

**Universidade Federal de Campina Grande
Centro de Engenharia Elétrica e Informática
Departamento de Engenharia Elétrica
Grupo de Sistemas Elétricos**

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO
SUPERVISIONADO**

Renata Suênia Alves

Campina Grande
2009

**Universidade Federal de Campina Grande
Centro de Engenharia Elétrica e Informática
Departamento de Engenharia Elétrica
Grupo de Sistemas Elétricos**

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

Relatório de estágio apresentado junto ao Curso de Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheira Eletricista.

Orientador: Prof. Genoilton João de Carvalho Almeida

Campina Grande
2009

RENATA SUÊNIA ALVES

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

Relatório de estágio apresentado junto ao Curso de Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheira Eletricista.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Genoilton João de Carvalho Almeida (Orientador)
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG

(Examinador)
Universidade Federal de Campina Grande - UFCG

Campina Grande, 31 de Agosto de 2009

AGRADECIMENTOS

- A *Deus*, por encher minha alma de força, ânimo e perseverança, e dar-me saúde para vencer os inúmeros obstáculos enfrentados durante toda esta longa caminhada;
- Aos *meus pais, Marcelo e Venilda*, pelo esforço, carinho e dedicação, além do grande incentivo a minha educação e formação profissional;
- Ao *professor Genoilton João de Carvalho Almeida* pela oportunidade de realizar o estágio no Laboratório de Alta Tensão;
- Aos *amigos* que fiz durante a graduação e que tanto me ajudaram;
- Aos *professores, funcionários e monitores* do Curso de Engenharia Elétrica;
- Ao *aluno de Doutorado Gilvan Vieira de Andrade Júnior* pela ajuda e tempo disponibilizados.

Enfim, a todas as pessoas que de alguma forma contribuíram para a elaboração deste trabalho.

RESUMO

Este relatório descreve as atividades feitas durante o estágio supervisionado realizado no Laboratório de Alta Tensão (LAT) da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, no período de abril a agosto de 2009, sob a orientação do professor Genoilton João de Carvalho Almeida. O trabalho teve como objetivo adequar o Laboratório às normas regulamentadoras e à legislação vigente, tendo como principal subsídio a NR 10, norma regulamentadora que dispõe sobre as diretrizes básicas para a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos. A NR 10 destina-se a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores que, direta ou indiretamente, trabalhem em instalações elétricas e serviços com eletricidade nas 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. Analisaram-se as atuais condições das instalações, equipamentos, procedimentos e pessoal dos Laboratórios do GSE, mediante um levantamento “*in loco*” com o registro de evidências (fotografias) que comprovaram as divergências em relação aos itens previstos em norma. Em seguida, elaborou-se um planejamento estratégico com diretrizes, metas e ações, explicitando os custos envolvidos para que a adequação fosse implementada.

Sumário

1.	INTRODUÇÃO	6
1.1.	Apresentação dos Laboratórios do GSE	7
1.2.	Laboratório de Alta Tensão (LAT).....	8
1.2.1.	Salão da Alta Tensão	8
1.2.2.	Sala do Laboratório de Sistemas Elétricos	9
1.2.3.	Sala do Gerador de Impulso de Corrente.....	10
1.2.4.	Sala do Laboratório de Instalações Elétricas.....	10
1.2.5.	Sala do Kit de Alta Tensão	11
1.2.6.	Sala do Laboratório de Materiais Elétricos	11
1.2.7.	Sala do Laboratório de Descargas Parciais.....	11
1.3.	Atividades Desenvolvidas pelo GSE.....	12
1.3.1.	Ensaio Elétrico	12
1.3.2.	Manutenção Preventiva e Preditiva.....	13
1.3.3.	Diagnóstico Energético.....	15
2.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	17
2.1.	A Norma Regulamentadora nº 10	17
2.2.	Outros Normativos de Segurança	18
3.	DIAGNÓSTICO.....	19
3.1.	Equipamentos de Proteção Individual – EPI’s.....	19
3.1.1.	Capacete.....	19
3.1.2.	Óculos de Segurança	21
3.1.3.	Proteção Auditiva	22
3.1.4.	Botas e Luvas.....	22
3.2.	Equipamentos de Proteção Coletiva– EPC’s	23
3.3.	Organização dos Grupos de Alunos ou Técnicos.....	25
3.4.	Local dos Testes.....	27
3.4.1.	Ergonomia	27
3.4.2.	Proteção Contra Incêndios	30
3.4.3.	Condições das Instalações.....	34
4.	PLANO DE AÇÃO	37
5.	CONCLUSÕES.....	42
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43

