

Universidade Federal do Paraná
Setor de Tecnologia
Departamento de Engenharia Elétrica



**LAUDO TÉCNICO DO ENSAIO DA PARTIDA
ESTRELA-TRIÂNGULO DE UM MOTOR DE
INDUÇÃO**

Fernando A. Ishida
Tharik Honda
Luan Felipe Gomes
Andre Heidemann Iarozinski
Alessandro Albini Pereira
Andre Kaio

Prof. Dr. Jayme Passos Rachadel

Curitiba

2014

Este laudo tem o objetivo de analisar os riscos oferecidos pelo local e pelo procedimento realizado durante o ensaio da partida estrela - triangulo de um motor de indução, para verificar se as condições oferecidas pelo laboratório estão de acordo com as estabelecidas pelas normas vigentes: Norma Regulamentadora e Norma Brasileira Regulamentadora (NBR5410 e NR10, respectivamente).

Normas técnicas de segurança

-NBR5410: Estabelece as condições a que devem satisfazer as instalações elétricas de baixa tensão, a fim de garantir a segurança de pessoas e animais, o funcionamento adequado da instalação e a conservação dos bens. Aplica-se principalmente às instalações elétricas de edificações, qualquer que seja seu uso (residencial, comercial, público, industrial, de serviços, agropecuário, hortigranjeiro, etc.), incluindo as pré-fabricadas.

-NR10: Estabelece os requisitos e condições mínimas objetivando a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos, de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores que, direta ou indiretamente, interajam em instalações elétricas e serviços com eletricidade. Esta se aplica às fases de geração, transmissão, distribuição e consumo, incluindo as etapas de projeto, construção, montagem, operação, manutenção das instalações elétricas e quaisquer trabalhos realizados nas suas proximidades, observando-se as normas técnicas oficiais estabelecidas pelos órgãos competentes e, na ausência ou omissão destas, as normas internacionais cabíveis.

-NR12: A Norma Regulamentadora Nº 12 define referências técnicas, princípios fundamentais e medidas de proteção visando garantir a saúde e a integridade física dos trabalhadores. Dentro dos métodos de controle adotados para garantir a segurança no trabalho estão a definição de protocolos e fluxos de trabalho em todas as fases de operação e manutenção de máquinas, treinamento documentado de todos os empregados envolvidos, e a projeção e

instalação de sistemas de segurança, os quais compreendem proteções físicas fixas e móveis, dispositivos de monitoramento, circuitos de acionamento e dispositivos mecânicos, todos instalados de forma redundante e monitorados por interface de segurança certificada conforme a categoria de risco avaliada.

Objetivo do Ensaio

Analisar e compreender o que ocorre durante a partida estrela-triângulo de um motor de indução, montar o circuito correspondente ao ensaio no laboratório, e observar na prática o que foi estudado em teoria.

Descrição do experimento

O ensaio iniciou-se com o estudo do esquemático das ligações que deveriam ser feitas entre as placas e o motor. As placas e materiais necessários para a realização do experimento são:

- 3 Fusíveis diazed de 6A;
- 3 Contactores;
- 2 Placas botoeiras;
- 1 Dispositivo de proteção térmica;
- 1 Motor de indução trifásico;
- 1 Relé temporizado.

O esquemático das ligações realizadas é o seguinte:

