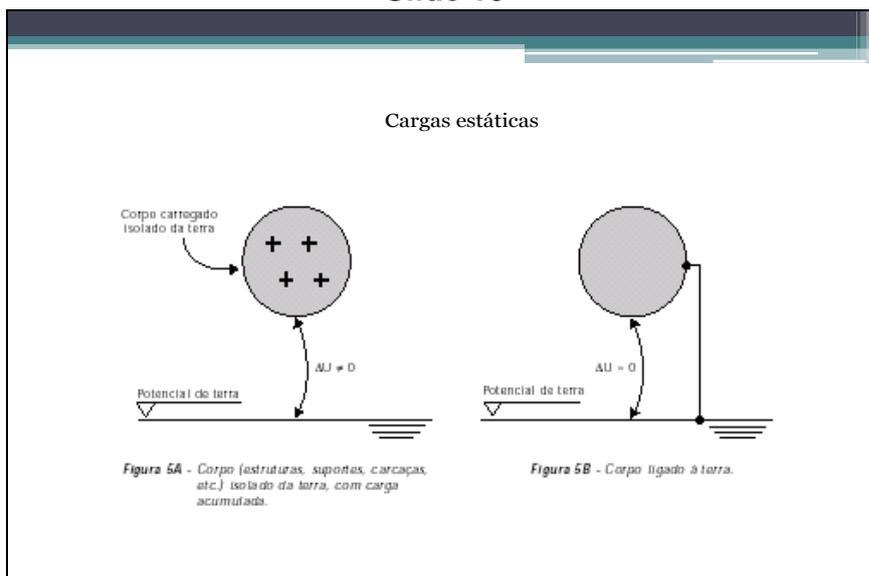


Figura 3A - Com aterramento, a corrente praticamente não circula pelo corpo.

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

Fonte: Elaborado pelo autor

## Slide 13



Fonte: Elaborado pelo autor

## Slide 14

**SEGURANÇA EM INSTALAÇÕES E SERVIÇOS EM ELETRICIDADE ( NR-10 )**

Estabelecem os requisitos e condições mínimas objetivando a implantação de medidas de controle e sistemas preventivos, de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores que, direta ou indiretamente, interajam em instalações elétricas e serviços com eletricidade .

Aplicam às fases de geração, transmissão, distribuição e consumo, incluindo as etapas de projeto, construção, montagem, operação, manutenção das instalações elétricas e quaisquer trabalhos realizados nas suas proximidades, observando-se as normas técnicas oficiais estabelecidas pelos órgãos competentes e, na ausência ou omissão destas, as normas internacionais cabíveis.

Fonte: Elaborado pelo autor

## Slide 15

## O TREINAMENTO EM NR-10 ABORDA

- Práticas de trabalho seguras;
- Controle de riscos;
- Equipamentos de testes;
- Ferramentas;
- Equipamentos de proteção individual e coletivos.



Fonte: Elaborado pelo autor

## Slide 16



Fonte: Elaborado pelo autor

## Slide 17

### PARA EXECUÇÃO DAS ATIVIDADES É NECESSÁRIO

- Planejamento das atividades;
- Supervisão e acompanhamento da execução por responsável especializado;
- Supervisão e acompanhamento por membros da CIPA e profissional especializado em Segurança do Trabalho.



Fonte: Elaborado pelo autor

## Slide 18

### FATORES QUE PODEM PROVOCAR OU POTENCIALIZAR O RISCO DO CHOQUE ELÉTRICO

#### ➤ Relacionados ao isolamento:

- FALHA NA ISOLAÇÃO ELÉTRICA
- CALOR E TEMPERATURAS ELEVADAS
- UMIDADE
- OXIDAÇÃO
- RADIAÇÃO
- PRODUTOS QUÍMICOS
- DESGASTE MECÂNICO
- FATORES BIOLÓGICOS
- ALTAS TENSÕES
- PRESSÃO

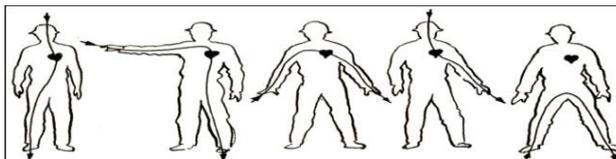
Fonte: Elaborado pelo autor

## Slide 19

### FATORES QUE PODEM PROVOCAR OU POTENCIALIZAR O RISCO DO CHOQUE ELÉTRICO

#### ➤ Relacionados ao trabalhador:

- CAMPOS ELETROMAGNÉTICOS
- DURAÇÃO DO CHOQUE
- RESISTÊNCIA DO CIRCUITO
- FREQUÊNCIA DA CORRENTE
- TRAJETO DA CORRENTE ELÉTRICA PELO CORPO HUMANO