1. INTRODUÇÃO

Segundo informações do Anuário Estatístico de Acidentes de Trabalho, divulgado pelo Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), em 2006, 537.457 acidentes de trabalho foram registrados no Brasil, com um total de 2.717 mortes e 8.383 trabalhadores incapacitados. Quando comparados aos índices de 2005, os números revelam uma diferença de 8.246 acidentes de trabalho a menos, além de uma redução de 49 mortes e 5.988 trabalhadores incapacitados.

O setor de energia elétrica dispõe e divulga os estudos estatísticos sobre as condições de segurança dos empregados próprios e de contratadas, por meio da Fundação COGE. Estudos mostram que as estatísticas de acidentes de trabalho aumentaram em todos os setores produtivos do Brasil. Contudo, o setor elétrico, que já estava preocupado em atender à legislação trabalhista e à previdenciária, reduziu todos os seus indicadores. O contingente de pessoal aumentou, a exposição ao risco foi maior e ainda assim foi possível reduzir o número de acidentes, inclusive os de consequências fatais, em até 37%. Um dos fatores que estão ajudando a melhorar este cenário em muitas empresas é a implementação de sistema de gestão de segurança e saúde no trabalho. As companhias entenderam que evitar a tragédia é muito mais barato do que arcar com os custos dos acidentes. E vem buscando o crescimento em prevenção através do intercâmbio de informações e práticas de sucesso, além de promover premiações que motivem as empresas e seus colaboradores a evitar acidentes.

O Projeto Energia Amiga, que consiste na produção de DVDs e cartilhas que abordam as principais causas de acidentes do setor elétrico, é mais um esforço para sensibilização da importância da segurança entre a população e as crianças. O material é distribuído para todas as empresas do setor para que sejam feitas apresentações e cópias a serem entregues nas escolas da área de influência destas companhias, diminuindo assim as ocorrências.

Um importante índice que incentiva as empresas a prevenir acidente é o número de horas de trabalho perdidas. Segundo os dados mais recentes do relatório de estatística de acidentes do setor elétrico brasileiro, em 2007, o custo total estimado dos acidentes de trabalho com empregados próprios das empresas totalizou R\$ 532.523.754,00, gerando uma redução de cerca de R\$ 136 milhões em relação ao ano anterior. As horas perdidas em 2007 representam nada menos que um ano inteiro de operação de uma empresa do porte da SULGIPE. Esse montante é o valor do investimento necessário para a construção de oito

PCHs (Pequenas Centrais Hidrelétricas) de 30 MW cada, que poderiam atender a uma demanda de cerca de 1,25 milhões de habitantes.

Alguns dos prejuízos para as empresas, envolvendo custos diretos e indiretos, em decorrência de acidentes, são:

- Assistência ao acidentado;
- Remuneração do empregado durante seu afastamento;
- Gastos legais (indenizações, por exemplo);
- Reparo e reposição de material;
- Interrupção de fornecimento de energia elétrica;
- Perda de prestígio e de possibilidades de fazer negócios.

Outro grande prejuízo fica com o consumidor final: o aumento do preço a ser pago pela energia. Por exemplo, se ocorre um acidente em São Paulo e é necessário desligar a energia de milhares de consumidores, a perda é incalculável para a economia do estado e os valores perdidos por causa deste tipo de situação acabam sendo repassados aos consumidores.