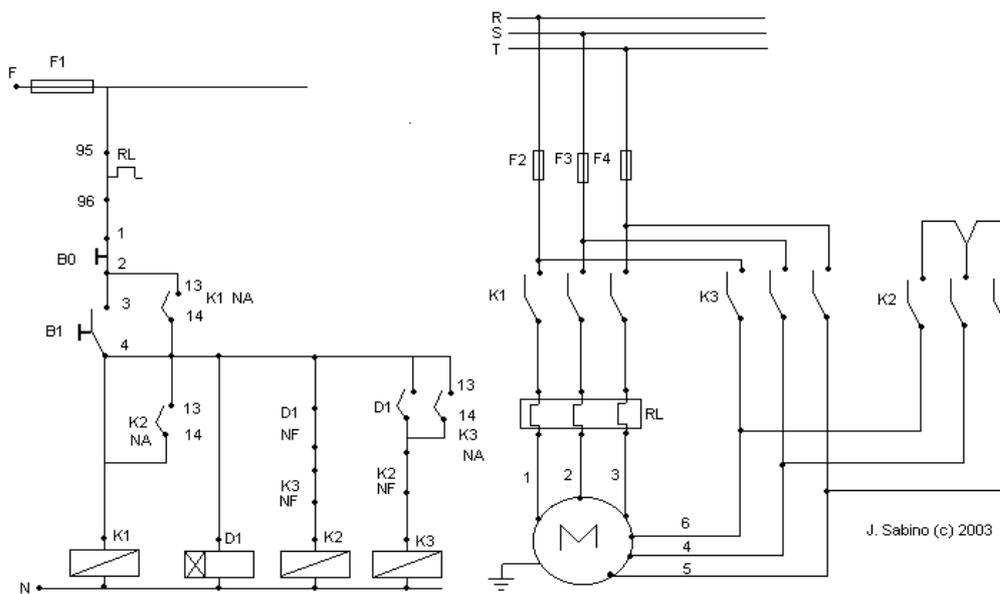


Figura 1 – Esquemático de conexões do experimento.

Depois de montado o ensaio, o professor foi requisitado para avaliar se estava tudo correto, e em seguida demos a partida no motor.

Inicialmente, o motor parte em estrela e acelera, até o momento em que o rele temporizador envia o comando para os contactores, que atuam e alteraram a ligação de estrela para triângulo. Na configuração estrela, o motor parte mais suavemente, reduzindo sua corrente de partida a um terço do valor que teria se tivesse sido acionado em triângulo. O temporizador é ajustado de maneira a permitir que o motor fique ligado em estrela por tempo suficiente para acelerar até atingir 90% de sua velocidade nominal, cessado esse tempo, os contactores atuam e alteram a conexão do motor para triângulo.

Análise dos riscos

É o estudo realizado na organização em um panorama geral, identificando os riscos e perigos expostos a cada tarefa realizada, ambiente de trabalho, utilização de equipamentos entre outras atividades. Sendo a base para se obter um sistema de segurança do trabalho altamente eficaz.

Tem por objetivo minimizar, controlar e eliminar os riscos e perigos, oferecendo um ambiente seguro, ótimas condições de trabalho, redução de acidentes, funcionários satisfeitos, um sistema de operações eficiente, além de otimização das tarefas e custos.

Além de identificar e eliminar os riscos, é acompanhar o retorno de cada processo, instalação e atividade, verificando se as técnicas aplicadas estão reagindo da melhor forma possível, e se pode ser incorporado melhorias de acordo com a necessidade específica desta organização.

Para isso analisamos:

- A segurança do projeto;
- Procedimentos operacionais e de segurança;
- Instalações existentes;
- Instrumentação de segurança;
- Segurança dos empregados;
- Planta e Equipamentos;
- Produção;
- Segurança pública
- Impactos ambientais.

IDENTIFICAÇÃO DO LOCAL PERICIADO

Centro Politécnico UFPR

Av. Cel. Francisco H. dos Santos, 210, Jardim das Américas, Curitiba - PR,

CEP: 81531-970

Laboratório de acionamentos eletrotécnica - PK-12

DESCRIÇÃO DO AMBIENTE

Unidade instalada no bloco de engenharia elétrica resultante de uma área destinada a experimentos e ensaios com máquinas elétricas.

LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DO LABORATÓRIO



Falta de
sinalização
adequada para
área do
laboratório de
eletrotécnica

Figura 2 – Entrada do Laboratório



Afixação de
cartazes sem
informações
relativas ao
local

Figura 3 – Porta de acesso ao laboratório de eletrotécnica.

Conforme a norma 26.2.2.2, a rotulagem preventiva deve conter os seguintes elementos:

- Pictograma(s) de perigo;
- Aviso de advertência;
- Frase(s) de perigo;
- Frase(s) de precaução;
- Informações suplementares.

O local periciado se caracteriza como um meio confinado não havendo outra saída em caso de emergência, prejudicando assim evacuação do local. Segundo a norma 23.3, as aberturas, saídas e vias de passagem devem ser claramente assinaladas por meio de placas ou sinais luminosos, indicando a direção da saída.

