

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ENGENHARIA ELÉTRICA  
ENGENHARIA ELÉTRICA (SISTEMAS ELETRÔNICOS EMBARCADOS)

# **LAUDO TÉCNICO DE SEGURANÇA : SERVIÇOS COM ELETRICIDADE**

ADRIANO LEAL

CARLOS EDUARDO MAYER DE OLIVEIRA

CLEVERSON LUIS ADÃO

DANILO RODRIGUES

DAVID CLÍSTENES

FELIPE G. OLIVEIRA

GENILSON SANTOS

LEONARDO M. WUADEN

RODNEI ANTUNES

**CURITIBA**

**2014**

ADRIANO LEAL  
CARLOS EDUARDO MAYER DE OLIVEIRA  
CLEVERSON LUIS ADÃO  
DANILO RODRIGUES  
DAVID CLÍSTENES  
FELIPE G. OLIVEIRA  
GENILSON SANTOS  
LEONARDO M. WUADEN  
RODNEI ANTUNES

## **LAUDO TÉCNICO DE SEGURANÇA : SERVIÇOS COM ELETRICIDADE**

Trabalho entregue a disciplina de Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade. Este trabalho trata-se de um laudo técnico com a finalidade de identificar problemas relacionados a serviços com eletricidade no laboratório da sala PK12.

Orientador: Jayme P. Rachadel

**CURITIBA**

**2014**

## Objetivos

O presente laudo tem por objetivo avaliar as condições de segurança e os riscos apresentados, tanto para os discentes e docentes quanto para os responsáveis pela manutenção, durante a inspeção de uma bancada no laboratório PK12, encontrado no bloco de salas de aulas do Departamento de Engenharia Elétrica. Especificamente vamos analisar as condições de operação e usabilidade do laboratório na realização de um experimento pré-definido; Partida Direta de Motores com Inversão.

Características da Instalação:



(Figura 1 – Visão geral da bancada)



(Figura 2 – Visualização da bancada com motores logo abaixo)



(Figura 3 – Visualização dos Quadros Elétricos)



(Figura 4 – Disposição dos motores Motores)

Durante a inspeção e coleta de informações, o técnico responsável nos apresentou a rotina de trabalho e formas de utilização do laboratório:

- O laboratório possui diversos equipamentos conforme imagens acima,
- As bancadas estão dispostas transversalmente ao sentido de saída da sala de aula conforme imagens acima,

- São realizados diversos experimentos no laboratório, conforme orientações dos professores,
- Existem 05 (cinco) técnicos responsáveis por todos os laboratórios,
- O monitor das aulas é um aluno de um semestre avançado que já cursou a disciplina, tendo como carga horária 20 horas semanais, sendo de 5 a 6 horas dentro do laboratório,

O laboratório faz parte das aulas práticas na formação acadêmica, e a cada semestre temos o uso dos mesmos continuamente. O professor após aulas teóricas designa os alunos para realizar os experimentos, que são montados nas bancadas com o auxílio do monitor, ou montados pelo monitor para que os alunos reconheçam problemas ou defeitos no funcionamento.

São disponibilizados roteiros para os experimentos no site do professor, após este estudo os alunos vão ao laboratório para realizar e testar o exercício prático.

No laboratório após montagem e conferência do experimento e suas ligações o monitor ou professor conferem e em seguida é energizado.

Após questionarmos sobre alguns fatores relacionados ao uso e operações no laboratório constatamos e foram confirmadas pelo monitor as seguintes situações:

- a)** Não existe Plano de Segurança e também não possui o Mapa de Risco,
- b)** Não houve treinamento para situações de emergências, como primeiros socorros e combate a incêndios, (não havia nenhum material de primeiros socorros no laboratório, ex: Desfibrilador DEA, bolsa de socorros e urgência)
- c)** As bancadas não possuem sinalização, conforme NR 26 – Sinalização de Segurança,
- d)** Os cabos para realizar os experimentos não possuem diferenciação, todos da mesma cor, conforme determina NBR 5410,
- e)** O laboratório não possui iluminação de emergência (rota de fuga no caso de queda de energia ou sinistros), devido ao seu funcionamento diurno e também noturno.
- f)** Não foi possível constatar se a iluminação das bancadas para realizar os experimentos é adequada, conforme o item 10.4.5 da NR 10, e também conforme item 17.5.3 da NR 17,
- g)** O prédio de Engenharia Elétrica não possui aterramento, conforme 6.4.1.1.1 e também 6.4.2.1.1 da NBR 5410,
- h)** Não receberam nenhum EPI, bem como orientações sobre o uso de EPI nas atividades laboratoriais, e ações de resposta no caso de situações anormais durante as atividades, de acordo com os itens 10.2.8 - Medidas de Proteção Coletiva e 10.2.9 – Medidas de Proteção Individual da NR 10,
- i)** A ergonomia durante a realização do experimento também é comprometida, alunos ficam em posição não adequadas para montagem e as cadeiras também não estão corretas, de acordo com NR 17 – Ergonomia.