Percebendo a importância da prevenção de acidentes no âmbito das empresas de energia elétrica, foi feito um diagnóstico das atuais condições para adequação dos Laboratórios do GSE à Norma Regulamentadora NR10.

1.1. Apresentação dos Laboratórios do GSE

O Grupo de Sistemas Elétricos (GSE) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) resultou da fusão, em 1999, dos antigos grupos de Sistemas de Potência e Alta Tensão. Tal mudança possibilitou a incorporação de novas linhas de pesquisa, além da consolidação e fortalecimento das já existentes.

A finalidade básica do GSE é o desenvolvimento de atividades de ensino, pesquisa e extensão relacionadas à ênfase eletrotécnica. As atividades de extensão incluem projetos, ensaios, cursos e consultorias para empresas de energia.

As principais linhas de pesquisa do GSE são:

- Análise de Sistemas Elétricos de Potência (SEP) em regime permanente;
- Dinâmica e controle de SEP;

- Dinâmica de mercado em SEP;
- Qualidade da energia;
- Análise de transitórios eletromagnéticos em SEP;
- Análise de fluxo de harmônicos em SEP;
- Equipamentos e técnicas de alta tensão;
- Cálculo de campos eletromagnéticos;
- Métodos de otimização aplicados a SEP;
- Técnicas de inteligência artificial aplicadas a SEP.

1.2. Laboratório de Alta Tensão (LAT)

Implantado em 1974, através de uma associação de recursos nacionais com os de algumas cooperações técnicas internacionais. É, na sua especialidade, um dos melhores laboratórios em termos de equipamentos do Norte-Nordeste do país, com uma área construída de 1.350 m².

Dentre seus equipamentos mais importantes, estão:

- Transformadores de potência ligados em cascata que permitem a geração de até 600 kV, em corrente alternada;
- Gerador de impulsos de alta tensão, 700 kV e 36 kJ;
- Gerador de impulsos de alta corrente, 160 kA, 100 kV, onda 8/20 μ s;
- Kit didático para alta tensão, 100 kV;
- Digitalizador de formas de onda;
- Detector de descargas parciais;
- *Ponte Schering* (equipamento utilizado para medir perdas em capacitores) e capacitores padrão.

O LAT é composto pelos seguintes ambientes de laboratório:

1.2.1. Salão da Alta Tensão

Na Figura 1.1 temos o principal ambiente do LAT, onde são realizados os ensaios mais exigentes em termos de potência. A área abriga equipamentos como os dois transformadores de potência em cascata, que permitem a geração de até 600 kV com uma corrente de 1 A, e o gerador de impulsos de alta tensão (700 kV, 36 kJ), com os quais se

realizam ensaios em transformadores, chaves, isoladores e disjuntores. Neste ambiente realizam-se ensaios de várias naturezas, incluindo os de envelhecimento, ensaios de tensão suportável, ensaios de descargas, ensaios para validação de modelos computacionais, ensaios de verificação de isolamento em equipamentos de manutenção de linha viva, dentre outros.



Figura 1.1 - Salão de Alta Tensão.

1.2.2. Sala do Laboratório de Sistemas Elétricos

O Laboratório de Sistemas Elétricos dá suporte à disciplina Sistemas Elétricos, e tem como finalidade básica a sedimentação dos conhecimentos adquiridos na mesma. Nesse ambiente, são realizadas montagens e medições necessárias para a análise de grandezas elétricas, na forma de experimentos que tangem tensões e correntes de circuito indutivo, correção do fator de potência, tensões e correntes em um circuito trifásico equilibrado, e medição da potência ativa e reativa nos circuitos trifásicos. Para a realização destes experimentos, o Laboratório possui bancadas munidas de motores, reatores, capacitores, resistências de carga e instrumentos de medição.

1.2.3. Sala do Gerador de Impulso de Corrente

O Gerador de Impulso de Corrente mostrado na Figura 1.2 tem capacidade de até 160 kA, 100 kV, com onda 8/20 μ s. Esse gerador supre as necessidades experimentais da Pós-Graduação, além de algumas disciplinas da graduação, como os Laboratórios de Equipamentos Elétricos e de Técnicas de Alta Tensão. No Laboratório de Equipamentos elétricos são ministrados experimentos envolvendo transformadores, pára-raios, disjuntores, chaves e isoladores.