Fonte: Elaborado pelo autor

## Slide 20

### CONDUTAS EM SEGURANÇA E PROTEÇÃO ELÉTRICA

#### ➤ PRÁTICAS SEGURAS

- Desenergize, trave, etiquete e teste todos os circuitos de 50 volts ou mais;
- Desenergize todas as fontes de energia;
- Desconecte todas as fontes de energia;

#### ➤ BLOQUEIO DE FONTES DE ENERGIA

- Trave e etiquete todas as fontes de energia;
- Trave e etiquete cada meio de desconexão usado para desenergizar circuitos;
- Coloque cadeados para prevenir operação por meio de comandos;
- Coloque etiqueta em cada cadeado.

Obs. Se o cadeado não puder ser utilizado é preciso complementar com medida de segurança adicional que proveja segurança no mesmo nível

Fonte: Elaborado pelo autor

## Slide 21

### ➤ ENERGIA RESIDUAL

- Descarregue todos os capacitores;
- Curto - circuite e aterre todos os elementos de alta capacitância.

### ➤ REENERGIZAÇÃO DO EQUIPAMENTO

- Efetue testes e inspeções para assegurar que todas as ferramentas, jameadores elétricos, curto circuitos, terras e outros dispositivos tenham sido removidos;
- Cada cadeado e etiqueta precisam ser removidos pela pessoa que o aplicou;
- Cheque pessoalmente se todos os empregados e pessoas estão longe dos circuitos e equipamentos.

**Fonte: Elaborado pelo autor**

## Slide 22

### ➤ TRABALHANDO COM ELEMENTOS ENERGIZADOS

Pessoas trabalhando com equipamentos energizados precisam estar acostumadas com o uso apropriado de técnicas preventivas especiais, materiais de isolamento elétrico e físico e ferramentas isolantes.

- Isole a área de todo o tráfego;
- Coloque placas e barreiras;
- Use um auxiliar se necessário;
- Use ferramentas isolantes, tapetes e mantas isolantes;
- Use mantas isolantes para cobrir circuitos expostos nas proximidades.

### ➤ MATERIAIS CONDUTIVOS

Material ou equipamentos condutores de eletricidade precisam ser manuseados de forma a resguardá-los de contato com elementos de circuitos energizados ou partes do próprio circuito.

**Fonte: Elaborado pelo autor**

## Slide 23

### ➤ APARATO CONDUTIVO

Remova todos os artigos condutores de ornamento e roupa, tais como: anéis, pulseiras, correntes de pulso/ pescoço e tornozelos, chaveiros, braceletes, avental metalizado, relógios e outros.

### ➤ INSPEÇÃO VISUAL

Fios elétricos e plugues conectados a equipamentos e extensões, devem ser inspecionados visualmente antes do uso e a cada turno, quanto ao seus defeitos perceptíveis.

### ➤ RETIRANDO DO SERVIÇO

Se houver um defeito ou evidência de dano a alguma ferramenta elétrica ou equipamento, o supervisor deve ser notificado imediatamente.

**Fonte: Elaborado pelo autor**

## Slide 24

### **MEDIDAS DE CONTROLE DO RISCO DO CHOQUE ELÉTRICO**

#### ➤ DESENERGIZAÇÃO

A desenergização é um conjunto de ações coordenadas, sequenciadas e controladas, destinadas a garantir a efetiva ausência de tensão no circuito, trecho ou ponto de trabalho, durante todo o tempo de intervenção e sob o controle dos trabalhadores envolvidos.

#### ➤ SECCIONAMENTO

É o ato de promover a descontinuidade elétrica total, com afastamento adequado entre um circuito ou dispositivo e outro, obtida mediante o acionamento de dispositivo apropriado (chave seccionadora, interruptor, disjuntor), acionado por meios manuais ou automáticos, ou ainda através de ferramental apropriado e segundo procedimentos específicos .

**Fonte: Elaborado pelo autor**

**Slide 25**

## ➤ SECCIONAMENTO



Fonte: Elaborado pelo autor

**Slide 26**

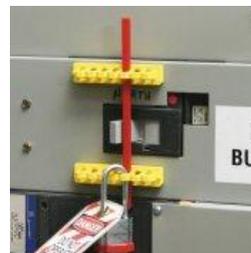
## ➤ IMPEDIMENTO DE REENERGIZAÇÃO

É o estabelecimento de condições que impedem, de modo reconhecidamente garantido, a reenergização do circuito ou equipamento desenergizado, assegurando ao trabalhador o controle do seccionamento. Deve-se também fixar placas de sinalização alertando sobre a proibição da ligação da chave e indicando que o circuito está em manutenção. A eliminação do risco é obtida pelo emprego de tantos bloqueios quantos forem necessários para execução da atividade.

