

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

**ANA PAULA SHIMOMURA
THAIS MARI ENDO**

**PRONTUÁRIO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DO LABORATÓRIO DE
ELETROTÉCNICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ**

**Curitiba
2014**

**ANA PAULA SHIMOMURA
THAIS MARI ENDO**

**PRONTUÁRIO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DO LABORATÓRIO DE
ELETROTÉCNICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) de graduação realizado pelas alunas Ana Paula Shimomura e Thais Mari Endo orientado pelo Prof. M.Sc Jayme Passos Rachadel, como requisito parcial para obtenção de grau no Curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. M.Sc Jayme Passos
Rachadel

**Curitiba
2014**

TERMO DE APROVAÇÃO

ANA PAULA SHIMOMURA
THAIS MARI ENDO

**PRONTUÁRIO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DO LABORATÓRIO DE
ELETROTÉCNICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ**

Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Elétrica com ênfase em Eletrotécnica, da Universidade Federal do Paraná, aprovado pela seguinte comissão examinadora:

Prof. M.Sc Jayme Passos Rachadel
Orientador
Universidade Federal do Paraná

Prof. Dr. James Baraniuk
Universidade Federal do Paraná

Prof. Eng. Tibiriçá Kruger Moreira
Universidade Federal do Paraná

Data: 17 de novembro de 2014

RESUMO

O atual estudo teve como origem à preocupação com a falta de proteção contra riscos de origem elétrica aos quais estão expostos os alunos, monitores, técnicos e professores no Laboratório de Eletrotécnica da Universidade Federal do Paraná, quando da realização de experimentos. O objetivo deste estudo é o desenvolvimento e fornecimento de uma proposta de implantação do Prontuário de Instalações Elétricas (PIE), a fim de facilitar a busca de documentos e consulta de procedimentos, proporcionando condições seguras de trabalho. Para o estudo de caso foram avaliados os laudos desenvolvidos por alunos de Segurança do Trabalho e entrevistas feitas com professores e monitores a fim de realizar um levantamento das não conformidades existentes no laboratório. A partir dessa análise buscou-se propor soluções e melhorias, com base na revisão bibliográfica, para prevenir e garantir a proteção dos usuários do laboratório em atendimento à NR-10 e demais legislações pertinentes.

Palavras-chave: Prontuário de Instalações Elétricas. Riscos Elétricos. NR-10.

ABSTRACT

The present study was originated from the concern with the lack of protection against electrical hazards which students, monitors, technicians and professors are exposed at the Electrotechnical Laboratory of the Federal University of Paraná, when conducting experiments. The purpose of this study is the development and supply of deployment proposal of a Record for Electrical Installations (PIE), in order to facilitate the search for documents and query of procedures, providing safe working conditions. For the case study, the reports developed by the students of Occupational Safety and interviews with the professors and monitors were evaluated in order to survey the existing non-conformities in the laboratory. From this analysis, it was tried to propose solutions and improvements, based on the literature review, to prevent and guarantee the protection of laboratory users, in compliance with NR-10 and other relevant legislation.

Key words: Record for Electrical Installations. Electrical Hazards. NR-10.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - <i>Lock-out</i>	16
Figura 2 - <i>Tag-out</i>	16
Figura 3 - Triângulo do fogo	27
Figura 4 - Identificação inadequada da área energizada	32
Figura 5 - Quadro de distribuição com acesso obstruído	33
Figura 6 - Procedimento para casos de emergência.....	33
Figura 7 - Cadeiras acumuladas	34
Figura 8 - Materiais em cima do armário	34
Figura 9 - Objetos em cima dos equipamentos	34
Figura 10 - Cabos do laboratório de Eletrotécnica PK-12	36
Figura 11 - Parte de trás da placa exposta	36
Figura 12 - Mapa de iluminância do laboratório	37
Figura 13 - Disjuntor DDR com neutro desconectado	38
Figura 14 - Bancada sem botão de emergência.....	38
Figura 15 - Tomadas improvisadas	39
Figura 16 - Experimento improvisado.....	39
Figura 17 - Porta de acesso sem saída de emergência (Vista externa)	40
Figura 18 - Motores sem proteção	40
Figura 19 - Placas com defeitos	41
Figura 20 - Parte superior da bancada com cupins	41
Figura 21 - Maçaneta da porta de acesso quebrada.....	41
Figura 22 - Placas foram retiradas por problema de goteiras	42
Figura 23 - Diagrama de blocos da estrutura do PIE	43
Figura 25 - Modelo de sinalização da bancada energizada	53
Figura 26 - Modelo de placa de área energizada	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Frequência e os principais efeitos biológicos.	15
Tabela 2 - Modelo de lista com especificação de ferramental.....	24
Tabela 3 - Modelo de procedimento de trabalho.	26
Tabela 4 - Documentação mínima do prontuário.	30
Tabela 5 - Nível de Iluminamento.....	37
Tabela 6 - Especificação técnicas dos EPC's.	50
Tabela 7 - Especificação Técnica dos EPI'	50

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AET	Análise Ergonômica do Trabalho
APR	Análise Preliminar de Riscos
ASO	Avaliação de Saúde Ocupacional
ASTM	<i>American Society for Testing and Materials</i>
ATPV	<i>Arc Thermal Performance Value</i>
CA	Certificado de Aprovação
CLP	Controlador Lógico Programável
CREA	Conselho Regional de Engenharia e Agronomia
DEA	Desfibrilador Automático Externo
DDR	Disjuntor Diferencial Residual
EPC	Equipamentos de Proteção Individual
EPI	Equipamentos de Proteção Coletiva
IEC	<i>International Electrotechnical Commission</i>
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
LOTO	<i>Lock-Out/Tag-Out</i>
MEC	Ministério da Educação e Cultura
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
NR	Norma Regulamentadora
OS	Ordem de Serviço
OSHA	<i>Occupational Safety & Health Administration</i>
PIE	Prontuário das Instalações Elétricas
SESMT	Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e em Medicina do trabalho
SPDA	Sistemas de Proteção Contra Descargas Atmosféricas
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
1.1 OBJETIVO GERAL	10
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
1.3 MOTIVAÇÃO	10
1.4 ESTRUTURA DA MONOGRAFIA	10
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1 CHOQUE ELÉTRICO	12
2.2 ARCO ELÉTRICO	13
2.3 DESENERGIZAÇÃO	15
2.4 BLOQUEIO DE ENERGIA	16
2.5 EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO COLETIVA – EPC	17
2.6 EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL - EPI	17
2.7 TRABALHO PROFISSIONAL	18
2.7.1 Profissional Qualificado	19
2.7.2 Profissional Legalmente Habilitado	19
2.7.3 Profissional Capacitado	19
2.7.4 Profissional Autorizado	20
2.8 ANÁLISE DE RISCOS	20
2.9 MEDIDAS DE CONTROLE	21
2.9.1 Aterramento Elétrico	21
2.9.2 Equipotencialização	22
2.9.3 Seccionamento Automático	22
2.9.4 Dispositivos de Corrente de Fuga	22
2.9.5 Barreiras e Invólucros	22
2.9.6 Isolamento das partes vivas	22
2.9.7 Isolação dupla ou reforçada	23
2.9.8 Plano de Inspeção	23
2.10 INSTRUMENTOS	23
2.11 FERRAMENTAL	24
2.12 PROCEDIMENTOS TÉCNICOS	25
2.13 PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIOS	26
2.13.3.1 Extintor de água	28
2.13.3.2 Extintor de espuma mecânica	29
2.13.3.3 Extintor de pó químico seco	29
2.13.3.4 Extintor de gás carbônico	29

2.14 RESPONSABILIDADE CIVIL E CRIMINAL	29
2.15 PIE – PRONTUÁRIO DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS.....	30
3 ESTUDO DE CASO	32
3.1 ESTRATÉGIA.....	32
3.2 LAUDOS DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	32
4 PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DO PRONTUÁRIO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DO LABORATÓRIO DE ELETROTÉCNICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ	43
4.1 ESTRUTURA DA PROPOSTA DO PRONTUÁRIO DA INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DO LABORATÓRIO DA PK-12	43
4.2 PLANO DE AÇÃO	45
5 CONCLUSÃO	59
6 PROPOSTAS PARA TRABALHOS FUTUROS	60
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61
APÊNDICE A – MAPA DE RISCO	63
APÊNDICE B – PLANO DE INSPEÇÃO	64
APÊNDICE C – MODELO DE FICHA DE MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS ...	65
APÊNDICE D – DISPOSIÇÃO DA SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA NO LABORATÓRIO PK-12	66
ANEXO I – ZONA DE RISCO E ZONA CONTROLADA	67
ANEXO II – TREINAMENTO.....	69

1 INTRODUÇÃO

A eletricidade é um agente de risco, grande causador de acidentes, cujas vítimas não são apenas os profissionais que operam os sistemas elétricos, mas também os usuários comuns que a utilizam como fonte de energia presente nos transformadores, motores, ferramentas, computadores e outros equipamentos destinados para diferentes aplicações (MORAES, 2007).

Ainda conforme o autor, a eletricidade sendo uma manifestação de energia é difícil de ser controlada, exigindo que os requisitos de segurança sejam parte integrante dos processos, em suas diferentes etapas, começando pelo projeto e passando pela execução, operação, manutenção, reforma e ampliação das instalações e serviços.

Em 1978, o Brasil deu um passo importante no combate aos acidentes de trabalho com a elaboração das primeiras 28 normas regulamentadoras, que com o passar do tempo somaram 35 NR's (BARROS, 2010). Em especial, a norma que regulamenta os serviços envolvendo eletricidade é a NR-10 que se encontra na edição dada pela portaria MTE 598 de 07/12/2004.

Com o objetivo de zelar pela segurança dos profissionais da área elétrica, a NR-10 estabelece, na sua última revisão, que as documentações relacionadas com as instalações elétricas, com carga instalada superior a 75kW, sejam armazenadas no Prontuário das Instalações Elétricas (PIE), um local de fácil acesso aos profissionais da área elétrica, para facilitar a busca de documentos como projetos e laudos e a consulta de procedimentos padrões.

De acordo com Oliveira (2007) o PIE é o instrumento perfeito para o gerenciamento das instalações elétrica de qualquer estabelecimento. Funciona como um “manual do usuário” permitindo que se faça o registro do acompanhamento das intervenções de sistema elétrico sem que se perca, na manutenção preventiva, qualquer detalhe técnico que vier a ser indicado nas inspeções periódicas.

Este trabalho tem como objetivo a realização de um PIE, visando a segurança dos professores, técnicos e alunos que utilizam o Laboratório de Eletrotécnica da UFPR.

1.1 OBJETIVO GERAL

Propõe-se elaborar o prontuário de instalações elétricas do laboratório de eletrotécnica, PK-12, do bloco de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Paraná.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para alcançar o objetivo geral é necessário:

- Levantar as condições de riscos;
- Analisar os equipamentos de proteção utilizados;
- Analisar procedimentos técnicos e administrativos dos ensaios;
- Analisar o ferramental;
- Analisar a qualificação dos profissionais;
- Analisar as instalações elétricas do local.

1.3 MOTIVAÇÃO

Considerando os riscos inerentes, presentes em qualquer atividade envolvendo eletricidade julgamos necessário o desenvolvimento deste Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) visando proporcionar segurança aos alunos, professores, monitores e técnicos, bem como atender a legislação vigente. Além disso, o projeto contribuirá para nossa formação, capacitando-nos para trabalhos futuros nessa área.

1.4 ESTRUTURA DA MONOGRAFIA

No primeiro item do presente trabalho foram expostos os objetivos e motivações para a execução do projeto, já na segunda parte serão apresentados os principais conceitos teóricos necessários para a total compreensão do trabalho, na qual serão fundamentadas as ações corretivas.

No terceiro item será apresentado o estudo de caso e a metodologia utilizada para o trabalho, explicando detalhadamente todas as abordagens utilizadas.

O quarto item destina-se à proposta de implementação do trabalho, destacando todos os procedimentos que deverão ser avaliados.

O penúltimo item mostra a conclusão do trabalho e, finalmente, o último item sugere possíveis trabalhos futuros.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os riscos de choque e arco elétrico estão presentes em praticamente todas as atividades relacionadas com geração, transmissão, distribuição e utilização da energia, estando o sistema energizado (Santos, 2013).

De acordo com o Oliveira (2007), a eletricidade não tem cor, não tem odor, não tem sabor, não é quente e não é fria. Apenas está lá, a ameaça invisível e potencialmente fatal.

Na área elétrica normalmente não recebemos “avisos”. Apenas o contato físico com a carcaça de um quadro elétrico, que pode estar energizada acidentalmente, expõe a pessoa a riscos inerentes à eletricidade. Os riscos elétricos podem ser classificados como aqueles provenientes do choque elétrico, arco elétrico e campo eletromagnético (Barros et al., 2013).