Os itens **a, b, e** podem ser solucionados com a adequação da edificação ao CSCIP – CBMPR de 2012, de acordo com as NPT's abaixo relacionadas:

- NPT 002 - Adaptação as normas de segurança contra incêndio - Edificações existentes,
- NPT 011 - Saídas de emergência,
- NPT 016-11 - Plano de emergência contra incêndio,
- NPT 017-11 - Brigada de incêndio,

Recomenda-se que a brigada de Incêndios seja composta por técnicos e professores, devido a estabilidade profissional, o que não impede de ser realizado treinamentos com os alunos para o pronto emprego em situações necessárias. Esta brigada deve conhecer o ambiente e todas as medidas para se solucionar emergências, com intervenção em socorros e urgências e combate a princípios de incêndios.

## Diagrama Unifilar

A Norma Regulamentadora número 10, torna obrigatório o uso de diagramas unifilares em qualquer instalação elétrica.

### **NR10**

10.2.3 As empresas estão obrigadas a manter esquemas unifilares atualizados das instalações elétricas dos seus estabelecimentos com as especificações do sistema de aterramento e demais equipamentos e dispositivos de proteção.

A Norma Brasileira número 5410, indica os itens a serem observados para a construção dos diagramas unifilares:

### **NBR5410:2004**

#### 6.1.8 Documentação da instalação

6.1.8.1 A instalação deve ser executada a partir de projeto específico, que deve conter, no mínimo:

- a) plantas;
- b) esquemas unifilares e outros, quando aplicáveis;
- c) detalhes de montagem, quando necessários;
- d) memorial descritivo da instalação;

e) especificação dos componentes (descrição, características nominais e normas que devem atender);

f) parâmetros de projeto (correntes de curto-circuito, queda de tensão, fatores de demanda considerados, temperatura ambiente etc.).

6.1.8.2 Após concluída a instalação, a documentação indicada em 6.1.8.1 deve ser revisada e atualizada de forma a corresponder fielmente ao que foi executado (documentação "como construído", ou "as built").

Como é possível observar nas fotos abaixo, o painel não possui o diagrama unifilar disponível:



(Figura 5 – Painel sem diagrama unifilar)



(Figura 6 – Painel sem diagrama unifilar)

Baseado na Norma Regulamentadora número 10 ítem 10.2.3 e na Norma Brasileira número 5410 ítem 7.1.2, as instalações do painel de energia apresentado, não atendem os itens da norma citados acima.

### Dispositivo contra reenergização



(Figura 7– Sistema travamento contra reenergização)

Como mostra a figura 1, a chave que faz o bloqueio para uma eventual energização acidental esta no painel.

Como fala a norma 5410 no item 10.5.1,este item diz que deve ser seguido estes passos destes itens. Esta chave serve para bloquear uma possível energização acidental, como e um laboratório e sempre se tem um professor ou técnico acompanhando o experimento esta chave deve estar com o responsável para liberar a energização quando constatado que esta tudo certo.

Como mostra a figura 7, o disjuntor de proteção não possui tampa de proteção ficando exposto podendo e podendo ser acessado por qualquer aluno ou pessoa que tenha acesso ao laboratório.

A proteção contra choques elétricos é regulamentada nas normas:

- NBR 5410-2004 da ABNT
- Normas regulamentadoras 10 e 18 do Ministério do Trabalho
- Contato direto
- Contato de pessoas e animais diretamente com partes energizadas de uma instalação elétrica.
- Contato indireto
- Contato de pessoas ou animais com estruturas metálicas ou condutores que, acidentalmente, tornaram-se energizadas.

A proteção deve ser assegurada por:

- Isolação das partes vivas;
- Barreiras ou invólucros;
- Obstáculos
- Colocação fora de alcance.

Dispositivo de proteção da bancada.



(Figura 8 – Falta tampa de Proteção)

## Identificação

O laboratório contém na porta uma identificação com os dizeres: “Perigo Alta Tensão”. Esta identificação só é possível ser visualizada com a porta fechada.



(Figura 9 - Foto da porta do laboratório)

Esta situação pode ser resolvida alterando a posição da identificação, instalando-a do lado direito da porta, atendendo ao que solicita o item 10.10.1 da NBR 10:

Nas instalações e serviços em eletricidade deve ser adotada sinalização adequada de segurança, destinada à advertência e à identificação...