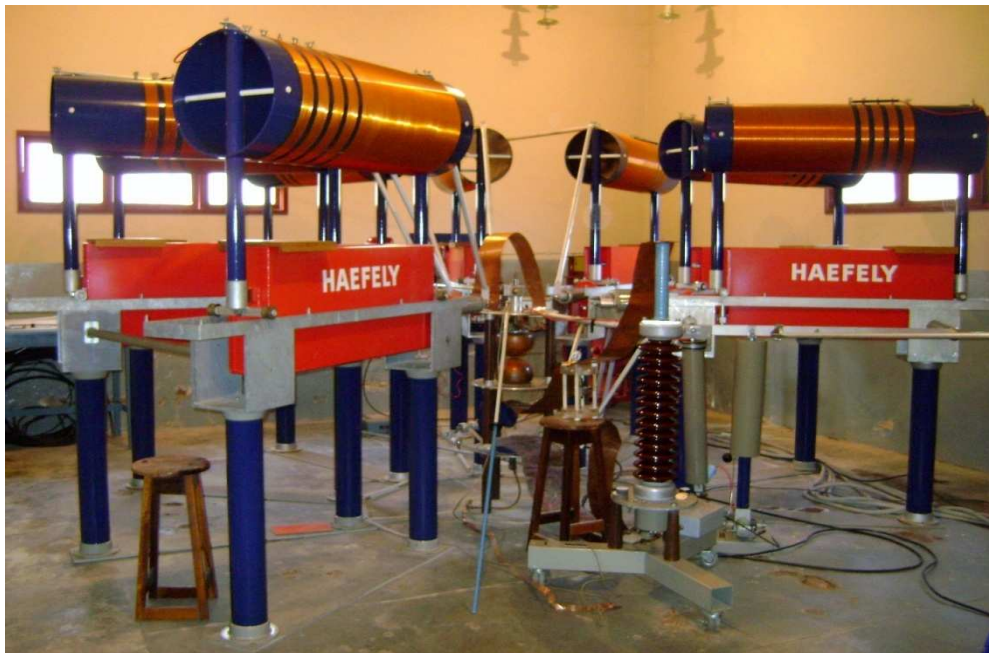


Figura 1.2 - Gerador de impulso de alta corrente Haefely.

1.2.4. Sala do Laboratório de Instalações Elétricas

O Laboratório de Instalações Elétricas dá suporte à disciplina Laboratório de Instalações Elétricas e tem como objetivo a sedimentação dos conhecimentos adquiridos na disciplina Instalações Elétricas do Curso de Graduação em Engenharia Elétrica. O referido laboratório também oferece cursos de extensão e de treinamento. Conta com os seguintes experimentos:

- Fotometria
- Instalações prediais
- Comandos elétricos
- Introdução ao uso de controladores lógicos programáveis (CLPs)
- Instalação de Sistemas de Proteção contra Descargas Atmosféricas.

1.2.5. Sala do Kit de Alta Tensão

O Kit de Alta Tensão aplica-se a várias disciplinas de Graduação e Pós-graduação, como Materiais Elétricos, Técnicas de Alta tensão e Equipamentos Elétricos, podendo fornecer tensões de até 100 kV. Sua apresentação em dimensões compactas facilita a execução de experimentos, o que o transforma na opção ideal para ensaios de baixa potência na faixa de tensão de operação do kit.

O kit dispõe de mesa de controle, transformador de 220 V/100 kV-10 kVA, capacitores de alta tensão, resistores de alta tensão, espinterômetros (aparelhos que facilitam a liberação de descargas quando instalado em uma cadeia de isoladores), tubos para descargas em gases ou vácuo, dentre outros.