Fonte: Elaborado pelo autor

## Slide 27

### ➤ SISTEMA DE IDENTIFICAÇÃO E BLOQUEIO PARA INTERRUPTOR



A reenergização deverá ser autorizada mediante a divulgação a todos os envolvidos.

**Fonte: Elaborado pelo autor**

## Slide 28

### ➤ CONSTATAÇÃO DA AUSÊNCIA DE TENSÃO

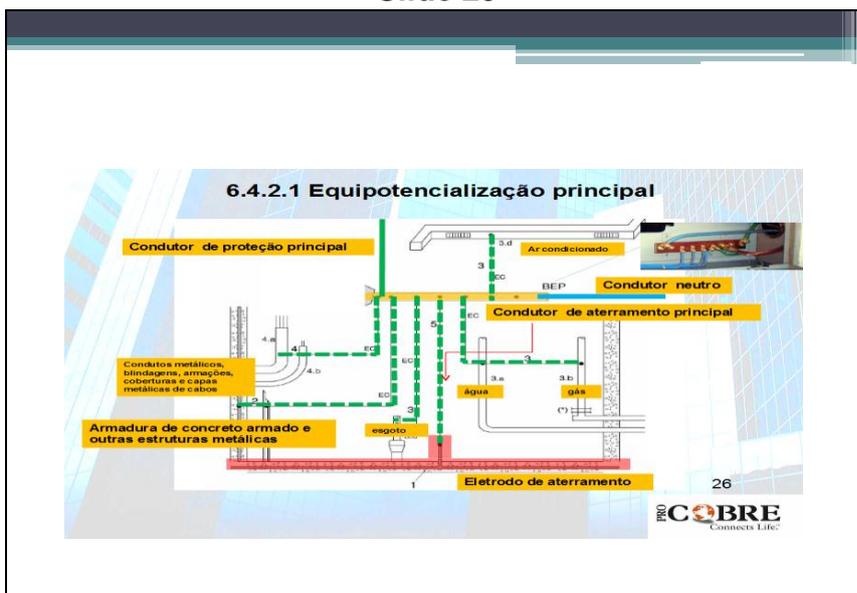
É a verificação da efetiva ausência de tensão nos condutores do circuito elétrico. Deve ser feita com detectores testados antes e após a verificação da ausência de tensão, sendo realizada por contato ou por aproximação e de acordo com procedimentos específicos.

### ➤ INSTALAÇÃO DE ATERRAMENTO TEMPORÁRIO COM EQUIPOTENCIALIZAÇÃO DOS CONDUTORES DOS CIRCUITOS

Constatada a inexistência de tensão, um condutor do conjunto de aterramento temporário deverá ser ligado a uma haste conectada a terra. Na sequência, deverão ser conectadas as garras de aterramento aos condutores fase, previamente desligados. Sempre trabalhar entre dois pontos devidamente aterrados.

**Fonte: Elaborado pelo autor**

## Slide 29



Fonte: Elaborado pelo autor

## Slide 30

➤ PROTEÇÃO DOS ELEMENTOS ENERGIZADOS EXISTENTES NA ZONA CONTROLADA

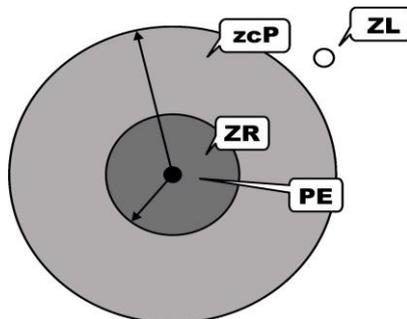
Define-se zona controlada como, área em torno da parte condutora energizada, segregada, acessível, de dimensões estabelecidas de acordo com nível de tensão, cuja aproximação só é permitida a profissionais autorizados, como disposto no anexo II da Norma Regulamentadora N°10. Podendo ser feito com anteparos, dupla isolamento invólucros .

ZL - Zona Livre.

ZcP - Zona Controlada, restrita a trabalhadores autorizados.