Não há identificação para um eventual desligamento de emergência como prevê a norma NBR 5410 item 4.1.7.

### ***-Desligamento de emergência***

Sempre que forem previstas situações de perigo em que se faça necessário desenergizar um circuito, devem ser providos dispositivos de desligamento de emergência, facilmente identificáveis e rapidamente manobráveis.

A figura abaixo é uma identificação sugerida para um botão de emergência.



(Figura 10 - Identificação para botão de emergência)

No laboratório não há identificação para os botões de comando e disjuntores presentes no painel.



(Figura 11 - Foto do laboratório de Engenharia Elétrica da UFPR)

Os dispositivos de comando como botões e disjuntores devem ser identificados conforme estabelece o item 6.1.5.1 da NBR 5410:

### Generalidades

Placas, etiquetas e outros meios adequados de identificação devem permitir identificar a finalidade dos dispositivos de comando, manobra e/ou proteção, a menos que não exista nenhuma possibilidade de confusão. Se a atuação de um dispositivo de comando, manobra e/ou proteção não puder ser observada pelo operador e disso puder resultar perigo, deve ser provida alguma sinalização à vista do operador.

O laboratório dispõe de dispositivos de proteção a corrente diferencial residual “DR”, porém não há identificação como solicita a norma NBR 5410 item 6.1.5.4.

Os dispositivos de proteção devem ser dispostos e identificados de forma que seja fácil reconhecer os respectivos circuitos protegidos.

### Cores da Fiação



(Figura 12 – Fiação não segue padrões de cores definidos na NBR5410)



(Figura 13 – Fiação não segue padrões de cores definidos na NBR5410)

NEUTRO / TERRA / FASE Instalações elétricas de baixa tensão, conforme norma NBR 5410 – as cores azul-claro e verde-amarelo ou simplesmente verde, são exclusivas para certas funções.

- O condutor com isolamento na cor azul-claro deve ser utilizado como condutor neutro conforme norma NBR 5410 (6.1.5.3.1).

- O condutor com isolamento verde-amarelo ou simplesmente verde deve ser utilizado como condutor de proteção, também conhecido como terra conforme NBR 5410 (6.1.5.3.2).
- O condutor utilizado como fase poderá ser de qualquer cor, exceto as cores citadas acima.

Para os outros cabos/fios (fases) não é prevista a utilização obrigatória de uma cor específica NBR 5410 (6.1.5.3.4).

Importante:

Os fios condutores Verdes ou Verde Amarelo só podem ser utilizados como condutores de proteção.

## Sinalização de Segurança

10.10.1 Nas instalações e serviços 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

### **Problemas encontrados:**

1) Não há área delimitada para o serviço no local e impedimento de acesso ao motor em funcionamento.

Recomendações: delimitar área, na cor vermelha, através de pintura no chão, destinada aos trabalhos no quadro de comando do motor e criar barreira de proteção para impedimento de acesso de profissionais não autorizados. (NR 10 item 10.10.1 letra “c”, “d” e “e”)

2) Não há identificação de área energizada e tensão.

Recomendações: providenciar placa de identificação de risco de choque elétrico e tensão utilizada na atividade;

3) Falta de identificação dos circuitos envolvidos na partida do motor.

Recomendações: identificar todos os circuitos de forma que a identificação seja legível e permanente. (NR 10 item 10.10.1 letra “a”)

4) Falta de identificação dos cabos condutores.

Recomendações: Utilizar cores de condutores padronizadas segundo NBR5410 além de melhorar o layout da instalação.

5) Falta de diagrama unifilar representando as conexões do motor.

Recomendações: Elaborar diagrama unifilar representando as conexões do equipamento e afixá-lo de maneira visível, clara e objetiva.

6) Não há sinalização de impedimento de energização do motor em caso de manutenção do mesmo e qual circuito impedido.

Recomendações: elaborar placa com a advertência “Não opere este equipamento” em caso de parada para manutenção. (item 10.1.1 letras “f” e “g”)

7) Não há sinalização de saída de emergência no local de trabalho.

Recomendações: elaborar sinalização de saída de emergência do local bem como rotas de fuga.

## Aterramento



(Figura 14 – Aterramento das massas)

As carcaças metálicas possuem um condutor de proteção ligado a elas. Entretanto, como mostra a figura 15, não há ligação conexão desses condutores de terra com o aterramento da edificação. Se faz necessário a interligação desses circuitos com o barramento de equipotencialização principal (BEP) da edificação, garantindo a equipotencialização dos circuitos e proteção dos mesmos. Para esse procedimento, deve ser seguido o item 6.4 da NBR 5410:2004.



(Figura 15 – Falta de interligação dos circuitos com o BEP)