1.2.6. Sala do Laboratório de Materiais Elétricos

O Laboratório de Materiais Elétricos dá suporte à disciplina Laboratório de Materiais Elétricos e tem como finalidade básica, a sedimentação dos conhecimentos adquiridos na disciplina Materiais Elétricos. Conta com os seguintes experimentos:

- Medição de capacitância, permissividade relativa e perdas em dielétricos;
- Determinação da rigidez dielétrica de óleos isolantes;
- Estudo da distribuição de tensão em cadeia de isoladores;
- Curva de magnetização e ciclos de histerese para núcleos de transformadores;
- Introdução ao estudo de descargas em gases;
- Caracterização elétrica de varistores.

Estes experimentos têm importância no ensino da disciplina, e muitas vezes auxiliam linhas de pesquisa. Para a realização dos mesmos, o Laboratório possui um Kit Didático para Alta Tensão (100 kV), uma *Ponte Schering* e capacitores padrão.

1.2.7. Sala do Laboratório de Descargas Parciais

O Laboratório de Descargas Parciais tem como objetivos o estudo, monitoramento de envelhecimento e diagnóstico de descargas parciais na identificação da natureza dos defeitos em isolamentos, causados por descargas internas aos isolamentos dos equipamentos utilizados nos sistemas de alta tensão.

1.3. Atividades Desenvolvidas pelo GSE

Várias empresas da região Nordeste, a exemplo da CHESF, PETROBRÁS, ENERGISA, CEAL, entre outras, já solicitaram os serviços do LAT e/ou apoiaram pesquisas de desenvolvimento de equipamentos nas dependências do Laboratório.

Apesar do foco no setor elétrico, o GSE também presta serviços a empresas de outros ramos de atuação. Além dos serviços de projetos e consultoria, são realizadas inspeções de manutenção preventiva e manutenção preditiva. Abaixo, alguns dos serviços prestados:

1.3.1. Ensaio Elétricos

- Transformadores de Potência;
- Transformadores de corrente (TCs);
- Transformadores de potencial (TPs);
- Pára-Raios;
- Chaves;
- Luvas, Calçados e Capacetes Isolantes;
- Disjuntores;
- Isoladores;
- Equipamento de Linha Viva;
- Vara de Manobra.

A Figura 1.3 ilustra um ensaio realizado em botinas, no dia 02/04/2009, no momento em que ocorre descarga externa ao se aplicar uma tensão de 32,5kV com o calçado ao ar livre.



Figura 1.3 – Ensaio realizado em botina.

1.3.2. Manutenção Preventiva e Preditiva

➤ Termovisão:

A termografia é a técnica que estende a visão humana através do espectro infravermelho. Em outras palavras, o termovisor é um equipamento utilizado para realizar termografias e permite que sejam detectadas visualmente variações de temperatura em equipamentos. Assim, pode-se realizar a inspeção de equipamentos durante o funcionamento e a distância.

Através da sua utilização, é possível eliminar muitos problemas de produção, evitando falhas elétricas, mecânica e fadiga de materiais. Como exemplos de situações detectáveis por termografia, pode-se citar o aquecimento por sobrecarga, atritos em mancais ou articulações mecânicas, infiltrações, corrosões de tubulações, etc.

O GSE dispõe de um termovisor *FLIR P-60*. Nas Figuras 1.4 e 1.5, encontram-se algumas imagens termográficas de várias aplicações.

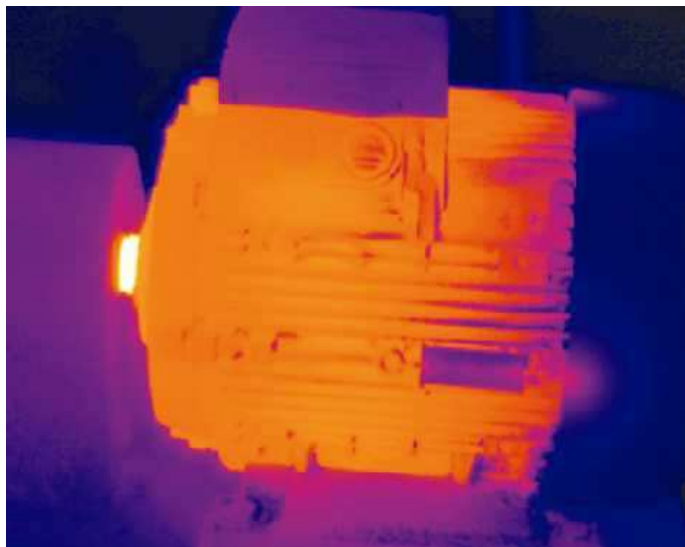


Figura 1.4 – Termovisão de motor em funcionamento.