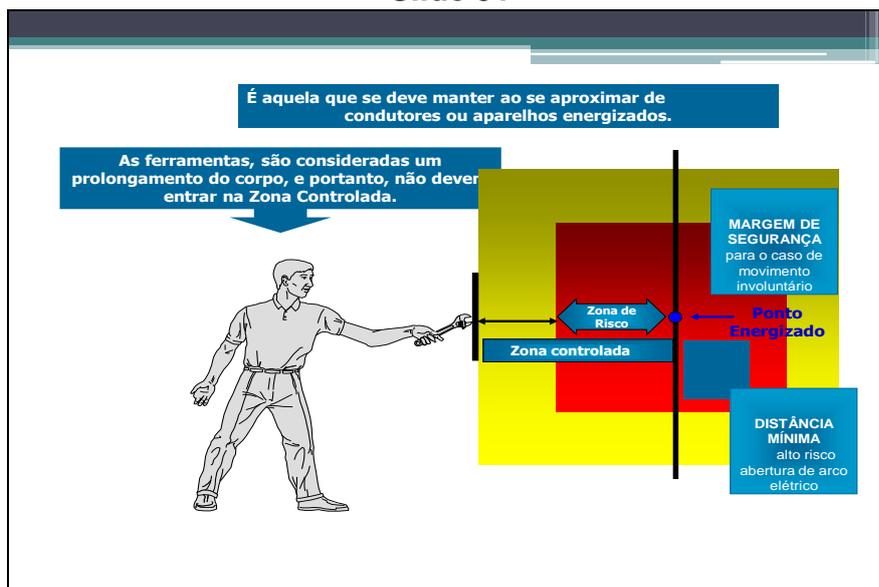
Zr - Zona de Risco, adoção de técnicas, instrumentos e equipamentos adequados.

PE - Ponto energizado



Fonte: Elaborado pelo autor

## Slide 31



Fonte: Elaborado pelo autor

## Slide 32

➤ INSTALAÇÃO DA SINALIZAÇÃO DE IMPEDIMENTO DE REENERGIZAÇÃO

Deverá ser adotada sinalização adequada de segurança, destinada à advertência e à identificação da razão de desenergização e informações do responsável.

Os cartões, avisos, placas ou etiquetas de sinalização do travamento ou bloqueio devem ser claros e adequadamente fixados.



Identificação Inadequada – Em desacordo com a NR-10

Fonte: Elaborado pelo autor

## Terceira palestra: Riscos do choque elétrico, efeitos fisiológicos, consequências e primeiros socorros

No segundo ciclo de palestras, no segundo dia, apresentamos os riscos do choque elétrico, os fatores que potencializam o choque elétrico, os efeitos fisiológicos, suas consequências e os primeiros socorros a serem aplicados.

### Slide 1

**MANUAL DE OFICINAS PARA SEGURANÇA EM ELETRICIDADE.**

**Riscos do Choque elétrico, efeitos fisiológicos, consequências e primeiros socorros**

Palestane: Dra.Flavia Azevedo Cardoso Pacheco

Fonte: Elaborado pelo autor

### Slide 2

**CHOQUE ELÉTRICO**

É uma perturbação de natureza e efeitos diversos que se manifesta no corpo humano, quando por ele circula uma corrente elétrica.

As duas principais consequências do choque elétrico são o efeito térmico, produzindo queimaduras, e a fibrilação ventricular; sendo que ambas podem ser fatais.



Fonte: Elaborado pelo autor

### Slide 3

#### CLASSIFICAÇÃO DO CHOQUE ELÉTRICO

Os tipos de choque são classificados em função da fonte de energia ou da forma de contato que os gerou, tais como:

✓ **Choque estático**

É devido ao efeito capacitivo (atrito com o ar gera cargas elétricas); ou seja, o choque é produzido por eletricidade estática, cuja duração é pequena, o suficiente para descarregar a carga da eletricidade contida no elemento energizado.

✓ **Choque dinâmico**

É o choque pelo contato direto da pessoa com a parte energizada da instalação, durando enquanto permanecer o contato e a fonte de energia estiver ligada.

✓ **Descargas atmosféricas**

Fonte: Elaborado pelo autor

### Slide 4

#### EFEITOS FISIOLÓGICOS DO CHOQUE ELÉTRICO

✓ **Variáveis**

- Estado da pele
  - Íntegra/lesionada
  - Seca/molhada
- Trajeto da corrente
- Área de contato
- Pressão de contato
- Duração do contato
- Frequência da corrente
  - Limiar de sensação
  - “Efeito *skin*”