2.1 CHOQUE ELÉTRICO

Oliveira (2007) comenta que o choque elétrico é a sensação que um indivíduo tem quando em seu corpo passa uma corrente elétrica, seja ela alternada ou contínua, podendo se manifestar de três formas:

- I. Eletricidade Estática: tensão elétrica constante. Geralmente se dá por um único pulso sensorial de descarga, muitas vezes de valor significativo, no qual dá pra sentir nas partes internas e externas do corpo.
- II. Eletricidade Dinâmica: tensão elétrica em forma de onda eletromagnética alternada ou contínua. Neste caso, a corrente que passa pelo corpo causa, em poucos instantes, lesões nos tecidos nervosos e cerebrais, provocando queimaduras e coágulos nos vasos sanguíneos, além da tetanização, tanto nos músculos cardíacos como nas vias de respiração.
- III. Descargas atmosféricas: tensão elétrica em crista de onda. Quando provocada por raios, as lesões são instantâneas, gravíssimas e geralmente fulminantes.

Moreira (2011) explica que o choque elétrico é a perturbação de natureza e efeitos diversos que se manifesta no organismo humano quando este é percorrido por uma corrente elétrica. As consequências dependem de vários fatores, das quais são:

- Percurso da corrente elétrica pelo corpo;
- Intensidade da corrente elétrica;
- Tempo de duração do choque elétrico;
- Tipo de corrente: alternada ou contínua;
- Tensão elétrica;
- Condições da impedância da pele no local de entrada da corrente elétrica;
- Condições orgânicas do ser humano.

Ainda conforme o autor as perturbações na pessoa manifestam-se por:

- Parada respiratória: Inibição dos centros nervosos;
- Para cardíaca: podendo produzir fibrilação ventricular;
- Necrose: queimaduras profundas do tecido;
- Descaracterização do sangue: provocada pelo efeito térmico e eletrolítico da corrente elétrica nos vasos sanguíneos;
- Tetanização.

Se o choque elétrico for devido do contato direto com a tensão da fonte, todas as manifestações acima podem ocorrer (Moreira, 2011).

2.2 ARCO ELÉTRICO

Souza et al. (2006) afirma que o arco elétrico é um fenômeno da eletricidade inerente dos sistemas elétricos, podendo liberar calor intenso e controlado, como nos casos de solda elétrica e fornos industriais.

O autor ainda informa que as falhas elétricas com arcos em equipamentos elétricos podem ocorrer em consequência de:

- a) Mau contato;
- b) Deterioração da isolação;
- c) Defeito de fabricação de componentes e equipamento ou dimensionamento inadequado;
- d) Projeto e manutenção inadequados;
- e) Contatos acidentais ou inadvertidos de ferramentas ou quedas de peças soltas durante manobra.

Já o autor Oliveira (2007) afirma que o arco elétrico além de surgir de falhas operacionais, pode também ser proveniente de raios oriundos da atmosfera.

O autor ressalta ainda que o arco elétrico traz duas consequências graves: o efeito das ondas térmicas e o efeito das ondas eletromagnéticas.

As ondas térmicas normalmente causam queimaduras mais graves (terceiro grau), pois a temperatura emitida em um arco voltaico, em milésimos de segundo, varia entre 2.000°C e 6.000°C, podendo chegar até 20.000°C. Além do mais, a emissão de gases da combustão e a projeção de partículas de cobre derretido das instalações podem penetrar profundamente na pele humana, causando, no mínimo, danos esteticamente irreversíveis na derme e na epiderme. O forte calor gerado também se faz acompanhar de um estrondoso ruído que, embora seja instantâneo é propagado pelas ondas de pressão do ar que podem prejudicar a audição ou até mesmo derrubá-lo no chão (Oliveira, 2007).

Ainda de acordo com o autor cerca de 70% das ondas eletromagnéticas emitidas pelo arco elétrico se situam na faixa da luz visível, cujos comprimentos de onda variam de (380 a 780) nanômetros, e o restante fica na faixa das ondas ultravioleta (20%) e infravermelho (10%).

Na tabela 1 há a relação das ondas eletromagnéticas com o efeito biológico no corpo humano.

Tabela 1 - Frequência e os principais efeitos biológicos. Fonte: McRee (1974).

FREQUÊNCIA (MHz)	COMPRIMENTO DE ONDA (cm)	LOCAL DE MAIOR EFEITO	PRINCIPAL EFEITO BIOLÓGICO
> 10.000	<3	Pele	A superfície da pele age como refletor ou absorvente, com efeito, de aquecimento.
10.000	3	Pele	Aquecimento da pele com sensação de calor
10.000 a 3.000	3 a 10	Camadas superficiais a pele Lentes dos olhos	Lentes dos olhos e testículos são particularmente sensíveis
10.000 a 1.000	3 a 30	Lentes dos olhos	Formação de cataratas e danos aos testículos
1.200 a 150	25 a 200	Órgãos internos	Prejuízos aos órgãos internos por sobre-aquecimento
< 150	>200		O corpo é transparente

2.3 DESENERGIZAÇÃO

A desenergização é realizada através de procedimentos para que sejam eliminados os riscos de choque e/ou arco elétrico.

Barros et al. (2013) declara que a medida mais eficiente contra o risco elétrico é a desenergização, conforme estabelece o item 10.2.8.2 da NR-10. Caso não seja possível a desenergização, deve ser empregada a tensão de segurança.

A NR-10 estabelece que a tensão de segurança seja a medida de proteção coletiva que emprega a extrabaixa tensão, com o valor não superior a 50V em corrente alternada ou 120V em corrente contínua.

De acordo com a NR-10 item 10.5.1, as instalações elétricas somente serão liberadas para trabalho quando consideradas desenergizadas, mediante a sequência dos procedimentos a seguir:

1. Seccionamento;
2. Impedimento de reenergização;

3. Constatação da ausência de tensão;
4. Instalação de aterramento temporário com equipotencialização dos condutores dos circuitos;
5. Proteção dos elementos energizados existentes na zona controlada (Anexo A – Anexo I da NR-10);
6. Instalação da sinalização de impedimento de reenergização.

O procedimento de desenergização deve ser informado de maneira direta e simples. Cabe frisar que desenergizar é diferente de desligar, inclusive o desligamento faz parte de um dos passos da desenergização (Santos, 2014).

2.4 BLOQUEIO DE ENERGIA

O bloqueio de energia tem como função evitar acidentes de trabalho. É utilizado para sinalizar e prevenir o acesso de profissionais aos equipamentos, desligados ou em período de manutenção, não permitindo o religamento do equipamento com o profissional ainda atuando.

De acordo com a OSHA (*Occupational Safety & Health Administration*) o uso do sistema de bloqueio LOTO - *Lock-Out* (Figura 1) e identificação *Tag-Out* (Figura 2) impede 120 mortes e 50.000 feridos a cada ano.

Conforme Santos (2013) o sistema de bloqueio LOTO é uma solução simples, fácil de implementar e que trás resultados imediatos a um custo bem acessível.

Ainda conforme o autor, a última revisão da NR-10 passou a exigir a utilização do sistema de bloqueio e identificação nas atividades de desenergização.



Figura 1 – *Lock-out*.
Fonte: Brady Corp (2014)

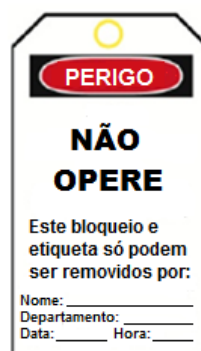


Figura 2 – *Tag-out*.
Fonte: Brady Corp (2014)

2.5 EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO COLETIVA – EPC

Conforme o item 10.2.8 da NR-10, em todos os serviços executados em instalações elétricas devem ser previstas e adotadas as medidas de proteção coletiva aplicáveis de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores.

As medidas de proteção coletiva compreendem a desenergização elétrica. Na impossibilidade de implementação do estabelecido no subitem 10.2.8.2 da NR-10, devem ser utilizadas outras medidas de proteção coletiva, tais como: Isolação das partes vivas, obstáculos, barreiras, sinalização, sistema de seccionamento automático de alimentação, bloqueio do religamento automático. Os equipamentos de proteção coletivos são normatizados pela *International Electrotechnical Commission* (IEC), *American Society for Testing and Materials* (ASTM), entre outras.

Segundo Souza et al. (2006), os Equipamentos de Proteção Coletiva (EPC) são aqueles que neutralizam o risco na própria fonte e sua utilização é destinada a preservar a integridade física e a saúde dos trabalhadores, usuários e terceiros.

São exemplos de EPC os seguintes itens abaixo:

- Aterramento provisório;
- Tapete de borracha;
- Equipamento de isolamento de área;
- *Lock-out* e *Tag-out*.

2.6 EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL - EPI

Conforme define a NR-10, item 10.2.9.1, os Equipamentos de Proteção Individual (EPI) devem ser adotados quando as medidas de proteção coletiva forem tecnicamente inviáveis ou insuficientes para controlar os riscos em atendimento ao disposto na NR-6. – Equipamento de Proteção individual.

Ainda de acordo com a NR-6, também são situações passíveis do uso de EPI's, o período em que as medidas de proteção coletiva estiverem sendo implantadas e para atender situações de emergência.

O EPI não elimina riscos, mas serve para proteger ou reduzir a exposição do corpo do trabalhador contra eventuais lesões. Em face da eventual energia perigosa,

o EPI do Eletricista se comporta como um autêntico escudo de última defesa contra lesões graves ou morte, explica Oliveira (2007).

Souza et al. (2006) cita que é responsabilidade da empresa o fornecimento de EPI's com Certificado de Aprovação (CA) válido de acordo com o Ministério de Trabalho e Emprego (MET) e também o treinamento adequado quanto a utilização dos EPI's. O mesmo deve ser documentado pela empresa e deve conter dados do funcionário, data e escopo do treinamento.

São exemplos de EPI's:

- Luva de borracha;
- Protetor auricular;
- Capacete;
- Óculos de proteção;
- Vestimentas com nível de proteção adequada (*Arc Thermal Performance Value* - ATPV).

2.7 TRABALHO PROFISSIONAL

Oliveira (2007) comenta que de acordo com a NR-10 é prevista a execução de serviços de eletricidade em três situações distintas: a primeira corresponde aos serviços simples, onde a atividade seria exercida somente em baixa tensão, com circuitos desenergizados ou protegidos contra intervenções de intrusos; a segunda, corresponde aos serviços mais elaborados e com maiores riscos de acidentes, que envolvem trabalhos sob alta tensão, com atividades exercidas ao potencial elétrico ou não; a terceira, quando realizado nas proximidades do Sistema Elétrico de Potência, ou seja, próximo dos circuitos de alta tensão.

Ainda conforme o autor, a NR-10 previu a preparação e a realização de treinamentos especialmente voltados para a segurança do trabalhador. Assim, de acordo com o subitem 10.6.1.1, todos os trabalhadores que lidam direta e indiretamente com eletricidade deverão receber treinamento específico sobre as regras de segurança que regem o seu trabalho, com currículo mínimo, carga horária e demais disposições estabelecidas no anexo B (Anexo II da NR-10). Isto inclui gerentes, coordenadores, etc, com pleno conhecimento tanto na área técnica como

na área de segurança. Conforme Oliveira (2007) no item 10.8 da NR-10 adotou classificação diferenciada daquela prevista pela norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) NBR 5410, distribuindo os profissionais de eletricidade em três categorias, a saber:

- Qualificado
- Legalmente Habilitado
- Capacitado

2.7.1 Profissional Qualificado

Souza et al. (2006) informa que a NR-10 considera como trabalhador qualificado aquele que comprovar conclusão de curso específico na área elétrica reconhecido pelo Sistema Oficial de Ensino e possuir registro no conselho de classe - CREA. Onde Sistema Oficial de Ensino é entendido como: Instituição de ensino reconhecido pelo Ministério da Educação (Escolas técnicas e universidades) e que o curso ministrado por esta instituição também seja reconhecido pelo Ministério da Educação (MEC).

2.7.2 Profissional Legalmente Habilitado

De acordo com a NR-10, o profissional habilitado é aquele previamente qualificado e com registro no competente conselho de classe.

Segundo a conclusão de Santos (2013) o conselho mencionado é o Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA), visto que documentações, tipos de serviço, atribuições profissionais são regidos por esse órgão.

Seguindo este raciocínio, ainda conforme o autor pode-se concluir que os cursos de nível técnico, tecnólogo e superior são de habilitação.

2.7.3 Profissional Capacitado

Oliveira (2007) afirma que o subitem 10.8.3 da NR-10 considera trabalhador capacitado aquele que atende as seguintes condições, simultaneamente:

- Receba capacitação sob orientação e responsabilidade de profissional habilitado e autorizado;
- Trabalhe sob a responsabilidade de profissional habilitado e autorizado.

Segundo Souza et al. (2006), a capacitação só terá validade para a empresa que o capacitou e nas condições estabelecidas pelo profissional habilitado e autorizado responsável pela capacitação. A capacitação é comprovada pela apresentação dos certificados de conclusão de curso.