Figura 1.5 - Termovisão de transformador com um dos enrolamentos sobrecarregado.

➤ **Detecção de Ultravioleta:**

A tecnologia de detecção de ultravioleta é utilizada para detectar o efeito corona, descargas parciais e formação de arcos em equipamentos e acessórios da rede elétrica. O equipamento utilizado pelo GSE é o *DayCor II*, ele permite que a radiação ultravioleta emitida por descargas corona seja visualizada pelos olhos humanos. As Figuras 1.6 e 1.7 são de imagens de diagnóstico realizadas com o *DayCor II*.



Figura 1.6 – Descargas em banco de capacitores.



Figura 1.7 – Inspeção de radiação ultravioleta em isolador polimérico.

➤ **Detecção de Ultra-som e Rádio-interferência:**

As inspeções de ultra-som e de rádio-interferência detectam ruídos ultra-sônicos inaudíveis ao ser humano e ruídos eletromagnéticos nas faixas de rádio, respectivamente. Estas inspeções podem detectar falhas ou predisposições a falhas em equipamentos elétricos (como isolamentos, buchas, transformadores) e mecânicos (motores).

1.3.3. Diagnóstico Energético

O Diagnóstico Energético é a principal etapa do processo de Eficientização Energética de uma determinada instalação numa empresa. Consiste em fazer um levantamento das instalações energéticas e apontar mudanças nestas instalações, de forma que o funcionamento dos equipamentos e instalações seja mais eficiente, consumindo menos energia. Em muitos casos, realiza-se também uma adequação tarifária, modificando-se o contrato da empresa com a concessionária a quem compra energia elétrica.

A eficientização energética é um conjunto de medidas e práticas que aumentam a eficiência com que a energia é utilizada em todos os setores de uma empresa, propiciando melhoria da produtividade e aumento de competitividade através da redução de custos. Os principais benefícios para a indústria são listados abaixo:

- Maximizar o efeito útil desejado (energia mecânica, calor, frio, iluminação, etc.);
- Minimizar o consumo e as despesas dos recursos energéticos;
- Modernização de setores produtivos com atualização tecnológica dos usos finais de energia elétrica;
- Redução no custo dos produtos finais na planta industrial;
- Aumentar a conscientização sobre a importância da energia, entendendo os recursos energéticos e suas limitações;
- Contribuir com a sociedade reduzindo os impactos ambientais provocados pelo uso ineficiente dos recursos energéticos.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. A Norma Regulamentadora nº 10

A NR 10 com suas alterações feitas em 2004 dispõe sobre as diretrizes básicas para a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos. Estes sistemas são destinados a garantir a saúde e segurança dos trabalhadores que, direta ou indiretamente, trabalhem em instalações elétricas e serviços com eletricidade nas 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.

A alteração da Norma Regulamentadora nº 10 – NR 10 – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade foi aprovada pela Portaria nº 3.214, de 1978, promovendo sua atualização frente às necessidades provocadas pelas mudanças introduzidas no setor elétrico e nas atividades com eletricidade, especialmente quanto à nova organização do trabalho, a introdução de novas tecnologias e materiais, a globalização e principalmente pela responsabilidade do Ministério do Trabalho e Emprego em promover a redução de acidentes envolvendo esse agente de elevado risco – a energia elétrica.