Fonte: Elaborado pelo autor

## Slide 5

## EFEITOS FISIOLÓGICOS DO CHOQUE ELÉTRICO

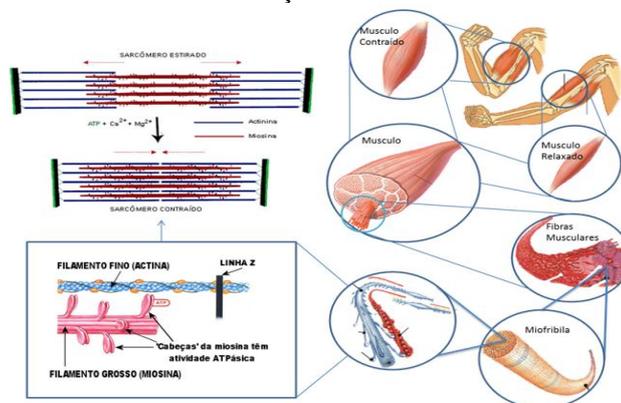
Corrente elétrica	Efeitos
Até 10 mA	Dor e contração muscular
De 10 a 20 mA	Aumento das contrações musculares
De 20 a 100 mA	Parada respiratória
De 100 mA a 3 A	Fibrilação ventricular
Acima de 3 A	Queimaduras graves, parada cardíaca