Oliveira (2007) explica que não é necessário que a empresa recorra a uma instituição reconhecida pelo Sistema Oficial de Ensino para proporcionar treinamento aos trabalhadores nas suas atividades técnicas específicas. Os treinamentos podem ser ministrados por profissionais comprovadamente habilitados para este fim.

Podem-se citar como atividades específicas as manutenções de motores, de sistemas de ar-condicionado, dentre outras.

2.7.4 Profissional Autorizado

Santos (2013) define que os profissionais autorizados são aqueles que possuem autorização formal da empresa para exercer suas atividades. Essa autorização deve ser compatível com a descrição dos cargos do funcionário a fim de evitar desvio de função, atendendo o item 10.8.6 da NR-10.

De acordo com Rachadel et al. (2013) os serviços a serem realizados em zona controlada por profissionais não autorizados a intervir em redes elétricas devem atender ao item 10.6.2 da NR-10, na qual estabelece que os trabalhos que exigem o ingresso na zona controlada devem ser realizados mediante procedimentos específicos respeitando a distância prevista no anexo A (Anexo I da NR-10).

2.8 ANÁLISE DE RISCOS

A NR-10 estabelece no item 10.2.1 que “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”.

Para Oliveira (2007) as circunstâncias de risco e perigo são detectadas através da observação visual, atenta e perspicaz dos equipamentos elétricos e da instalação na qual eles estão ligados. Esses riscos poderão ser evitados se for desenvolvido um trabalho de inspeção mensal e atualização do PIE. Há uma diferença entre risco e perigo, na qual o risco existe a chance de ocorrer danos ou lesões dentro de um determinado período de tempo e o perigo é a exposição que favorece a presença de risco como a causa de acidente.

De acordo com o Oliveira (2007) os métodos de análise de riscos podem ser classificados através da profundidade de estudo (foco) e da identificação dos perigos.

Já a análise preliminar de riscos (APR) deverá conter a descrição completa da atividade, o modo de como a instalação esta distribuída no estabelecimento e as circunstâncias ambientais nas quais a instalação está inserida (Oliveira, 2007).

2.9 MEDIDAS DE CONTROLE

Como dito anteriormente, ao trabalhar com a eletricidade, o trabalhador fica sujeito a diversos perigos, como choque elétrico e arco elétrico. Infelizmente, esses riscos são ignorados e por isso não se enxerga de maneira clara a necessidade de serem estabelecidas as medidas de controle dos riscos. Estas medidas tendem a neutralizar os principais riscos oriundos das atividades relacionadas com a eletricidade. Além das medidas de controle já adotadas, os itens 2.9.1 a 2.9.9 apresentam o conjunto completo das mesmas.

2.9.1 Aterramento Elétrico

De acordo com a ABNT NBR 5410/2004, todos os circuitos devem ser aterrados. É inadmissível qualquer circuito elétrico sem aterramento, pois ele exerce o papel principal na proteção dos profissionais. Existem três tipos de aterramentos, o aterramento funcional, o aterramento de proteção e o aterramento temporário.

2.9.2 Equipotencialização

Conforme Santos (2013), a equipotencialização consiste na interligação de todos os sistemas de aterramento e de todas as estruturas metálicas da edificação, incluindo a carcaça dos equipamentos que se encontram dentro da instalação.

2.9.3 Seccionamento Automático

Santos (2013) ainda diz que o seccionamento automático é realizado por dispositivos de proteção que tem a função de seccionar automaticamente a alimentação sempre que houver falta entre fase e massa e falta entre a fase e terra.

2.9.4 Dispositivos de Corrente de Fuga

Tal dispositivo tem como função proteger as pessoas contra faltas a terra. Esta proteção é realizada através de dispositivos que detectam correntes de fuga, diz Santos (2007). Oliveira (2007) comenta que dentre esses dispositivos, o DDR (Disjuntor Diferencial Residual) podem operar para qualquer valor de corrente diferencial superior a 50% da corrente de disparo nominal.

2.9.5 Barreiras e Invólucros

Segundo Souza (2006), barreiras e invólucros são equipamentos que tem como finalidade impedir o contato do trabalhador com as partes vivas do sistema.

2.9.6 Isolamento das partes vivas

Conforme Santos (2007), o isolamento das partes vivas é um meio de impedir qualquer tipo de contato com as partes vivas, devendo essas serem capazes de suportar esforços mecânicos, químicos, elétricos e térmicos.

2.9.7 Isolação dupla ou reforçada

Segundo Oliveira (2007), a isolação dupla ou reforçada é o mesmo processo anterior, desta vez feita com a aplicação de uma camada de isolamento sobreposta à camada anterior. Também é conhecida como isolação classe II, desta maneira não pode ser aterrada.

2.9.8 Plano de Inspeção

Os serviços a serem realizados em instalações elétricas devem ser planejados com antecedência, dessa forma, As inspeções no local devem ser realizadas antes da execução dos serviços e também periodicamente para verificação dos riscos e adoção das medidas de segurança necessárias, conforme o item 10.4 da NR-10. (Rachadel et al., 2013)

Ainda conforme o autor a implantação do procedimento de inspeção deverá contemplar os itens a serem inspecionados, a periodicidade, quem deverá inspecionar, além das observações do vistoriador.

2.10 INSTRUMENTOS

Os principais instrumentos e equipamentos utilizados nos experimentos realizados no Laboratório de Eletrotécnica da UFPR são:

- Bancadas principais da WEG;
- Multímetro;
- Amperímetro;
- Frequencímetro;
- Ohmímetro;
- *Jumpers*;
- Motores;
- Controlador Lógico Programável (CLP);
- Inversores de Frequência;
- Tacômetros;

- Medidores de Qualidade de Energia;
- Computadores.

Além desses itens, é fornecido pelo fabricante WEG, kits individuais de servomecanismo, inversores, controlador lógico programável, medidas elétricas entre outros kits que, conjuntamente, compõe os instrumentos necessários para a realização dos experimentos da disciplina Laboratório de Engenharia Elétrica V.

2.11 FERRAMENTAL

As ferramentas, de modo geral, tem a finalidade de aumentar a capacidade de trabalho dos profissionais, que muitas vezes acabam se acidentando por ignorar as técnicas corretas de utilização ou cuidados quanto à aplicação. (Rachadel et al., 2013).

Conforme a norma ABNT NBR 9699 as ferramentas devem conter em sua camada isolante as informações de origem (fabricante), referência de produto, ano de fabricação e a tensão de uso.

De acordo com Santos (2013), o trabalho com eletricidade compreende a necessidade de ferramental com nível de isolamento adequado para a tensão de trabalho. Esse ferramental deve ser periodicamente vistoriado, a fim de evitar qualquer não conformidade com a isolamento. É necessário anexar ao prontuário à relação do ferramental utilizado, além do relatório de testes de isolamento. A periodicidade dos testes de isolamento é determinada pelo fabricante ou feita anualmente. Portanto, deve existir uma pasta exclusiva para alocar a relação dos ferramentais e os relatórios de testes de isolamento dentro do Prontuário das Instalações Elétricas (PIE).

A tabela 2 apresenta o modelo de controle de ferramental sugerido por Santos (2013).

Tabela 2 - Modelo de lista com especificação de ferramental. Fonte: Santos (2013).

Descrição	Modelo	Fabricante	Próximo teste de isolamento	Nº do certificado

2.12 PROCEDIMENTOS TÉCNICOS

A NR-10 estabelece que os serviços com eletricidade devem ser planejados e realizados através de um procedimento de trabalho específico. Todos os trabalhos relacionados com eletricidade devem atentar ao procedimento. Ele é um documento que descreve como uma tarefa deve ser executada com segurança e dentro dos padrões (Santos, 2013).

De acordo com o mesmo autor, este procedimento traz diversas vantagens tanto para a empresa como para o profissional, tais como:

- Padronização nas instalações elétricas;
- Menor probabilidade de acidente de trabalho;
- Ferramenta de avaliação de desempenho;
- Uniformização de conceitos técnicos;
- Facilidade de treinamento de novos funcionários.

O autor ainda informa que é possível dividir os procedimentos técnicos em dois tipos:

- Procedimentos básicos: independem da tarefa a ser executada.
 - Isolamento de áreas;
 - Sinalização;
 - Desenergização;
 - Energização.
- Procedimentos específicos: alguma tarefa específica.
 - Instalação de luminárias;
 - Aterramento temporário.

O mesmo autor também orienta que, para a elaboração de um procedimento técnico, é necessário seguir as regras abaixo:

1. O procedimento deverá conter uma linguagem simples;
2. Utilizar frases curtas e diretas;
3. Evitar a utilização de termos técnicos na descrição do procedimento.

A NR-10 no item 10.11.3 estabelece que os procedimentos de trabalho devem conter no mínimo: objetivo, campo de aplicação, base técnica, competências e responsabilidades, disposições gerais, medidas de controle e orientações finais. Além desses itens, é necessária a assinatura do profissional responsável pelo procedimento e o profissional do Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho (SESMT).

Desse modo, Barros (2013) sugere um procedimento de trabalho conforme a tabela 3.

Tabela 3 - Modelo de procedimento de trabalho. Fonte: Barros (2013)

Logo	Nome do Procedimento	Página xxx Rev x
1 - Objetivo		
2 - Campo de aplicação		
3 - Base técnica		
4 - Competências		
5 - Responsabilidade		
6 - Material necessário		
7 - Ferramental necessário		
8 - Equipamento de proteção coletiva		
9 - Medidas de controle		
10 - Sequência de etapas		
11 - Disposições gerais		
12 - Orientações finais		
Profissional autorizado responsável pelo procedimento (nome e assinatura)		Profissional do SESMT (nome e assinatura)

2.13 PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIOS

Conforme Oliveira (2007), a NR-10 contemplou o item 10.9, contendo cinco subitens sobre sistemas de proteção contra incêndio e explosão quando as áreas de trabalho contiverem instalações elétricas. Esses sistemas devem ter nível de riscos e o foco da análise de segurança deve ser concentrado nos três enfoques seguintes:

- Segurança da vida humana;
- Proteção da propriedade e de seu conteúdo;
- Continuidade do processo operacional do estabelecimento.

2.13.1 Noções Básicas

Segundo Oliveira (2007), as fontes de incêndio mais comuns, com seus respectivos percentuais de participação são:

- Eletricidade: 21%
- Atrito: 14%
- Centelhas: 12%
- Ignição espontânea: 8%
- Cigarros e fósforos: 8%
- Superfícies aquecidas: 7%
- Chamas abertas: 5%
- Solda e cortes: 4%
- Outros: 21%

Ainda conforme o autor verifica-se o quanto a eletricidade é a maior responsável pelos incêndios, sem sequer ser necessário observar que é dela mesmo que provém a maior parte das centelhas de ignição.

De acordo com Souza (2006), os três elementos essenciais da combustão, constituem o triângulo da combustão, mostrado na figura 3.



Figura 3 - Triângulo do fogo. Fonte: Souza (2006)

2.13.2 Classe de Incêndio

De acordo com Barros (2012), os materiais combustíveis são divididos em classes para combater o incêndio utilizando os agentes de extinção apropriados para cada classe.

Classe A: Essa classe se refere aos materiais que deixam resíduos sólidos, que são mais difíceis de combater em virtude dos resíduos no final da queima.

Classe B: Essa classe inclui os materiais líquidos inflamáveis e gasosos. Materiais esses que necessitam do abafamento do ambiente, de modo a retirar o oxigênio do ar.

Classe C: Essa classe se refere a equipamentos energizados. Apesar de esses equipamentos fazerem parte da classe A, não podemos combatê-los com agente extintor de água ou espuma, é necessário utilizar um agente que não seja condutor de energia. São exemplos desses equipamentos: Fios e cabos, cabine primária, quadro de distribuição, máquinas e equipamentos elétricos em geral, entre outros.

Classe D: Esses materiais são os metais passíveis de combustão, chamados pirofóricos. Apesar de serem sólidos, eles são segregados em uma classe exclusiva, pois qualquer outro agente pode causar explosões violentas ou mesmo não apagar a combustão. Por exemplo: Magnésio, titânio, potássio, zinco, entre outros.

Classe K: Essa classe é destinada a combates de incêndios em cozinhas industriais que, por não possuírem um agente extintor específico, no combate ao fogo, acaba por gerar outros problemas como a contaminação dos alimentos e a danificação de equipamentos elétricos. Os exemplos de materiais da classe K são: Óleo, gordura, banhas quentes, entre outros.

2.13.3 Tipos de Extintores

2.13.3.1 Extintor de água

De acordo com Barros (2012), os extintores de água são usados em incêndio da classe A e seu método de extinção é por resfriamento, sendo assim excelente para sólidos.

2.13.3.2 Extintor de espuma mecânica

Barros (2012) explica que esse extintor é usado em classes A e B. Eficaz em produtos químicos inflamáveis, retirando o comburente e apagando a chama, trabalhando assim na forma de abafamento.