A elaboração da NR 10 foi realizada por um grupo de Profissionais Engenheiros Eletricistas e de Segurança no Trabalho do Ministério do Trabalho e Emprego e outras Instituições Governamentais de diversas unidades do País. Esse grupo produziu uma proposta de texto base, ponto de partida inicial para a atualização da Norma Regulamentadora nº 10, em atendimento à demanda social priorizada pela CTPP (Comissão Tripartite Paritária Permanente).

A Secretaria de Inspeção do Trabalho (SIT) / Departamento de Segurança e Saúde no Trabalho (DSST) aceitou e encaminhou para consulta pública a proposta de atualização da Regulamentação Normativa através da Portaria nº 6 de 28/03/2002 (Publicada no DOU de 01/04/2002).

Em outubro de 2002 foi encaminhada à CTPP, que constituiu o Grupo Técnico Tripartite, a CTPP era formada por notáveis da área de segurança em energia elétrica e promoveu a análise, discussão e aperfeiçoamento do texto, enviando-o, em dezembro de 2003, ao Ministério do Trabalho e Emprego para aprovação final.

O conteúdo da NR 10 foi dividido da seguinte forma:

- 10.1. Objetivo e Campo de Aplicação
- 10.2. Medidas de Controle
- 10.3. Segurança em Projetos
- 10.4. Segurança na Construção, Montagem, Operação e Manutenção
- 10.5. Segurança em Instalações Elétricas Desenergizadas
- 10.6. Segurança em Instalações Elétricas Energizadas
- 10.7. Trabalhos Envolvendo Alta Tensão
- 10.8. Habilitação, Qualificação, Capacitação e Autorização dos Trabalhadores
- 10.9. Proteção Contra Incêndio e Explosão
- 10.10. Sinalização de Segurança
- 10.11. Procedimentos de Trabalho
- 10.12. Situação de Emergência
- 10.13. Responsabilidades
- 10.14. Disposições Finais

2.2. Outros Normativos de Segurança

Além da NR10, serviram de base para este trabalho, as seguintes normas regulamentadoras:

- NR 6 – Equipamento de Proteção Individual - EPI
- NR 7 – Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional
- NR 15 – Atividades e Operações Insalubres
- NR 17 – Ergonomia
- NR 23 – Proteção contra Incêndios
- NR 26 – Sinalização de Segurança

3. DIAGNÓSTICO

Foi feito um trabalho de conhecimento das condições atuais das instalações, equipamentos, procedimentos e pessoal dos Laboratórios do GSE com relação à NR-10, mediante um levantamento “*in loco*” com o registro de evidências (fotografias) que comprovaram as divergências em relação aos itens previstos em norma.

3.1. Equipamentos de Proteção Individual – EPI’s

Conforme Norma Regulamentadora nº 6, Equipamento de Proteção Individual – EPI é todo dispositivo de uso individual utilizado pelo empregado, destinado à proteção de riscos susceptíveis de ameaçar a segurança e a saúde no trabalho.

3.1.1. Capacete

Todos os anos, trabalhadores são feridos devido a impactos na cabeça. Para reduzir os efeitos causados pelo impacto é indicado o uso de capacetes de segurança. Estes impedem, ainda, o contato com fiação elétrica, evitando a ocorrência de choques elétricos. Muitos capacetes de segurança são feitos para oferecer certo grau de isolamento elétrica.

A proteção adequada é muito importante e deve ser compatível com o trabalho a ser feito. O primeiro passo para a seleção da proteção adequada é certificar-se de que todas as opções atendem à NBR 8221/2003, norma brasileira que descreve os requerimentos mínimos para um capacete de segurança.

Um capacete é composto de duas partes principais: o casco e a suspensão (armação interna). O casco, em geral, é constituído de polietileno de alta densidade. Já a suspensão é composta da carneira e coroa.

Baseado na norma NBR 8221/2003, um capacete de segurança deve:

1. Limitar a pressão de impacto aplicada no crânio, difundindo-a através da maior superfície possível. Isto é conseguido através de uma suspensão que se encaixe bem em vários tamanhos de crânio, juntamente com um casco forte o suficiente para evitar que o crânio entre em contato direto com o objeto em queda. Portanto, o casco deve ser resistente à deformação e perfuração.