Faixas
identificadoras
de ambientes
perigosos



Falta de
extintores de
incêndio
apropriados para
equipamentos
elétricos

Figura 4 – Visão geral do ambiente.

De acordo com a norma 10.9.1, as áreas onde houver instalações ou equipamentos elétricos devem ser dotadas de proteção contra incêndio e explosão, conforme dispõe a NR 23 - Proteção Contra Incêndios.

De acordo com a norma 12.116, as máquinas e equipamentos, bem como as instalações em que se encontram, devem possuir sinalização de segurança para advertir os trabalhadores e terceiros sobre os riscos a que estão expostos, as instruções de operação e manutenção e outras informações necessárias para garantir a integridade física e a saúde dos trabalhadores.

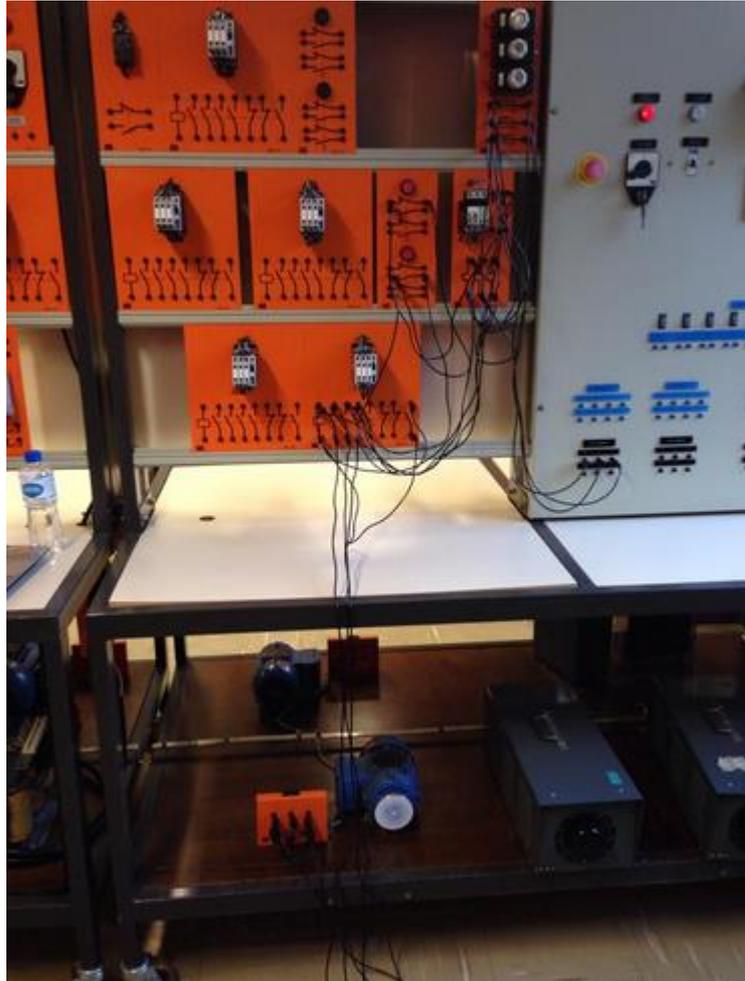


Figura 5 – Visão da bancada utilizada

De acordo com a norma 12.14, as instalações elétricas das máquinas e equipamentos devem ser projetadas e mantidas de modo a prevenir, por meios seguros, os perigos de choque elétrico, incêndio, explosão e outros tipos de acidentes, conforme previsto na NR 10.

De acordo com a norma 12.16, as instalações elétricas das máquinas e equipamentos que estejam ou possam estar em contato direto ou indireto com água ou agentes corrosivos devem ser projetadas com meios e dispositivos que garantam sua blindagem, estanqueidade, isolamento e aterramento, de modo a prevenir a ocorrência de acidentes.



Figura 6 - Lixo

De acordo com a norma 32.2.4.5, o empregador deve vedar:

- c) o consumo de alimentos e bebidas nos postos de trabalho;

De acordo com a norma 24.7.5, a área de trabalho deve ser mantida em estado de higiene compatível com o gênero da atividade. A limpeza do local deve ser realizada sempre fora do horário de trabalho.

Recomendações: Devem possuir recipientes para a coleta e separação de todo tipo de lixo. Todos os recipientes de lixo serão esvaziados e o lixo removido para um local apropriado diariamente.