2.13.3.3 Extintor de pó químico seco

Segundo Souza (2006), o pó químico age por abafamento e por interrupção da reação em cadeia da combustão, motivo pelo qual é o agente mais eficiente para incêndio de classe B. Seu princípio de funcionamento é baseado na retirada do oxigênio.

2.13.3.4 Extintor de gás carbônico

Conforme Souza (2006), o gás CO₂ é um gás insípido, inodoro, incolor, inerte e não condutor de eletricidade. Pesa cerca de 1,5 vezes mais que o ar atmosférico e é armazenado, sob a pressão de 850 libras, em tubo de aço. Age por abafamento, suprimindo e isolando o oxigênio do ar. É eficiente nos incêndios de classe B e C.

2.14 RESPONSABILIDADE CIVIL E CRIMINAL

Conforme Souza (2006), a responsabilidade revela o dever jurídico de satisfazer a prestação convencionada ou para suportar as sanções legais impostas. Em caso de acidentes de trabalho envolvendo eletricidade, a empresa é responsável pela tomada de medidas de caráter preventivas e corretivas, visando à eliminação das causas do acidente.

Conforme regulamentado em norma, a NR-10 o trabalhador deve ser responsável por sua segurança e de outras pessoas que possam ser afetadas pelo seu trabalho. Dessa forma, o funcionário deve respeitar criteriosamente as normas de segurança do trabalho implementadas na empresa.

Segundo Barros (2012), as responsabilidades atribuídas a empresas e profissionais não estão limitadas somente a NR-10, mas também à Constituição Federal, à Consolidação das Leis do Trabalho (CLT) e aos códigos civil e penal.

Ainda de acordo com o autor, qualquer empresa ou seus prepostos podem responder quando da ocorrência de um acidente de trabalho, caso seja comprovada culpa devido à imperícia, imprudência ou negligência.

2.15 PIE – PRONTUÁRIO DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

Para Souza (2010) a finalidade do PIE se baseia na criação de uma memória dinâmica da instalação elétrica, dos procedimentos de trabalho e dos sistemas de medidas de proteção, da realização dos treinamentos, enfim da organização das instalações elétricas. Ao regulamentar essa obrigatoriedade de documentar promove-se a oportunidade de gestão responsável e, avaliação a qualquer tempo, tendo suas características atestadas mediante a documentação que facilitará informações, estudos e pesquisas aos trabalhadores e demais interessados.

Santos (2013) afirma que a concepção do PIE é simples: “arquivar todas as documentações relacionadas ao sistema elétrico em um único local”, ao quais todos os profissionais tenham livre acesso.

A NR-10 estabelece no item 10.2.6 e 10.2.7 que o Prontuário de Instalações Elétricas deve ser organizado e mantido atualizado pelo empregador ou pessoa formalmente designada pela instituição, devendo ser esse, um profissional habilitado.

Ainda de acordo com o autor, o PIE deve garantir o livre acesso a todos os interessados e conter a documentação mínima exigida pelos subitens 10.2.3, 10.2.4 e 10.2.5 da NR-10, conforme tabela 4, as quais devem ser elaboradas por um profissional habilitado, conforme já exposto anteriormente.

Nada impede de acrescentar ao prontuário outras documentações que, apesar de não estarem listadas diretamente na NR-10, são parte integrante do dia a dia dos profissionais que interagem com eletricidade. Alguns exemplos são: especificações de materiais e equipamentos, projetos elétricos, medições e testes nas instalações e/ou equipamentos elétricos, etc. (Santos, 2013).

Tabela 4 - Documentação mínima do prontuário. Fonte: Santos (2013)

Carga instalada	Documentos exigidos
Menor que 75 kW	Diagrama unifilar
Maior que 75 kW	1. Diagrama unifilar
	2. Procedimentos técnicos
	3. Laudo/relatório do sistema de proteção contra descargas atmosféricas, aterramento, instalações elétricas e planos de ações.
	4. Especificação dos Equipamentos de Proteção Coletiva (EPC's) e Individual (EPI's), além do ferramental.
	5. Documentação comprobatória de capacitação, qualificação e habilitação dos profissionais que interagem com eletricidade.
	6. Resultados de testes de isolamento elétrica realizados em equipamentos de proteção individual e coletiva.
	7. Descrição do plano de emergência.
	8. Certificados dos equipamentos de proteção coletiva e individual.

Santos (2013) recomenda ainda os seguintes passos para a montagem de um Prontuário das Instalações Elétricas:

1. Definir o responsável pelo PIE;
2. Definir o local onde o prontuário será guardado;
3. Determinar o modelo do prontuário;
4. Arquivar todos os documentos;
5. Formalizar a implantação do prontuário.

3 ESTUDO DE CASO

3.1 ESTRATÉGIA

Para o desenvolvimento dos trabalhos, realizou-se uma triagem dos laudos das instalações elétricas do laboratório de eletrotécnica, PK-12, realizadas por alunos que cursaram a disciplina de segurança do trabalho nos semestres anteriores. Com base nos laudos e nas visitas ao laboratório, além de entrevistas com os professores, técnicos e monitores que trabalham no laboratório foram formulados os documentos que compõe o prontuário das instalações elétricas.

Também foram avaliados os roteiros dos experimentos do ponto de vista de segurança no trabalho.

Com base nessas avaliações, foram propostas adequações necessárias e desenvolvidas as respectivas Ordem de Serviços (OS) para cada experimento, na qual foram submetidos à avaliação dos professores, monitores e técnicos.

3.2 LAUDOS DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

Os laudos das instalações elétricas apresentam as seguintes não conformidades.

1. As bancadas não possuem sinalização de segurança;
2. Identificação de área energizada inadequada, de acordo com a figura 4;



Figura 4 - Identificação inadequada da área energizada. Fonte: As autoras (2014)

3. Quadro de distribuição obstruído, conforme a figura 5;



Figura 5 - Quadro de distribuição com acesso obstruído. Fonte: As autoras (2014)

4. Não houve treinamento para situações de emergências, como primeiros socorros e combate a incêndios. O único procedimento para casos de emergência encontra-se fixado atrás da porta evidenciado na figura 6.



Figura 6 - Procedimento para casos de emergência. Fonte: As autoras (2014)

5. Não é disponibilizado nenhum EPI nas atividades laboratoriais e os serviços ou equipamentos de proteção coletiva quando disponíveis nem sempre são utilizados;

6. Acúmulo de materiais propiciando o surgimento de animais peçonhentos.
As figuras 7, 8, 9 demonstram as não conformidades;



Figura 7 - Cadeiras acumuladas. Fonte: As autoras (2014)

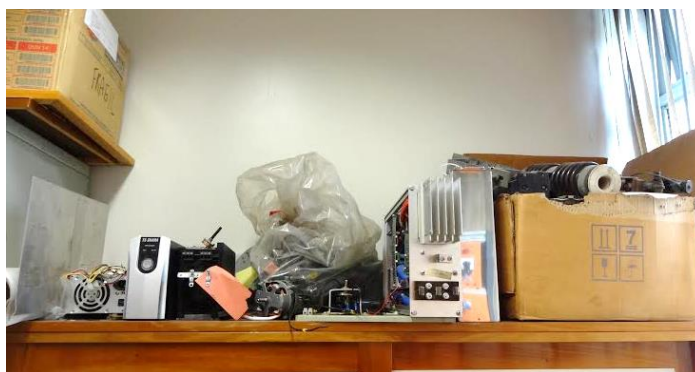


Figura 8 - Materiais em cima do armário. Fonte: As autoras (2014)



Figura 9 - Objetos em cima dos equipamentos. Fonte: As autoras (2014)

7. Procedimentos não adequados;

Foram analisadas das rotinas dos experimentos realizados na matéria de Laboratório V, totalizando 25 experimentos, são eles:

- Ligação de um interruptor com uma lâmpada em série;
- Ligação de lâmpadas em série;
- Ligação de lâmpadas em paralelo;
- Ligação de interruptor em paralelo;
- Ligação de interruptor intermediário;
- Ligação de lâmpada fluorescente;
- Ligação de contator;
- Três lâmpadas comandadas por contator;
- Partida de motor monofásico a contator;
- Reversão de motor monofásico a contator;
- Partida de motor trifásico usando disjuntor-motor;
- Partida direta de motor trifásico a contator;
- Reversão trifásica a contator;
- Reversão trifásica com fins de curso;
- Circuito com proteção contra falta de fase;
- Circuito sequencial;
- Partida estrela-triângulo automática;
- Partida estrela-triângulo com contator auxiliar;
- Partida estrela-triângulo com reversão;
- Ligação do relé fotoelétrico;
- Partida compensadora;
- Partida compensadora com contatores auxiliares;
- Controle de um circuito sequencial;
- Partida direta comandada pelo CLP clic;
- Partida estrela-triângulo comandada pelo CLP clic;

Observou-se que os procedimentos dos experimentos adotados não estão adequados.

8. Ausência de mapa de riscos;
9. Não utilização do dispositivo de bloqueio de chave de segurança durante os procedimentos realizados nas bancadas
10. Os cabos utilizados para a realização dos experimentos não possuem padronização de cores, conforme NBR 5410 (figura 10);



Figura 10 - Cabos do laboratório de Eletrotécnica PK-12. Fonte: As autoras (2014)

11. Riscos de choque elétrico devido à falta de proteção das placas das bancadas, conforme figura 11;



Figura 11 - Parte de trás da placa exposta. Fonte: As autoras (2014)

12. Iluminação inadequada, conforme apresenta a tabela 5 e na figura 12;

Tabela 5 - Nível de Iluminamento. Fonte: As autoras (2014)

	Valor Medido [lx]	Valor Adequado [lx]
Ponto 1	350	500
Ponto 2	465	500
Ponto 3	480	500
Ponto 4	450	500
Ponto 5	139	500
Ponto 6	135	500

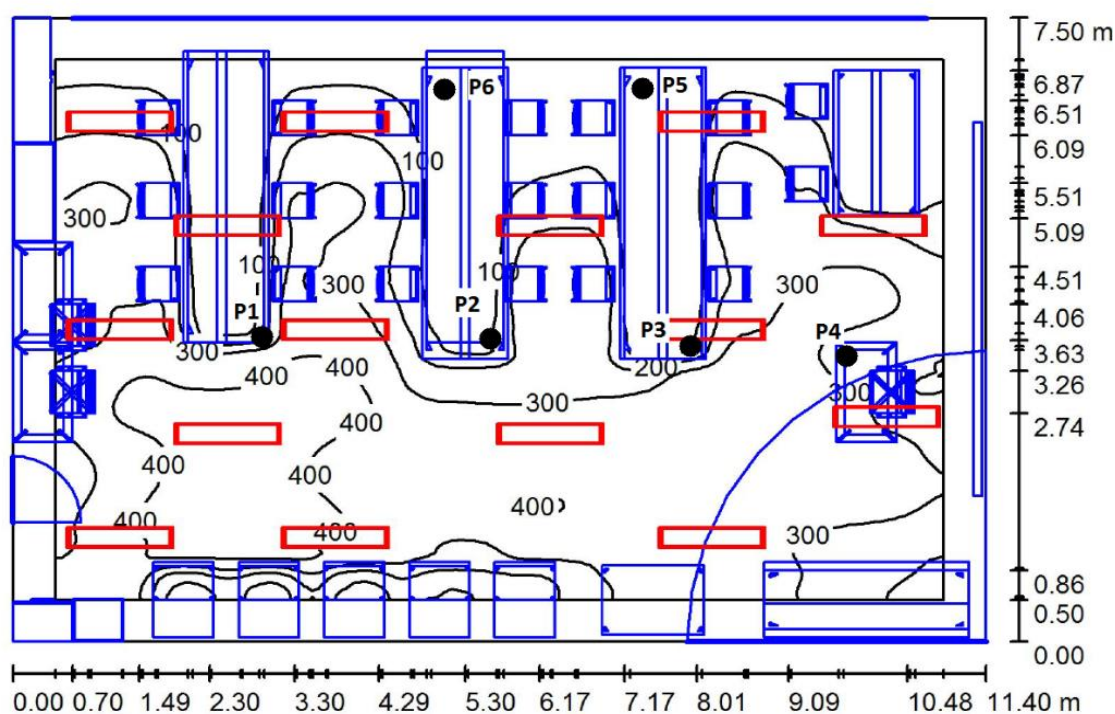


Figura 12 - Mapa de iluminância do laboratório. Fonte: As autoras (2014)

13. Pessoal não qualificado nos termos do item 10.8 da NR-10;

14. Diagrama unifilar não atualizado;

15. Bancadas possuem disjuntor diferencial residual (DDR), mas não possui aterramento e não estão interligados à malha de terra, conforme a figura 13;



Figura 13 - Disjuntor DDR com neutro desconectado. Fonte: As autoras (2014)

16. Ausência de botão de emergência nas bancadas (figura 14);



Figura 14 - Bancada sem botão de emergência. Fonte: As autoras (2014)

17. O prédio de Engenharia Elétrica possui aterramento desatualizado;

18. Área de trabalho e equipamentos improvisados, conforme figuras 15 e 16;