Fonte: Elaborado pelo autor

## Slide 6

## EFEITOS FISIOLÓGICOS DO CHOQUE ELÉTRICO

## ✓ Contração muscular



Fonte: Elaborado pelo autor

## Slide 7

## EFEITOS FISIOLÓGICOS DO CHOQUE ELÉTRICO

## ✓ Tetanização

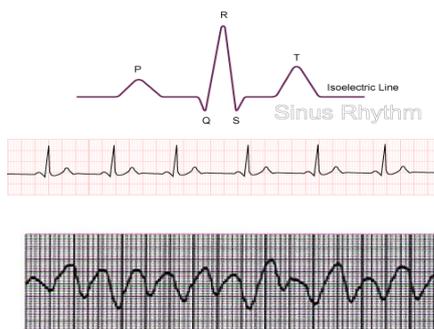


Fonte: Elaborado pelo autor

## Slide 8

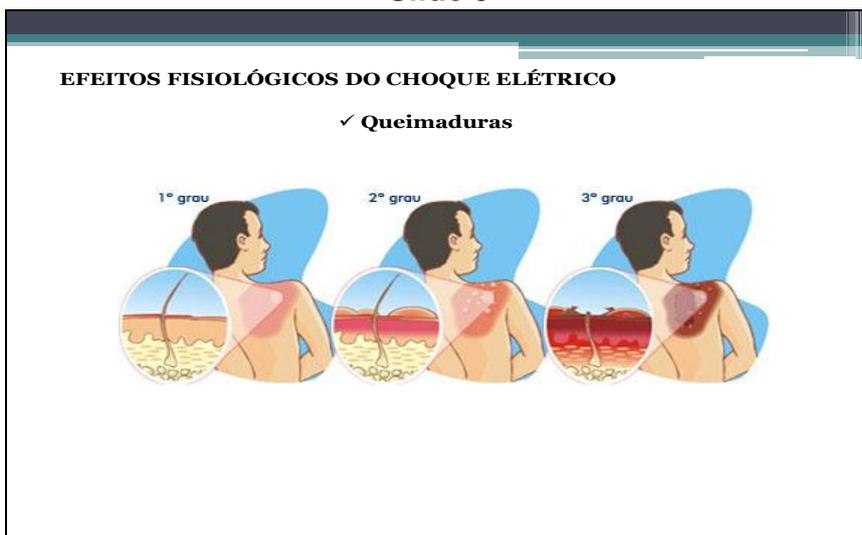
## EFEITOS FISIOLÓGICOS DO CHOQUE ELÉTRICO

## ✓ Fibrilação ventricular



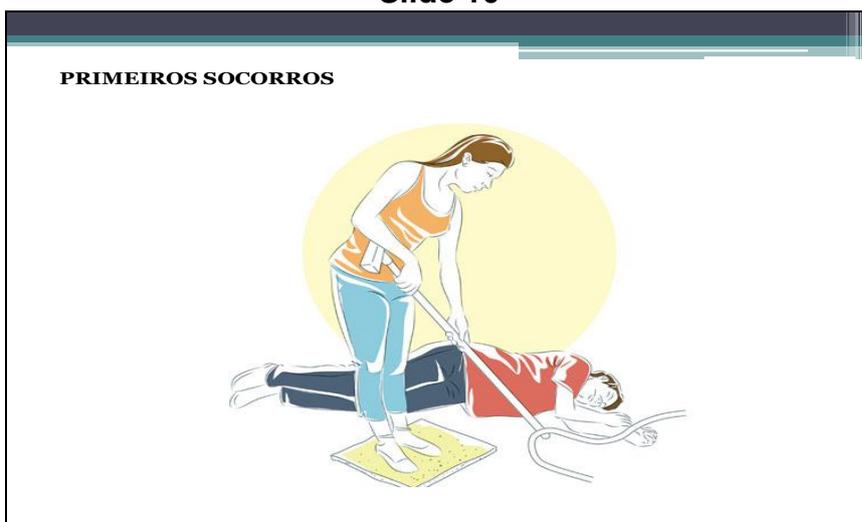
Fonte: Elaborado pelo autor

## Slide 9



Fonte: Elaborado pelo autor

## Slide 10



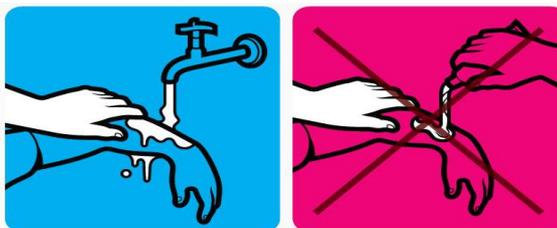
Fonte: Elaborado pelo autor

## Slide 11

### PRIMEIROS SOCORROS

#### ✓ Queimaduras

- Resfriar a pele com água corrente ou compressas úmidas.
- Não tentar retirar roupas.
- Não usar quaisquer substâncias além de água corrente e compressas frias.
- Se inconsciente, manter em decúbito lateral.
- Se inconsciente, manter a pessoa aquecida.



Fonte: Elaborado pelo autor

## Slide 12

### PRIMEIROS SOCORROS

#### ✓ Vítima Inconsciente

- Acionar o serviço de emergência:
  - Serviço médico da empresa;
  - SAMU.
  - Corpo de bombeiros.
- Procurar um Desfibrilador Externo Automático (DEA).
- Se possuir treinamento em primeiros socorros, iniciar compressões torácicas e ventilações.



Fonte: Elaborado pelo autor

## Slide 13

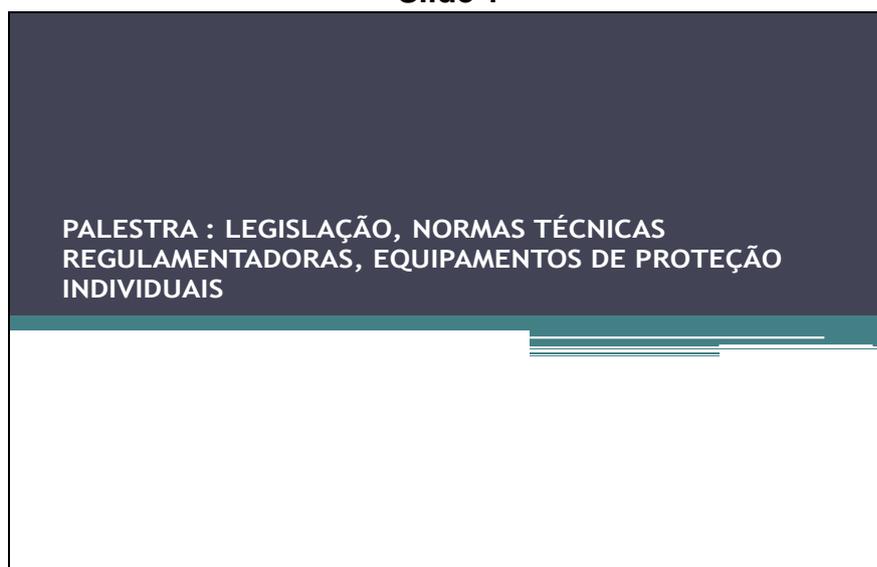


Fonte: Elaborado pelo autor

## **Quarta palestra: Legislação, normas técnicas regulamentadoras, equipamentos individual e coletivos**

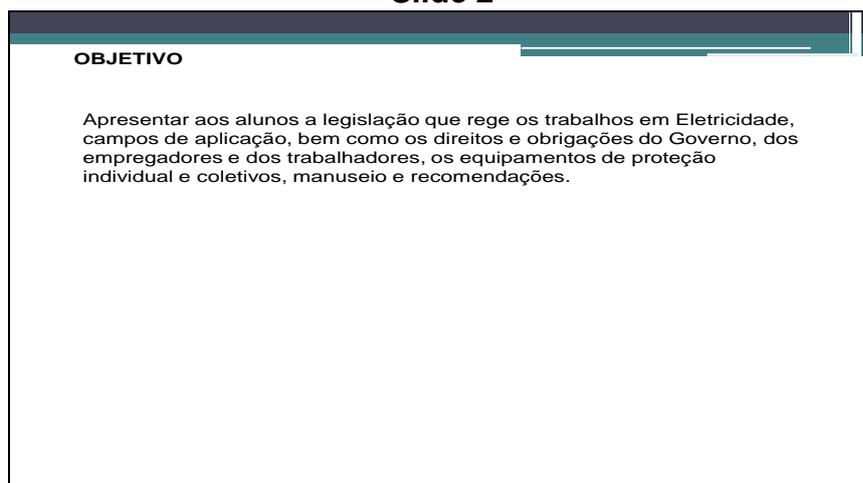
Finalizando o ciclo de palestras da oficina, no segundo dia , apresentamos e discutimos a legislação vigente, as normas técnicas regulamentadoras, os Equipamentos individuais e coletivos aplicáveis à área de eletricidade.