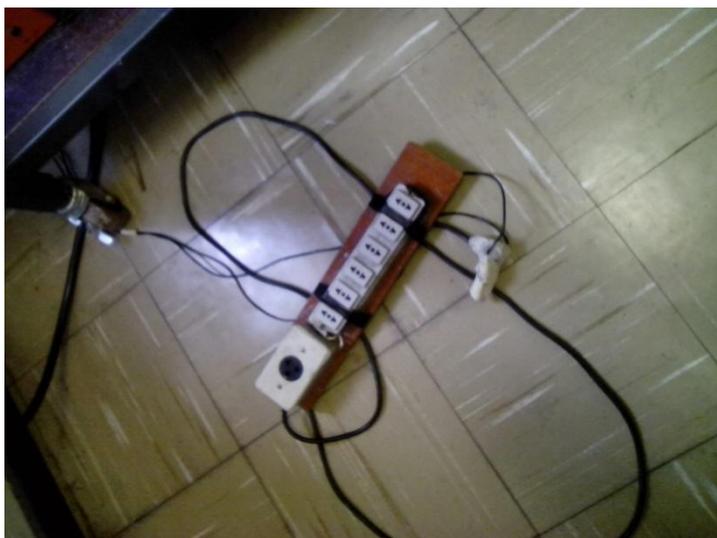


Figura 7 – Área de trabalho e equipamentos improvisados

De acordo a norma 10.6.1.2, ligar e desligar circuitos elétricos em baixa tensão, tem que ser realizadas com materiais e equipamentos elétricos em perfeito estado de conservação prontos para operar.

Recomendações: tentar não utilizar equipamentos improvisados.



Figura 8 – Malha de terra desconectada.



Figura 9 – Instalações mal instaladas e improvisadas.

De acordo com a norma 12.14, as instalações elétricas das máquinas e equipamentos devem ser projetadas e mantidas de modo a prevenir, por meios seguros, os perigos de choque elétrico, incêndio, explosão e outros tipos de acidentes, conforme previsto na NR 10.

De acordo com a norma 12.16, as instalações elétricas das máquinas e equipamentos que estejam ou possam estar em contato direto ou indireto com água ou agentes corrosivos devem ser projetadas com meios e dispositivos que garantam sua blindagem, estanqueidade, isolamento e aterramento, de modo a prevenir a ocorrência de acidentes.

Recomendações: Evitar instalações improvisadas.