Figura 15 - Tomadas improvisadas. Fonte: As autoras (2014)

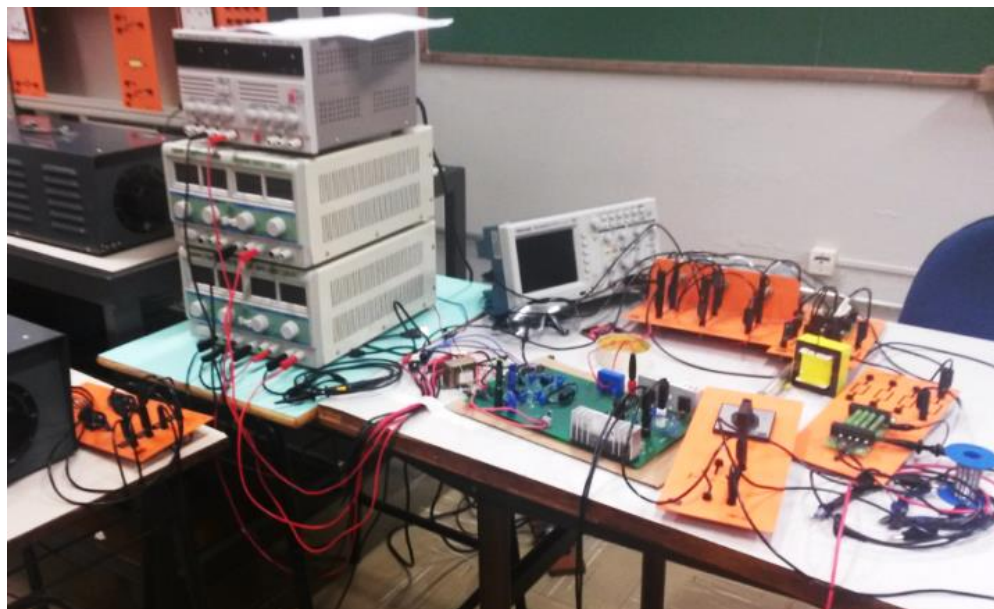


Figura 16 - Experimento improvisado. Fonte: As autoras (2014)

19. Fusíveis não dimensionados (todos fusíveis são de 4A);

20. O laboratório não possui iluminação de emergência;

21. O laboratório não possui rota de fuga no caso de queda de energia ou sinistros, como observado na figura 17;



Figura 17 - Porta de acesso sem saída de emergência (Vista externa).
Fonte: As autoras (2014)

22. A montagem dos experimentos exigem posições ergonomicamente inadequadas;

23. Falta de impedimento de acesso ao motor em funcionamento (Figura 18);



Figura 18 - Motores sem proteção. Fonte: As autoras (2014)

24. Falta de extintor de incêndio no interior da sala;

25. Falta de manutenção no ambiente de trabalho. (Figuras 19, 20, 21 e 22).



Figura 19 - Placas com defeitos. Fonte: As autoras (2014)



Figura 20 - Parte superior da bancada com cupins. Fonte: As autoras (2014)



Figura 21 - Maçaneta da porta de acesso quebrada. Fonte: As autoras (2014)



Figura 22 - Placas foram retiradas por problema de goteiras. Fonte: As autoras (2014)

4 PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DO PRONTUÁRIO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DO LABORATÓRIO DE ELETROTÉCNICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

O prontuário das instalações, para as atividades de experimentos aplicados no laboratório da PK-12, é constituído conforme a estrutura a seguir.

4.1 ESTRUTURA DA PROPOSTA DO PRONTUÁRIO DA INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DO LABORATÓRIO DA PK-12

O prontuário proposto para as atividades com eletricidade da sala PK-12 é estruturado conforme a figura 23.

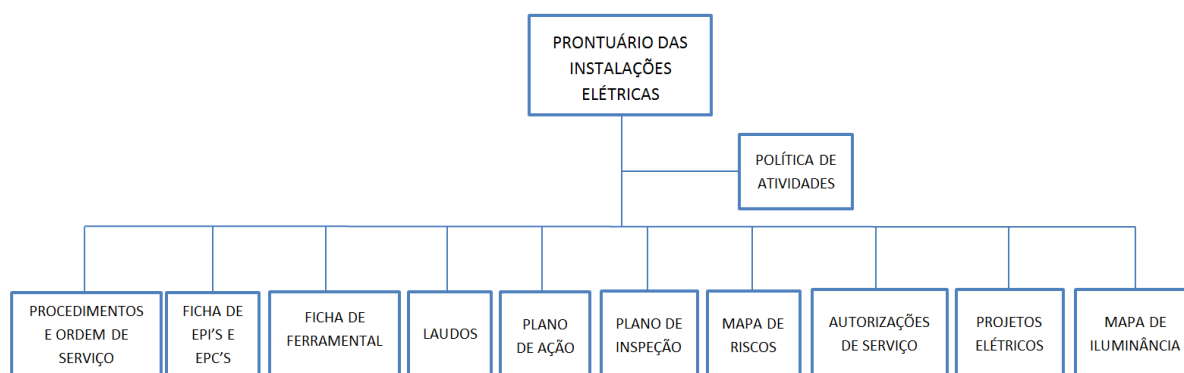


Figura 23 – Diagrama de blocos da estrutura do PIE. Fonte: As autoras (2014)

1. Política para atividades no Laboratório de Eletrotécnica da UFPR:

Documento dedicado a estabelecer as políticas de responsabilidade do departamento perante o laboratório e uso consciente do mesmo, com o objetivo de garantir a segurança dos usuários do laboratório.

2. Procedimentos e ordens de serviços dos experimentos:

Engloba todos os procedimentos e demais especificações técnicas e executivas para a realização dos 25 experimentos desenvolvidos no laboratório de eletrotécnica. Além da análise de risco e medidas de controle direcionadas especificamente para cada experimento.

3. **EPI's e EPC's:** Ficha destinada à esclarecer as especificações técnicas, a condição de uso da ferramenta ou dos equipamentos de proteção quanto a isolação e funcionalidade, bem como evidenciar a entrega de materiais de proteção.
4. **Ferramental:** Ficha destinada à esclarecer as especificações técnicas e arquivar os laudos de isolação das ferramentas em questão.
5. **Laudos técnicos:** Conjunto de laudos técnicos do laboratório de eletrotécnica, desenvolvidos anteriormente durante semestre letivo da disciplina de Segurança do Trabalho.
6. **Plano de ação:** Síntese das não conformidades e suas respectivas soluções agrupadas em ações de curto, médio e longo prazo de acordo com a severidade do risco.
7. **Plano de inspeção:** Conjunto de itens de inspeção primordiais para a segurança na execução dos experimentos de eletrotécnica. O plano de inspeções contém ainda os responsáveis por cada item e sua respectiva periodicidade de inspeção.
8. **Mapa de Riscos:** Ficha que qualifica e quantifica os agentes físicos, químicos, biológicos, ergonômicos e de acidentes que podem ocasionar riscos para o laboratório de eletrotécnica.
9. **Autorização formal de serviço:** Procedimento e modelo de termo de responsabilidade direcionado aos professores, técnicos e monitores como forma de comprovação de ciência dos riscos e responsabilidades designados a cada cargo. Os procedimentos englobam também a lista de documentos que cada profissional deve apresentar, dentre eles, Avaliação de Saúde Ocupacional (ASO), curso de NR-10, entre outros. As autorizações devem ser assinadas pelo chefe e/ou coordenador do departamento do curso de Engenharia Elétrica.

10. Projetos elétricos: Diagrama unifilar das instalações elétricas, com as divisões de circuitos e a representação das suas respectivas proteções separadas por quadro elétrico. Nos projetos elétricos, também é contemplada a planta baixa do SPDA do prédio de engenharia elétrica. Os documentos se encontram da maneira em que foram projetados e não consta as built.

11. Mapa de Iluminância: Análise do arranjo atual de distribuição de luminárias através de estudo luminotécnico resultando em curvas de nível de iluminamento.

4.2 PLANO DE AÇÃO

Com base na Revisão Bibliográfica, apresentam-se neste capítulo as propostas de adequações que deverão compor o PIE para a correção das não conformidades apresentadas no item 3.2.

Propõe-se que essas ações sejam executadas em curto prazo (6 meses), médio prazo (12 meses) e longo prazo (18 meses) de acordo com o critério a seguir:

a) Curto prazo (Até 6 meses)

- Ações a serem tomadas com urgência a fim de evitar riscos relacionados à eletricidade;
- Compra de materiais (EPI, material de sinalização).

b) Médio prazo (6 a 12 meses)

- Sinalizações;
- Projetos.

c) Longo prazo (12 a 18 meses)

- Ações que não estão diretamente relacionadas com os riscos elétricos.

4.3.1 Ações de Curto Prazo

1. Não utilização do dispositivo de bloqueio de chave de segurança durante os procedimentos realizados nas bancadas;

Solução proposta:

Atendendo ao item 1.7 da NR-1 e ao item 10.10.1 da NR-10, deve-se orientar a quem for manipular a bancada sobre os riscos a que estão expostos e a importância do uso do dispositivo de bloqueio, informar a obrigatoriedade do uso do dispositivo de bloqueio durante o processo de montagem do circuito, instruir sobre o procedimento de utilização, bem como incluir a obrigatoriedade de seu uso na ordem de serviço, garantindo a sinalização e o impedimento da energização da bancada quando estiverem sendo realizados procedimentos nas mesmas.

Atendendo ao item 10.4.4 da NR-10 deve-se realizar periodicamente a inspeção dos dispositivos de bloqueio de chave de segurança da bancada, realizando a manutenção ou substituição sempre que estes não estiverem em condições seguras de funcionamento ou estiverem inoperantes. No apêndice B encontra-se um modelo a ser aplicado.

O item 10.5.1 da NR-10, que especifica a sequência do procedimento de desenergização, necessário para quando a montagem do circuito incluir capacitores ou outros componentes que possam armazenar carga inicia com o seccionamento e o impedimento de reenergização, que podem ser atendidos com o uso destas chaves gerais e dispositivo de bloqueio.

2. Procedimentos não adequados;

Solução proposta:

É necessária a correção dos procedimentos técnicos referente aos experimentos do item 3.2 contendo todas as informações fundamentais de acordo com a NR-10, conforme a tabela 3.

Os procedimentos técnicos se encontram no item 1.0 do prontuário proposto.

3. Fusíveis não dimensionados (todos os fusíveis são de 4A);

Solução proposta:

O fusível é um dispositivo de proteção capaz de interromper qualquer corrente de curto-circuito inferior ou igual à corrente de curto-circuito presumida, onde a corrente de curto-circuito presumida deve ser determinada em todos os pontos da bancada de atividades julgados necessários.

Conforme o item 5.3.5.2.1 da norma ABNT NBR5410 devem ser providos dispositivos que assegurem proteção contra curtos-circuitos em todos os pontos onde uma mudança resulte em alteração do valor da capacidade de condução de corrente dos condutores.

Nos Procedimentos e Ordens de Serviços, os fusíveis já estão dimensionados de acordo com o experimento que será realizado.

4. Ausência treinamento para situações de emergências, como primeiros socorros e combates a incêndios;

Solução proposta:

O desacordo com a norma pode ser solucionados com a adequação da edificação a NR-23 que informa que todos os locais de trabalho devem possuir:

- a) proteção contra incêndio;
- b) saídas suficientes para a rápida retirada do pessoal em serviço, em caso de incêndio;
- c) equipamento suficiente para combater o fogo em seu início;
- d) pessoas adestradas no uso correto desses equipamentos.

Os professores e técnicos devem receber treinamentos de primeiros socorros e estarem cientes do plano de emergência com as devidas ações a serem tomadas. Equipamentos como desfibrilador automático externo (DEA), bolsa de primeiros socorros e urgência devem estar disponíveis no laboratório.

5. Pessoal não qualificado nos termos do item 10.8 da NR-10;

Solução proposta:

Conforme já exposto anteriormente, os trabalhadores que desenvolvem atividades com eletricidade deverão receber treinamento específico sobre as regras de segurança que regem o seu trabalho. Desse modo como medida preventiva deve-se ofertar curso de NR-10 para todos os técnicos, professores e monitores que trabalham no local.

Para os alunos propõe-se cursar a matéria de Segurança do Trabalho antes de iniciar as atividades nos laboratórios. Com isso os alunos já estariam cientes dos riscos que estão expostos.

6. Riscos de choque elétrico devido à falta de proteção das placas das bancadas;

Solução proposta:

Atendendo ao item 1.7 da NR-1 e ao item 10.13.2 da NR-10, deve-se orientar a quem for manipular a bancada sobre os riscos a que estão expostos e a importância de informar a risco de choque com a indevida manipulação das placas durante o processo de montagem do circuito, instruir sobre o procedimento de utilização, bem como incluir a advertência de seu uso no roteiro de aula, conforme proposto nas ordens de serviços dos experimentos.