### **Slide 1**



**Fonte: Elaborado pelo autor**

### **Slide 2**



**Fonte: Elaborado pelo autor**

### Slide 3

#### NORMAS DE SEGURANÇA



Fonte: Elaborado pelo autor

### Slide 4

#### HISTÓRICO

1802

**INGLATERRA - FRANÇA**  
COMISSÕES DE FÁBRICAS

1923

**BRASIL:** NA LIGHT RIO DE JANEIRO É CRIADA A PRIMEIRA  
COMISSÃO DE FÁBRICA

1968

Portaria 32 do Departamento Nacional de Segurança e Higiene do  
Trabalho determina a criação da CIPA nas Indústrias, Empresas de  
Transportes e Comércio

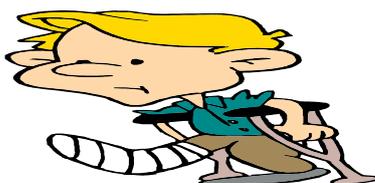
1978

Portaria 3214/78, através de 28 NR's - Normas Regulamentadoras.

Fonte: Elaborado pelo autor

### Slide 5

Normas regulamentadoras



Fonte: Elaborado pelo autor

### Slide 6

NR4 - Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho

Estabelece a obrigatoriedade das empresas públicas e privadas, que possuam empregados regidos pela Consolidação das Leis Trabalhistas - CLT,. A fundamentação legal, ordinária e específica, que dá embasamento jurídico à existência desta NR, é o artigo 162 da Consolidação das Leis Trabalhistas - CLT.

Fonte: Elaborado pelo autor

### Slide 7

NR5 – CIPA

Estabelece a obrigatoriedade nas empresas organizarem e manterem em funcionamento, uma comissão constituída exclusivamente por empregados com o objetivo de prevenir infortúnios laborais, eliminando as possíveis causas de acidentes do trabalho e doenças ocupacionais. A fundamentação legal, que dá embasamento jurídico, são os artigos 163 a 165 da Consolidação das Leis Trabalhistas – CLT.

Fonte: Elaborado pelo autor

### Slide 8

NR6 - EPI: Estabelece e define os tipos de EPI' s a que as empresas estão obrigadas a fornecer a seus empregados, sempre que as condições de trabalho o exigirem, a fim de resguardar a saúde e a integridade física dos trabalhadores. A fundamentação legal, que dá embasamento jurídico, são os artigos 166 e 167 da Consolidação das Leis Trabalhistas – CLT.



Fonte: Elaborado pelo autor

## Slide 9

### NR7 – PCMSO

Estabelece a obrigatoriedade de elaboração e implementação, por parte de todos os empregadores e instituições que admitam trabalhadores como empregados, do Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional - PCMSO, com o objetivo de promoção e preservação da saúde do conjunto dos seus trabalhadores. A fundamentação legal, ordinária e específica, que dá embasamento jurídico à existência desta NR, são os artigos 168 e 169 da Consolidação das Leis Trabalhistas – CLT.

### NR9 - PPRA

Estabelece a obrigatoriedade de elaboração e implementação, do Programa de Prevenção de Riscos Ambientais, visando à preservação da saúde e da integridade física dos trabalhadores, através da antecipação, reconhecimento, avaliação e conseqüente controle da ocorrência de riscos ambientais existentes ou que venham a existir no ambiente de trabalho, tendo em consideração a proteção do meio ambiente e dos recursos naturais. A fundamentação legal, ordinária e específica, que dá embasamento jurídico à existência desta NR, são os artigos 175 a 178 da Consolidação das Leis Trabalhistas - CLT.

Fonte: Elaborado pelo autor

## Slide 10

### NR26 - Sinalização de Segurança

Estabelece a padronização das cores a serem utilizadas como sinalização de segurança nos ambientes de trabalho, de modo a proteger a saúde e a integridade física dos trabalhadores. A fundamentação legal, que dá embasamento jurídico, é o artigo 200 inciso VIII, da Consolidação das Leis Trabalhistas - CLT.