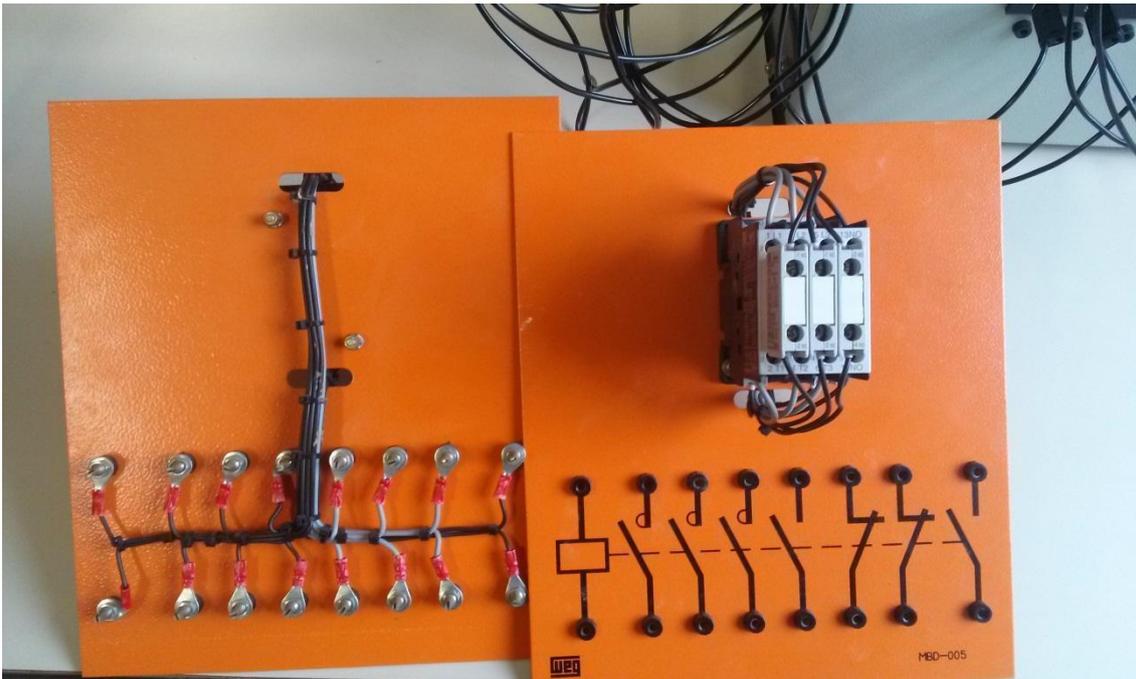


Figura 10 – Exemplo de placa utilizada no experimento (Contactor - Verso e frente).

As placas utilizadas nos experimentos possuem conectores expostos no seu verso.

Isso deveria ser sinalizado ou corrigido, visto que expõe os alunos ao contato com condutores energizados.

De acordo com a norma 12.116 as máquinas e equipamentos, bem como as instalações em que se encontram, devem possuir sinalização de segurança para advertir os trabalhadores e terceiros sobre os riscos a que estão expostos, as instruções de operação e manutenção e outras informações necessárias para garantir a integridade física e a saúde dos trabalhadores.

Recomendações: Colocar sinalizações.

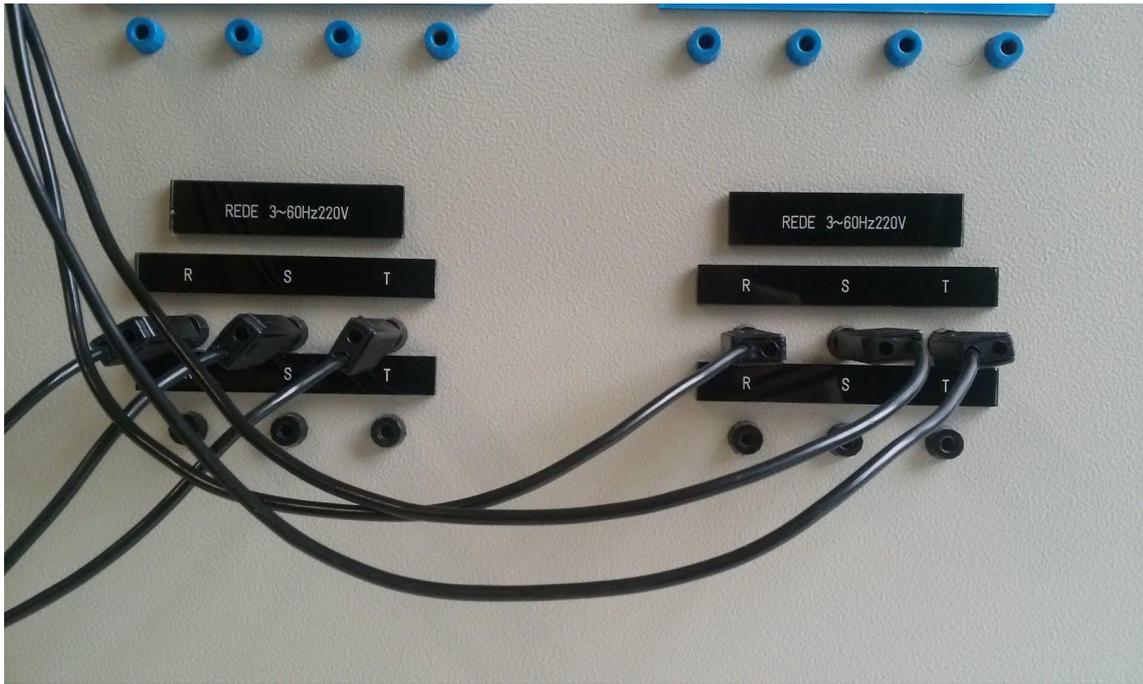
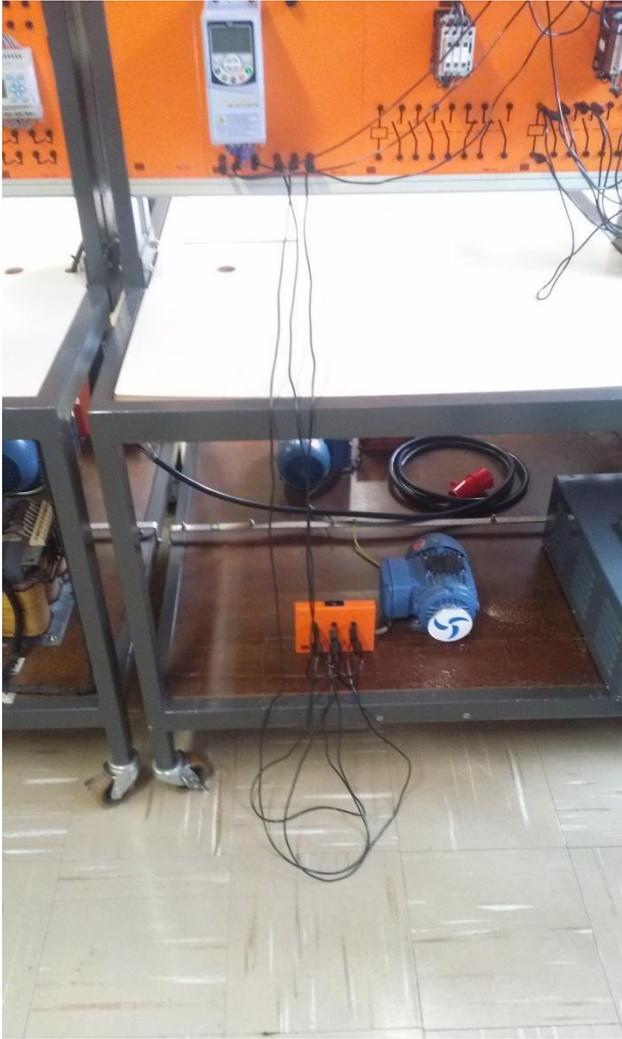