Nas atividades referidas a manipulação das placas, deve ser adotada medidas preventivas contra choques elétricos, sendo a prioridade a desenergização do circuito nos termos do item 10.5.1 da NR-10.

A fim de evitar o choque elétrico no momento da manipulação das placas, recomenda-se isolamento com placa de acrílico nas partes vivas, uma vez que a parte de trás das placas encontra-se exposta.

7. Não é disponibilizado nenhum EPI nas atividades laboratoriais e os serviços ou equipamentos de proteção coletiva quando disponíveis nem sempre são utilizados.

Solução proposta:

Atendendo ao item 10.2.9.1 da NR-10 e aos itens 6.1, 6.2, 6.3, 6.6.1 da NR-6, deve-se disponibilizar equipamentos de proteção individual adequada para cada pessoa que usufruir do laboratório.

Para manobras seguras em instalações elétricas são necessários alguns equipamentos de segurança que previnem os riscos elétricos existentes. Para os experimentos realizados no Laboratório de Eletrotécnica da UFPR se faz necessário o uso de alguns desses equipamentos de segurança, são eles:

- Equipamento de Proteção Coletivo (EPC) – Utilização e verificação antes e durante a montagem do experimento, conforme especificado na tabela 6.
 - *Tag-Out* ;
 - *Lock-Out*;
 - Tapetes isolantes;
 - Multímetro;
 - Aterramento provisório;
 - Equipamento de isolamento de área.

- Equipamento de Proteção Individual (EPI) – Utilização durante e depois (reenergização da bancada) da montagem do experimento, conforme especificado na tabela 7.
 - Protetor Auricular;
 - Óculos de proteção;
 - Luvas de borracha (Quando for trabalhar com equipamentos energizados);
 - Luvas de cobertura.

Os equipamentos de uso coletivo e individuais serão utilizados por todos os usuários do laboratório conforme a necessidade de cada experimento, como descrito no procedimento técnico.

Recomenda-se também a instalação de piso de borracha no laboratório, a fim de minimizar os efeitos dos riscos elétricos e também os riscos de acidentes.

A NR-10 estabelece que os EPI's só devem ser adotados quando as medidas de proteção coletiva forem tecnicamente inviáveis ou insuficientes para controlar os riscos.

De acordo com a NR-6 o equipamento de proteção individual, de fabricação nacional ou importado, só poderá ser posto à venda ou utilizado com a indicação do Certificado de Aprovação (CA) validado pelo Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), conforme tabela 7.

Tabela 6 - Especificação técnicas dos EPC's. Fonte: As autoras (2014)

EPC's	Observações
Tag-Out	Atender a especificação OSHA
Lock-Out	Atender a especificação OSHA
Tapetes isolantes	Conforme norma ASTM D178 ou IEC 6111
Multímetro	Conforme norma IEC 61010
Aterramento provisório	Conforme norma ASTM F855-04 ou IEC 61230
Equipamento de isolamento de área	Conforme NR-10

Tabela 7 - Especificação Técnica dos EPI's. Fonte: As autoras (2014)

EPI's	Modelo	Observações
Protetor Auricular	Protetor de inserção	Necessita ter o Certificado de Aprovação
Óculos de proteção	Para proteção contra impacto	Necessita ter o Certificado de Aprovação
Luvas de borracha	Luvas contra choques elétricos.	Classe: 00 (Tensão Máxima de uso: 500 Vca). Necessita ter o Certificado de Aprovação
Luvas de cobertura	Luvas de proteção à luva de borracha	Necessita ter o Certificado de Aprovação

8. Os cabos para realizar os experimentos não possuem padronização de cores;

Solução proposta:

A identificação por cores dos condutores tem como finalidade facilitar a execução de conexões, emendas e as intervenções para a manutenção. No nosso caso, além de facilitar a execução e correção das conexões dos experimentos, a padronização de cores possui caráter didático aplicável na experiência profissional do aluno. Por fim, a correta identificação dos condutores aumenta a segurança dos alunos ao executar os experimentos.

Para caso dos condutores de fase o item 6.1.5.3.4 da NBR 5410 estabelece que qualquer condutor isolado, utilizado como condutor de fase deve ser identificado de acordo com essa função. Em caso de identificação por cor, os condutores de fase podem ser de cor preta, branca, vermelha ou amarela, exceto azul-claro, verde ou verde-amarela. Para o caso dos condutores de neutro o item 6.1.5.3.1 da norma NBR 5410 prevê que “qualquer condutor isolado, utilizado como condutor neutro deve ser identificado conforme essa função”. Em caso de identificação por cor, deve ser adotada a cor azul-claro. Para o condutor terra é adotado a cor verde ou verde-amarelo.

Desta forma é recomendado o uso de um padrão de cores para a identificação dos cabos que vierem a ser utilizados como terra e como fase durante as aulas.

9. Bancadas possuem disjuntor DDR, mas não possuem aterramento e não estão interligadas a malha de terra;

Solução proposta:

Como sugestão, é recomendável a construção de um sistema de aterramento que assegure a configuração e dimensionamento correto, sendo necessário que todas as bancadas estejam aterradas em um mesmo ponto terra.

É sugerido que as barras metálicas que cercam as bancadas sejam encapadas com material isolante e isoladas com epóxi, assim evita-se a condução da corrente no aluno ou em objetos próximos às bancadas.

10. Ausência de botão de emergência em algumas bancadas;

Solução proposta:

Como foi verificado em levantamento técnico, existem bancadas que não possuem botão de segurança. Tais botões de emergência deverão ser instalados, um por bancada para que, em casos de emergência, seja possível a abertura do circuito.

Conforme o item 26.1.2 da NR-26, os botões de emergência deverão possuir a cor vermelha, de maneira a ser facilmente identificados e localizados. Atendendo também o item 10.4.4 da NR-10, deve ser feita manutenção periódica nos dispositivos.

Deve-se lembrar de que o botão de emergência é exclusivo para esse fim, não devendo ser utilizado como liga/desliga.

4.3.2 Ações de Médio Prazo

11. As bancadas não possuem sinalização;

Solução Proposta:

Realizar as sinalizações conforme o subitem 10.10.1 da NR-10 na qual define que para serviços e instalações em eletricidade deve ser adotada sinalização adequada de segurança, destinada à advertência e à identificação, obedecendo ao disposto na NR-26 – Sinalização de Segurança, de forma a atender, dentre outras, as situações a seguir:

- a) identificação de circuitos elétricos;
- b) travamentos e bloqueios de dispositivos e sistemas de manobra e comandos;

- c) restrições e impedimentos de acesso;
- d) delimitações de áreas;
- e) sinalização de áreas de circulação;
- f) sinalização de impedimento de energização;
- g) identificação de equipamento ou circuito impedido

É notado que não há numeração das bancadas, de modo que não há divisão de circuitos explícitos.

Quando a bancada estiver energizada é necessário sinalização de aviso, conforme modelo apresentado na figura 23. Também no apêndice D, encontra-se a proposta de posicionamento da sinalização de bancada energizada dentro do laboratório.



Figura 24 - Modelo de sinalização da bancada energizada. Fonte: As autoras (2014)

12. Não há identificação de área energizada;

Solução proposta:

Providenciar placa de identificação de risco de choque elétrico e identificação da tensão utilizada (figura 24) na atividade do laboratório. A sinalização deve ser fixada em lugar de ampla visualização, atendendo a NR-10. Também no apêndice D, encontra-se a proposta de posicionamento da sinalização área energizada dentro do laboratório.



Figura 25 - Modelo de placa de área energizada. Fonte: As autoras (2014)

13. Falta de manutenção no ambiente de trabalho;

Solução proposta:

Conforme o item 10.4.1 da NR-10 as instalações elétricas devem ser construídas, montadas, operadas, reformadas, ampliadas, reparadas e inspecionadas de forma a garantir a segurança e saúde dos trabalhadores e dos usuários. No apêndice C encontra-se um modelo de ficha de manutenção do equipamento para ser indexada aos equipamentos danificados a fim de garantir a qualidade do serviço e atender ao sistema de qualidade 5S

14. O Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA) do prédio não atende a norma vigente;

Solução proposta:

O aterramento das instalações elétricas deve ser executado conforme regulamentação estabelecida pela NBR 5419 e, na ausência desta, deve atender as Normas Internacionais vigentes, conforme o item 10.2.8.3 da NR-10.

15. Diagrama Unifilar não atualizado;

Solução proposta:

É necessária contratação de empresa especializada para realizar uma verificação das instalações elétricas e atualizar o diagrama unifilar dos quadros elétricos, para ser possível a posterior identificação dos componentes em seus respectivos quadros.

Conforme item 10.2.3 da NR-10, a universidade tem o dever de manter os esquemas unifilares sempre atualizados das instalações elétricas, assim como o aterramento e demais equipamentos de proteção.

16. A montagem dos experimentos exigem posições ergonomicamente inadequadas;

Solução proposta:

Para a devida adequação do laboratório de eletrotécnica, recomenda-se a realização da Análise Ergonômica do Trabalho (AET) para as atividades realizadas no laboratório, conforme NR-17, levando em consideração o posicionamento do quadro negro em relação às bancadas de experimentos. Posteriormente as modificações requeridas na AET devem ser executadas.

17. Falta de impedimento de acesso ao motor em funcionamento;

Solução proposta:

Os motores deverão ser isolados por meio de barreiras que impeçam o contato acidental com o motor e, que também proteja o usuário de eventuais peças arremessadas pelo mesmo em caso de defeito ou falha na montagem mecânica e ligação elétrica, atendendo ao item 10.4.5 da NR-10 e ao item 2.3 da NR-17, bem como ao item 12.41 da NR-12.

18. Área de trabalho com equipamentos improvisados;

Solução proposta:

A norma 10.6.1.2 da NR-10, afirma que os circuitos elétricos de baixa tensão devem ser ligados e desligados às instalações elétricas em perfeito estado de conservação, podendo ser realizado por qualquer pessoa. Logo, devem existir os meios adequados para a realização dos experimentos para que não seja preciso utilizar equipamentos improvisados. Deve ser realizado um projeto elétrico das instalações do laboratório, onde será previsto o número ideal de tomadas, atendendo ao padrão brasileiro de plugues e tomadas NBR 14136. Na realização do projeto, deve ser considerado a AET e a disposição demandada das tomadas de energia.

4.3.3 Ações de Longo Prazo

19. Quadro de distribuição obstruído;

Solução proposta:

A norma NBR5410 determina que os quadros de distribuição contidos em uma instalação, devem ser instalados em locais de fácil acesso e demarcados com sinalização de segurança correspondente.

Tendo em vista a dificuldade de efetuar uma manutenção no quadro de distribuição em questão recomenda-se que o mesmo seja desobstruído e sinalizado corretamente, observando-se as distâncias de segurança previstas no Anexo I da NR-10 (Anexo A), cujo afastamento deve ser de até 70 cm. Esta delimitação poderá ser sinalizada no piso em frente ao quadro.

20. Ausência de mapa de riscos;

Solução proposta:

Atendendo a NR-05, deverá ser desenvolvido o mapa de risco deste ambiente e fixá-lo em local com boa visibilidade, para que todos possam estar cientes dos riscos que existem no local de trabalho.

Conforme já citado no item 4.1, o mapa de risco é importante para qualificar e quantificar os agentes de riscos que existem no ambiente de trabalho.

Foi desenvolvido um mapa de risco para o Laboratório de Eletrotécnica da UFPR - PK12, considerando a fonte geradora do risco, o risco e as recomendações. O mesmo se encontra em apêndice A do trabalho e no PIE proposto podendo ser implementado imediatamente. Também se encontra no apêndice D a proposta de posicionamento do mapa de risco no laboratório.

21. Acúmulo de materiais propiciando o surgimento de animais peçonhentos;

Solução proposta:

Atendendo a NBR 5410 e aos itens 10.2.2 e 10.4.2 da NR-10, deve-se manter um ambiente limpo e adequado para as atividades, retirando o material acumulado e/ou tomando as necessárias de limpeza e manutenção que evitem o surgimento de animais peçonhentos.

Recomenda-se aplicar o sistema de qualidade 5S, a fim de manter a ordem e facilitar o gerenciamento do local de trabalho.

22. Falta de extintor de incêndio no interior do laboratório;

Solução proposta:

Atendendo à NR-23, deverá ser implantado um extintor de incêndio do tipo C, em localização de fácil acesso, boa visibilidade e sinalização adequada.

23. Iluminação inadequada;

Solução proposta:

A NR-10 no item 10.4.5 determina que durante atividades em instalações elétricas deve ser garantida a iluminação adequada do ambiente de acordo com a NR 17 - Ergonomia. Conforme consta na NR 17, sobre as condições ambientais de trabalho no item 17.5.3, em todos os locais de trabalho deve haver iluminação adequada, natural ou artificial, geral ou suplementar, apropriada à natureza da atividade uniformemente distribuída e difusa de maneira a evitar ofuscamento, reflexos incômodos, sombras e contrastes excessivos. Assim, são recomendadas medições do nível de iluminância do posto de trabalho e a consequente realização de um projeto luminotécnico de maneira a atender os valores de iluminância estabelecidas na norma ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013.