Fonte: Elaborado pelo autor

## Slide 11

### NORMA TÉCNICA REGULAMENTADORA NR -10



Fonte: Elaborado pelo autor

## Slide 12

### Objetivo e campo de aplicação

Esta Norma Regulamentadora - NR estabelece os requisitos e condições mínimas objetivando a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos, de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores que, direta ou indiretamente, interajam em instalações elétricas e serviços com eletricidade.

Se aplica às fases de geração, transmissão, distribuição e consumo, incluindo as etapas de projeto, construção, montagem, operação, manutenção das instalações elétricas e quaisquer trabalhos realizados nas suas proximidades e, na ausência ou omissão destas, as normas internacionais cabíveis.

**Fonte: Elaborado pelo autor**

## Slide 13

### Medidas de controle

Em todas as intervenções em instalações elétricas devem ser adotadas medidas preventivas de controle do risco elétrico e de outros riscos adicionais, mediante técnicas de análise de risco, de forma a garantir a segurança e a saúde no trabalho.

Os estabelecimentos com carga instalada superior a 75 kW devem constituir e manter o Prontuário de Instalações Elétricas, contendo, no mínimo:

Conjunto de procedimentos e instruções técnicas e administrativas de segurança e saúde, implantadas e relacionadas a esta NR e descrição das medidas de controle existentes;

Documentação das inspeções e medições do sistema de proteção contra descargas atmosféricas e aterramentos elétricos;

**Fonte: Elaborado pelo autor**

## Slide 14

Especificação dos equipamentos de proteção coletiva e individual e o ferramental, aplicáveis conforme determina esta NR;

Documentação comprobatória da qualificação, habilitação, capacitação, autorização dos trabalhadores e dos treinamentos realizados;

Resultados dos testes de isolamento elétrica realizados em equipamentos de proteção individual e coletiva;

Certificações dos equipamentos e materiais elétricos em áreas classificadas;

Relatório técnico das inspeções atualizadas com recomendações, cronogramas de adequações.

**Fonte: Elaborado pelo autor**

## Slide 15

As empresas que operam em instalações ou equipamentos integrantes do sistema elétrico de potência devem acrescentar ao prontuário os documentos a seguir listados:

Descrição dos procedimentos para emergências; e  
Certificações dos equipamentos de proteção coletiva e individual;

Fonte: Elaborado pelo autor

## Slide 16

### Medidas de Proteção Coletiva

Em todos os serviços executados em instalações elétricas devem ser previstas e adotadas, prioritariamente, medidas de proteção coletiva aplicáveis, mediante procedimentos, às atividades a serem desenvolvidas, de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores.

As medidas de proteção coletiva compreendem, prioritariamente, a desenergização elétrica conforme estabelece esta NR e, na sua impossibilidade, o emprego de tensão de segurança.

Fonte: Elaborado pelo autor

## Slide 17

Na impossibilidade de implementação do estabelecido no subitem anterior, devem ser utilizadas outras medidas de proteção coletiva, tais como: isolamento das partes vivas, obstáculos, barreiras, sinalização, sistema de seccionamento automático de alimentação, bloqueio do re-ligamento automático.

O aterramento das instalações elétricas deve ser executado conforme regulamentação estabelecida pelos órgãos competentes e, na ausência desta, deve atender às Normas Internacionais vigentes.

### Medidas de Proteção Individual

Nos trabalhos em instalações elétricas, quando as medidas de proteção coletiva forem tecnicamente inviáveis ou insuficientes para controlar os riscos, devem ser adotados equipamentos de proteção individual específicos e adequados às atividades desenvolvidas, em atendimento ao disposto na NR 6.

Fonte: Elaborado pelo autor

**Slide 18**

As vestimentas de trabalho devem ser adequadas às atividades, devendo contemplar a condutibilidade, inflamabilidade e influências eletromagnéticas.

É vedado o uso de adornos pessoais nos trabalhos com instalações elétricas ou em suas proximidades

**Fonte: Elaborado pelo autor**

**Slide 19**

Vestimentas para proteção

**Fonte: Elaborado pelo autor**

**Slide 20**

Segurança em Projeto

É obrigatório que os projetos de instalações elétricas especifiquem dispositivos de desligamento de circuitos que possuam recursos para impedimento de re-energização, para sinalização de advertência com indicação da condição operativa.

Todo projeto deve prever condições para a adoção de aterramento temporário.

**Fonte: Elaborado pelo autor**

Como atividade prática, fizemos uma visita técnica ao Centro de formação e treinamento da Cemig - UNIVERCEMIG, em Sete Lagoas - MG.

Completando as atividades da oficina de segurança em eletricidade, solicitei aos alunos que respondessem o questionário sobre os conhecimentos adquiridos.