Figura 11 – Cabos das fases sem distinção de cor.

Não há distinção de cores entre os cabos correspondentes às fases – Aumenta o risco de se cometer um erro que resulte em acidente.

De acordo com a norma 12.116.1 a sinalização de segurança compreende a utilização de cores, símbolos, inscrições, sinais luminosos ou sonoros, entre outras formas de comunicação de mesma eficácia. Assim reduzindo o risco de choque elétrico.

Recomendações: Compra e utilização de cabos coloridos facilitando a identificação destes.



Os tamanhos e cores dos cabos são inapropriados. Ficam caídos no chão prejudicando a passagem. Podem causar acidentes caso alguém tropece.

Figura 12 – Cabos encostando no chão



Figura 13 – Motores sem grade de proteção.

Motores com eixos expostos, sem nenhum tipo de proteção. Existe a possibilidade de acidente, caso o operador encoste em algum motor enquanto o mesmo estiver ligado. Também há risco do eixo arremessar algum objeto que se encostar nele enquanto estiver em rotação, ou acidentes decorrentes do aterramento precário da instalação.

NR10 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, de vias públicas, de veículos e de movimentação de cargas;

f) sinalização de impedimento de energização;

g) identificação de equipamento ou circuito impedido.

Todos os cabos são pretos, sem mudança de cor para distinguir suas funções nos circuitos montados em laboratório. Aumenta as chances de erros e conexões indevidas ao se realizar os experimentos, podendo levar a acidentes como choques elétricos, ou queima de equipamentos.