24. O laboratório não possui iluminação de emergência;

Solução proposta:

Realizar a instalação de iluminação de emergência para que, na falta de energia elétrica diretamente da rede, luzes de emergência, alimentadas por uma bateria acendam e os indivíduos possam ser orientados para a saída de emergência.

25. O laboratório não possui rota de fuga no caso de queda de energia ou sinistros;

Solução proposta:

Elaborar sinalização de saída de emergência do local, bem como rotas de fuga, devendo estas serem do lado oposto à entrada. Segundo a NR-23, as aberturas, saídas e vias de passagem devem ser claramente assinaladas por meio de placas ou sinais luminosos, indicando a direção da saída.

5 CONCLUSÃO

A partir de diversas análises realizadas no laboratório de eletrotécnica foi possível avaliar a exposição aos riscos de origem elétrica aos quais os professores, alunos, monitores e demais usuários do laboratório estão expostos quando desenvolvem atividades experimentais neste local. O trabalho atual apresenta a estrutura do PIE, documento exigido pela NR-10, contendo propostas para solucionar as não conformidades da sala PK-12.

As propostas de adequações contemplam equipamentos de proteção coletiva e individual, procedimentos e ordens de serviço para realização de experimentos, bem como, plano de ações para implementação das soluções propostas, que se acredita, em muito contribuir para a segurança de todos os usuários da PK-12.

Além dos benefícios proposto para o Laboratório de Eletrotécnica, o PIE também poderá servir de referência para os laboratórios de outros cursos da UFPR, sendo pioneiro em segurança de trabalho.

Por fim, o trabalho apresentado, juntamente com o PIE, pode ser imediatamente implementado às atividades do laboratório PK-12 de maneira a minimizar os riscos para os próximos semestres, onde as ações de adequações poderão ser priorizadas conforme proposto, através da severidade do risco, e também com base no tempo de implementação e custos associados.

6 PROPOSTAS PARA TRABALHOS FUTUROS

1. Procedimentos e Ordens de Serviços de outros experimentos realizados na PK-12 e demais laboratórios do bloco de Engenharia Elétrica da UFPR.
2. Adequação do Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas do edifício de Elétrica;
3. Análise ergonômica do local de trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR-5410 Instalações Elétricas de Baixa Tensão**. Disponível em: <<http://www.abnt.org.br/>>. Acesso em: 17/08/2014.

BARROS, B; GUIMARÃES, E; BORELLI, R; GEDRA, R; PINHEIRO, S. **NR-10 Norma Regulamentadora de Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade**. 2.Ed, São Paulo: ÉRICA, 2013.

BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora NR-1 Disposições Gerais**. Disponível em: <<http://portal.mte.gov.br/legislação>>. Acesso em: 15/09/2014.

BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora NR-5 Comissão Interna de Prevenção de Acidentes**. Disponível em: <<http://portal.mte.gov.br/legislação>>. Acesso em: 15/09/2014.

BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora NR-6 Equipamento de Proteção Individual - EPI**. Disponível em: <<http://portal.mte.gov.br/legislação>>. Acesso em: 30/04/2014.

BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora NR-10 Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade**. Disponível em: <<http://portal.mte.gov.br/legislação>>. Acesso em: 20/04/2014.

BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora NR-12 Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos**. Disponível em: <<http://portal.mte.gov.br/legislação>>. Acesso em: 01/10/2014.

BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora NR-17 Ergonomia**. Disponível em: <<http://portal.mte.gov.br/legislação>>. Acesso em: 20/09/2014

BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora NR-23 Proteção contra incêndios**. Disponível em: <<http://portal.mte.gov.br/legislação>>. Acesso em: 27/09/2014

BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora NR-26 Sinalização de Segurança**. Disponível em: <<http://portal.mte.gov.br/legislação>>. Acesso em: 20/08/2014

DIAL, **DIALux 4**, Versão: 4.12.0.1, 2014.

MOREIRA, Tibiriçá. **Proteção Elétrica**. Apostila, 2011.

OCCUPATION SAFETY & HEALTH ADMINISTRATION (OSHA). Disponível em: <<https://www.osha.gov/>>. Acesso em: 10/08/2014.

OLIVEIRA, Aloízio. **Curso Básico de Segurança em Eletricidade**. Manual de Referência da NR 10. 1. Ed, Edição do Autor, 2007.

RACHADEL, J; CATAI, R. **Modelo de Sistema de Gestão de Saúde e Segurança em Serviços com Eletricidade em Canteiros de Obras de Edificações**. 1. Ed, Jundiaí: PACO, 2013.

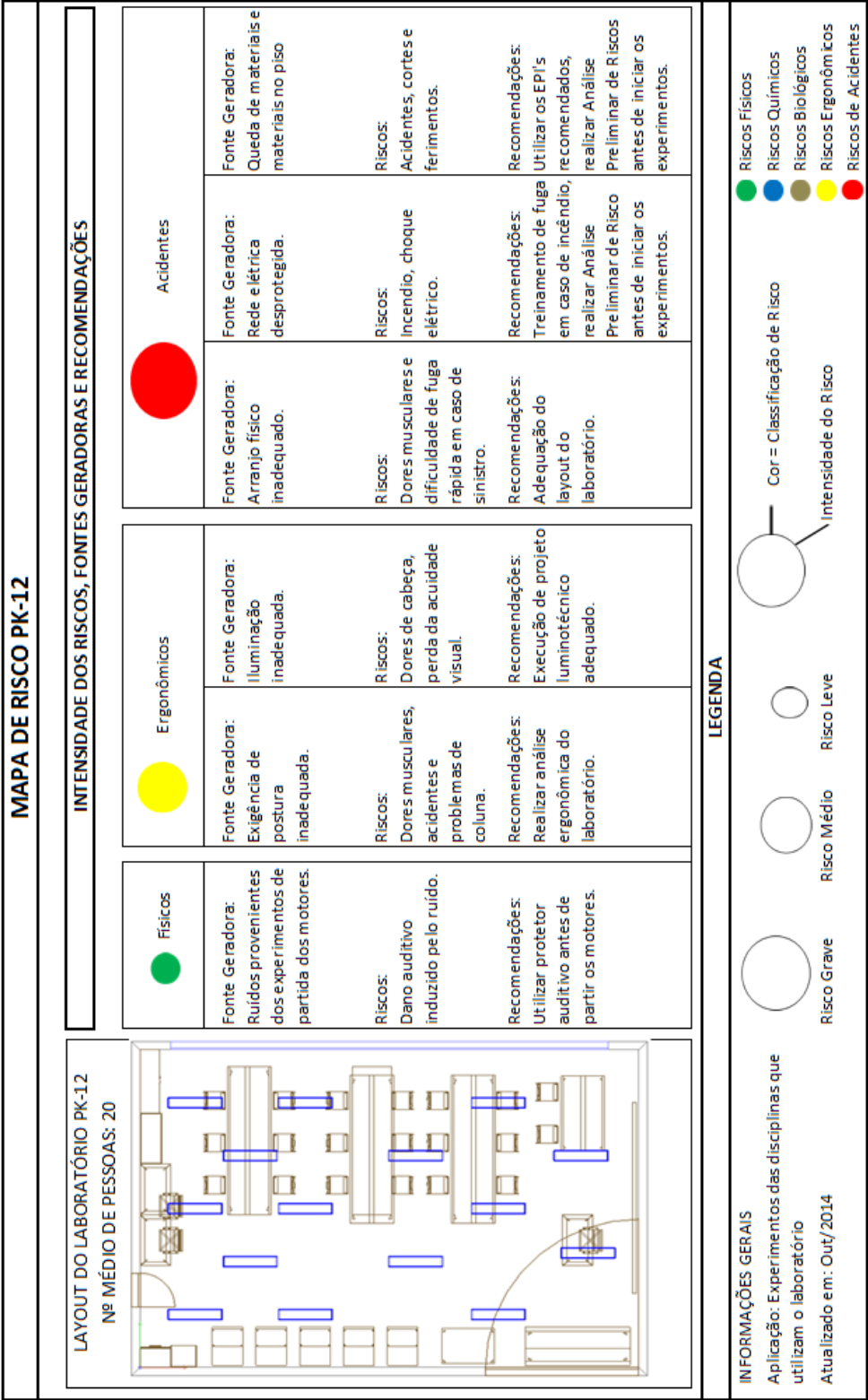
SANTOS, Joubert. **NR-10 Segurança em Eletricidade**. 1. Ed, São Paulo: Érica, 2013.

SOUSA, J; PEREIRA, J. **Manual de Auxílio na Interpretação e Aplicação da NR10**. São Paulo, 2010.

SOUZA, A; BARBOSA, E; JUNIOR, J; NOBREGA, J. **Guia Prático de Implementação dos Treinamentos da NR10**. 1. Ed, Rio de Janeiro, 2006.

APÊNDICES

APÊNDICE A – MAPA DE RISCO



APÊNDICE B – PLANO DE INSPEÇÃO

	PLANO DE INSPEÇÃO																																										
LABORATÓRIO PK-12																																											
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="text-align: left; width: 50%;">EQUIPAMENTOS PARA INSPECIONAR</th> <th colspan="2" style="text-align: center; width: 10%;">STATUS</th> </tr> <tr> <th></th> <th style="text-align: center; width: 15%;">OK</th> <th style="text-align: center; width: 15%;">NOK</th> </tr> <tr><td>QUADRO ELÉTRICO</td><td style="text-align: center;">☐</td><td style="text-align: center;">☐</td></tr> <tr><td>EXTINTOR DE INCÊNDIO</td><td style="text-align: center;">☐</td><td style="text-align: center;">☐</td></tr> <tr><td>PLACAS DE CIRCUITO DAS BANCADAS</td><td style="text-align: center;">☐</td><td style="text-align: center;">☐</td></tr> <tr><td>MOTORES</td><td style="text-align: center;">☐</td><td style="text-align: center;">☐</td></tr> <tr><td>BOTÃO DE PARADA DE EMERGÊNCIA</td><td style="text-align: center;">☐</td><td style="text-align: center;">☐</td></tr> <tr><td>LÂMPADAS</td><td style="text-align: center;">☐</td><td style="text-align: center;">☐</td></tr> <tr><td>PORTA DO LABORATÓRIO</td><td style="text-align: center;">☐</td><td style="text-align: center;">☐</td></tr> <tr><td>PROCEDIMENTOS TÉCNICOS</td><td style="text-align: center;">☐</td><td style="text-align: center;">☐</td></tr> <tr><td>EPI'S E EPC'S</td><td style="text-align: center;">☐</td><td style="text-align: center;">☐</td></tr> <tr><td>TERMOS DE AUTORIZAÇÃO</td><td style="text-align: center;">☐</td><td style="text-align: center;">☐</td></tr> <tr><td>IDENTIFICAÇÃO DOS CABOS</td><td style="text-align: center;">☐</td><td style="text-align: center;">☐</td></tr> <tr><td>SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA</td><td style="text-align: center;">☐</td><td style="text-align: center;">☐</td></tr> </table>		EQUIPAMENTOS PARA INSPECIONAR	STATUS			OK	NOK	QUADRO ELÉTRICO	☐	☐	EXTINTOR DE INCÊNDIO	☐	☐	PLACAS DE CIRCUITO DAS BANCADAS	☐	☐	MOTORES	☐	☐	BOTÃO DE PARADA DE EMERGÊNCIA	☐	☐	LÂMPADAS	☐	☐	PORTA DO LABORATÓRIO	☐	☐	PROCEDIMENTOS TÉCNICOS	☐	☐	EPI'S E EPC'S	☐	☐	TERMOS DE AUTORIZAÇÃO	☐	☐	IDENTIFICAÇÃO DOS CABOS	☐	☐	SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA	☐	☐
EQUIPAMENTOS PARA INSPECIONAR	STATUS																																										
	OK	NOK																																									
QUADRO ELÉTRICO	☐	☐																																									
EXTINTOR DE INCÊNDIO	☐	☐																																									
PLACAS DE CIRCUITO DAS BANCADAS	☐	☐																																									
MOTORES	☐	☐																																									
BOTÃO DE PARADA DE EMERGÊNCIA	☐	☐																																									
LÂMPADAS	☐	☐																																									
PORTA DO LABORATÓRIO	☐	☐																																									
PROCEDIMENTOS TÉCNICOS	☐	☐																																									
EPI'S E EPC'S	☐	☐																																									
TERMOS DE AUTORIZAÇÃO	☐	☐																																									
IDENTIFICAÇÃO DOS CABOS	☐	☐																																									
SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA	☐	☐																																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 30%;">CARGO</th> <th>PERIODICIDADE</th> </tr> <tr> <td>PROFESSOR</td> <td>ANUALMENTE</td> </tr> <tr> <td>TÉCNICO</td> <td>SEMENTRALMENTE</td> </tr> </table>	CARGO	PERIODICIDADE	PROFESSOR	ANUALMENTE	TÉCNICO	SEMENTRALMENTE	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>NOME DO VISTORIADOR:</td></tr> <tr><td>CARGO:</td></tr> <tr><td>DATA:</td></tr> <tr><td>ASSINATURA:</td></tr> </table>	NOME DO VISTORIADOR:	CARGO:	DATA:	ASSINATURA:																																
CARGO	PERIODICIDADE																																										
PROFESSOR	ANUALMENTE																																										
TÉCNICO	SEMENTRALMENTE																																										
NOME DO VISTORIADOR:																																											
CARGO:																																											
DATA:																																											
ASSINATURA:																																											