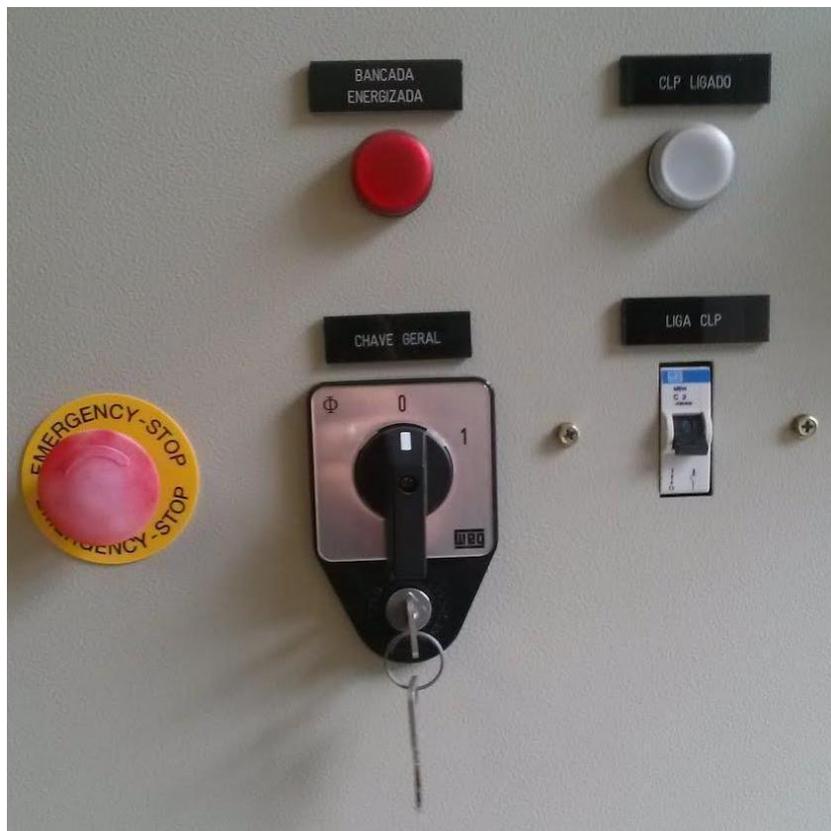


Figura 14 – Chave responsável pelo acionamento da bancada.

A chave utilizada para se energizar a bancada fica sempre à disposição, mesmo quando utilizada por alunos. Poderá resultar em uma energização acidental, expondo os utilizadores ao risco de choque elétrico.

De acordo com a norma 12.24, item c), os dispositivos de partida, acionamento e parada das máquinas devem ser projetados, selecionados e instalados de

modo que impeçam acionamento ou desligamento involuntário pelo operador ou por qualquer outra forma acidental.

Recomendações: Utilização de equipamentos secundários de proteção que impeçam o acionamento acidental.



Figura 15 – Vista do piso do laboratório.

O piso do laboratório encontra-se em boas condições, porém é liso e pode oferecer riscos de acidente.

De acordo com a norma 12.9, item b) os pisos dos locais de trabalho onde se instalam máquinas e equipamentos e das áreas de circulação devem ter características de modo a prevenir riscos provenientes de graxas, óleos e outras substâncias e materiais que os tornem escorregadios.

Recomendações: Utilização de fitas anti-derrapantes. Sinalização indicando o piso escorregadio.

Documentos de Referência

LEI FEDERAL Nº 6.514/77 - Portaria 3.214/78

NR 07 - Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO)

NR 10 - Instalações e Serviços em Eletricidade

NR 11 - Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais

NR 12 - Máquinas e Equipamentos

NR 16 - Atividades e Operações Perigosas

NR 17 - Ergonomia

NR 23 - Proteção Contra Incêndio

NR 24 - Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho

NR 26 - Sinalização de Segurança

NR 28 - Fiscalização e Penalidades

NBR 5410 - Instalações elétricas de baixa tensão

NBR 9050 - Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos

Conclusão

Ao periciar o laboratório de acionamento PK-12 da Universidade Federal do Paraná, constatou-se que o ambiente oferece diversos fatores de riscos, tanto aos trabalhadores quanto aos usuários devido a existência de várias irregularidades que oferece riscos aos que ali trabalham e circulam.

Tais irregularidades são identificadas como ausências de sinalização de advertência quanto aos cuidados no uso dos equipamentos e instalações do referido ambiente. Constatado o risco biológico devido a presença de substâncias orgânicas expostas aos usuários, assim também como ausências de extintores específicos para instalações elétricas, usados na extinção de

focos de incêndio. A posição das bancadas e altura das mesmas dificulta o manuseio dos equipamentos nelas instaladas sendo um fator prejudicial quanto a ergonomia do usuário.

É de responsabilidade dos monitores técnicos e professores assegurarem e estabelecerem o cumprimento das normas e informar aos usuários do laboratório o risco ali contido e os meios de prevenção.