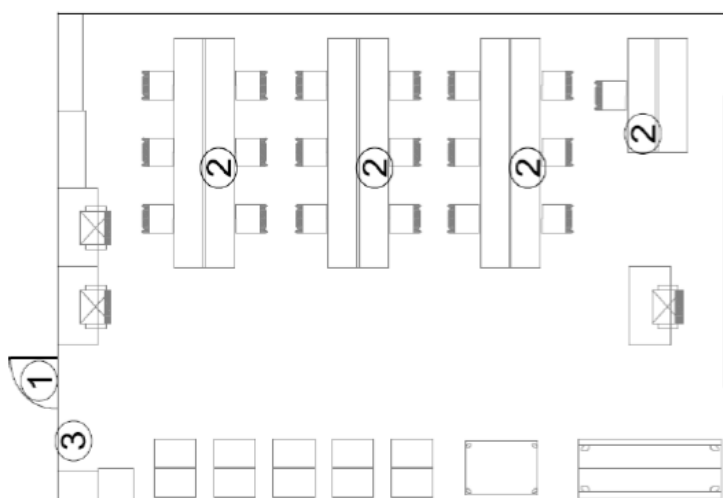
	PLANO DE INSPEÇÃO																														
LABORATÓRIO PK-12																															
EQUIPAMENTO 1																															
EQUIPAMENTO: QUADRO ELÉTRICO <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">ITENS DE VERIFICAÇÃO</th> <th style="width: 30%;">OBSERVAÇÃO</th> <th style="width: 10%;">RESPONSÁVEL</th> <th style="width: 10%;">PRAZO</th> <th style="width: 10%;">STATUS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>- Correta identificação dos disjuntores;</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>- Verificar aumento de carga no painel;</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>- Estado físico do quadro. (Pintura, operacionalidade da porta, identificação do quadro na parte frontal;</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>- Isolamento dos barramentos;</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>- Condições dos cabos.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		ITENS DE VERIFICAÇÃO	OBSERVAÇÃO	RESPONSÁVEL	PRAZO	STATUS	- Correta identificação dos disjuntores;					- Verificar aumento de carga no painel;					- Estado físico do quadro. (Pintura, operacionalidade da porta, identificação do quadro na parte frontal;					- Isolamento dos barramentos;					- Condições dos cabos.				
ITENS DE VERIFICAÇÃO	OBSERVAÇÃO	RESPONSÁVEL	PRAZO	STATUS																											
- Correta identificação dos disjuntores;																															
- Verificar aumento de carga no painel;																															
- Estado físico do quadro. (Pintura, operacionalidade da porta, identificação do quadro na parte frontal;																															
- Isolamento dos barramentos;																															
- Condições dos cabos.																															
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>NOME DO VISTORIADOR:</td></tr> <tr><td>RUBRICA:</td></tr> <tr><td>DATA:</td></tr> </table>		NOME DO VISTORIADOR:	RUBRICA:	DATA:																											
NOME DO VISTORIADOR:																															
RUBRICA:																															
DATA:																															

APÊNDICE C – MODELO DE FICHA DE MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS

 UFPR UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ	FICHA DE MANUTENÇÃO DO EQUIPAMENTO
☐ Em conserto	
☐ Em análise	
☐ Danificado	
Equipamento: _____	
Observação do problema: _____	
Data: _____	
Nome: _____	
Matrícula: _____	

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

LAYOUT ATUAL DO LABORATÓRIO PK-12



LEGENDA

PERIGO
REDE ELÉTRICA
440V

AVISO
BANCADA ENERGIZADA
DELT PK-12

MAPA DE RISCO PK-12

ENTENDENDO OS RISCOS, LIDAS GRADUANDAS E RECOMENDÇÕES			
	Poluição 	Educação 	Atividade 
Riscos Gerais Bactérias presentes em todo o ambiente por todo o reator.	Riscos Gerais Invasão de microorganismos indesejados.	Riscos Gerais Invasão de microorganismos indesejados.	Riscos Gerais Invasão de microorganismos indesejados.
Riscos: Dano ao meio ambiente por contaminação.	Riscos: Dano ao meio ambiente por contaminação.	Riscos: Dano ao meio ambiente por contaminação.	Riscos: Dano ao meio ambiente por contaminação.
Recomendações: Utilizar proteção adequada para evitar a contaminação.	Recomendações: Utilizar proteção adequada para evitar a contaminação.	Recomendações: Utilizar proteção adequada para evitar a contaminação.	Recomendações: Utilizar proteção adequada para evitar a contaminação.

INFORMAÇÕES GERAIS

Classificação: Experimentos das disciplinas que fazem o curso e laboratório

LEGENDA

Cor = Classificação de Risco

Risco Alto

Risco Médio

Risco Baixo

Risco Químico

Risco Biológico

Risco Físico

Risco Envolvidores

Risco Ambiental

ANEXO I – ZONA DE RISCO E ZONA CONTROLADA

Tabela de raios de delimitação de zonas de risco, controlada e livre.

Faixa de tensão Nominal da instalação elétrica em kV	Rr - Raio de delimitação entre zona de risco e controlada em metros	Rc - Raio de delimitação entre zona controlada e livre em metros
<1	0,20	0,70
e<3	0,22	1,22
e<6	0,25	1,25
e<10	0,35	1,35
e<15	0,38	1,38
e<20	0,40	1,40
e<30	0,56	1,56
e<36	0,58	1,58
e<45	0,63	1,63
e<60	0,83	1,83
e<70	0,90	1,90
e<110	1,00	2,00
e<132	1,10	3,10
e<150	1,20	3,20
e<220	1,60	3,60
e<275	1,80	3,80
e<380	2,50	4,50
e<480	3,20	5,20
e<700	5,20	7,20

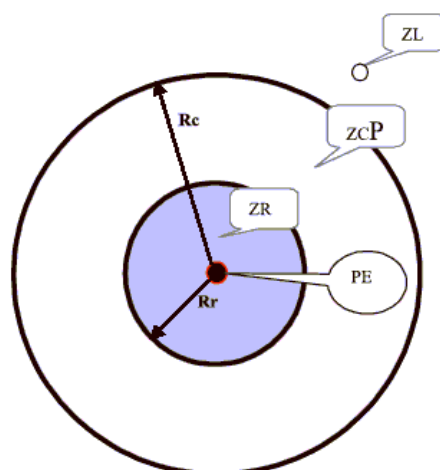


Figura 1 - Distâncias no ar que delimitam radialmente as zonas de risco, controlada e livre.

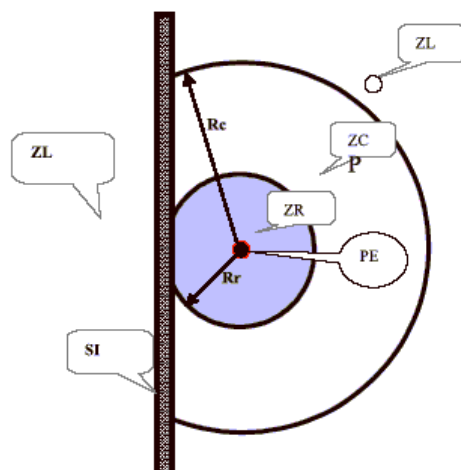


Figura 2 - Distâncias no ar que delimitam radialmente as zonas de risco, controlada e livre, com interposição de superfície de separação física adequada.

ZL = Zona livre

ZC = Zona controlada, restrita a trabalhadores autorizados.

ZR = Zona de risco, restrita a trabalhadores autorizados e com a adoção de técnicas, instrumentos e equipamentos apropriados ao trabalho.

PE = Ponto da instalação energizada.

SI = Superfície isolante construída com material resistente e dotada de todos dispositivos de segurança.

ANEXO II – TREINAMENTO

1. CURSO BÁSICO - SEGURANÇA EM INSTALAÇÕES E SERVIÇOS COM ELETRICIDADE

I - Para os trabalhadores autorizados: carga horária mínima - 40h:

Programação Mínima:

1. Introdução à segurança com eletricidade.
2. Riscos em instalações e serviços com eletricidade:
 - a) o choque elétrico, mecanismos e efeitos;
 - b) arcos elétricos; queimaduras e quedas;
 - c) campos eletromagnéticos.
3. Técnicas de Análise de Risco.
4. Medidas de Controle do Risco Elétrico:
 - a) desenergização.
 - b) aterramento funcional (TN / TT / IT); de proteção; temporário;
 - c) equipotencialização;
 - d) seccionamento automático da alimentação;
 - e) dispositivos a corrente de fuga;
 - f) extra baixa tensão;
 - g) barreiras e invólucros;
 - h) bloqueios e impedimentos;
 - i) obstáculos e anteparos;
 - j) isolamento das partes vivas;
 - k) isolação dupla ou reforçada;
 - l) colocação fora de alcance;
 - m) separação elétrica.

5. Normas Técnicas Brasileiras - NBR da ABNT: NBR-5410, NBR 14039 e outras;

6) Regulamentações do MTE:

a) NRs;

b) NR-10 (Segurança em Instalações e Serviços com Eletricidade);

c) qualificação; habilitação; capacitação e autorização.

7. Equipamentos de proteção coletiva.

8. Equipamentos de proteção individual.

9. Rotinas de trabalho - Procedimentos.

a) instalações desenergizadas;

b) liberação para serviços;

c) sinalização;

d) inspeções de áreas, serviços, ferramental e equipamento;

10. Documentação de instalações elétricas.

11. Riscos adicionais:

a) altura;

b) ambientes confinados;

c) áreas classificadas;

d) umidade;

e) condições atmosféricas.

12. Proteção e combate a incêndios:

a) noções básicas;

b) medidas preventivas;

c) métodos de extinção;

d) prática;

13. Acidentes de origem elétrica:

a) causas diretas e indiretas;

b) discussão de casos;

14. Primeiros socorros:

a) noções sobre lesões;

b) priorização do atendimento;

c) aplicação de respiração artificial;

d) massagem cardíaca;

e) técnicas para remoção e transporte de acidentados;

f) práticas.

15. Responsabilidades.

2. CURSO COMPLEMENTAR - SEGURANÇA NO SISTEMA ELÉTRICO DE POTÊNCIA (SEP) E EM SUAS PROXIMIDADES.

É pré-requisito para frequentar este curso complementar, ter participado, com aproveitamento satisfatório, do curso básico definido anteriormente.

Carga horária mínima - 40h

(*) Estes tópicos deverão ser desenvolvidos e dirigidos especificamente para as condições de trabalho características de cada ramo, padrão de operação, de nível de tensão e de outras peculiaridades específicas ao tipo ou condição especial de atividade, sendo obedecida a hierarquia no aperfeiçoamento técnico do trabalhador.

I - Programação Mínima:

1. Organização do Sistema Elétrico de Potencia - SEP.

2. Organização do trabalho:

a) programação e planejamento dos serviços;

b) trabalho em equipe;

c) prontuário e cadastro das instalações;

d) métodos de trabalho; e

e) comunicação.

3. Aspectos comportamentais.

4. Condições impeditivas para serviços.

5. Riscos típicos no SEP e sua prevenção (*):

a) proximidade e contatos com partes energizadas;

b) indução;

c) descargas atmosféricas;

d) estática;

e) campos elétricos e magnéticos;

f) comunicação e identificação; e

g) trabalhos em altura, máquinas e equipamentos especiais.

6. Técnicas de análise de Risco no SEP (*)

7. Procedimentos de trabalho - análise e discussão. (*)

8. Técnicas de trabalho sob tensão: (*)

a) em linha viva;

b) ao potencial;

c) em áreas internas;

d) trabalho a distância;

d) trabalhos noturnos; e

e) ambientes subterrâneos.

9. Equipamentos e ferramentas de trabalho (escolha, uso, conservação, verificação, ensaios) (*).

10. Sistemas de proteção coletiva (*).

11. Equipamentos de proteção individual (*).

12. Posturas e vestuários de trabalho (*).

13. Segurança com veículos e transporte de pessoas, materiais e equipamentos(*).

14. Sinalização e isolamento de áreas de trabalho(*).
15. Liberação de instalação para serviço e para operação e uso (*).
16. Treinamento em técnicas de remoção, atendimento, transporte de acidentados (*).
17. Acidentes típicos (*) - Análise, discussão, medidas de proteção.
18. Responsabilidades (*).