2. Dissipar a energia que seria transmitida para a cabeça e pescoço. Isto é conseguido através da suspensão, que deve ser seguramente encaixada no casco, assim o impacto é absorvido sem que a suspensão desencaixe. A suspensão precisa ser flexível o suficiente para deformar-se com o impacto, sem tocar no casco.

Os capacetes são classificados em duas classes:

Classe A: capacete para uso geral, exceto em trabalhos com energia elétrica;

Classe B: capacete para uso geral, inclusive para trabalhos com energia elétrica.

As classes dividem-se em três tipos ilustrados na Figura 3.1.

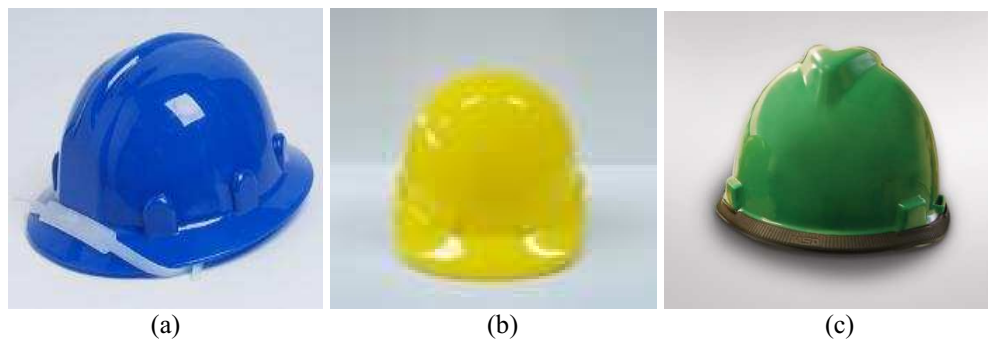


Figura 3.1 – (a) Capacete com aba total; (b) Capacete com aba frontal; (c) Capacete sem aba.

Na Figura 3.2 têm-se, ainda, variações dos tipos de capacetes. O capacete acoplado com protetor facial é utilizado em trabalhos onde haja risco de projeção de partículas decorrentes de explosão ou possibilidade de queimaduras por abertura de arco voltaico. Enquanto que o capacete acoplado com abafador tipo concha é indicado para proteção da cabeça do usuário contra impactos e proteção auditiva contra ruídos superiores a 85 dB.

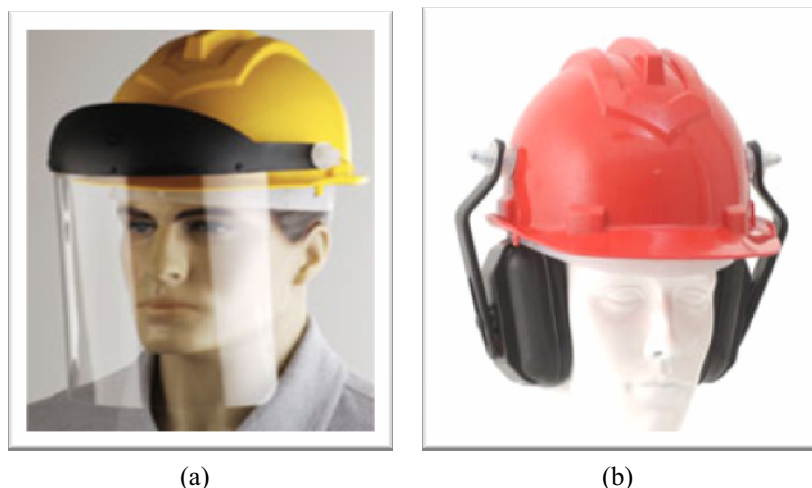


Figura 3.2 – (a) Capacete acoplado com protetor facial; (b) Capacete acoplado com abafador.

Durante o estágio no LAT foi possível perceber que, em geral, os funcionários e alunos não utilizam capacete. Como nesse laboratório, os mesmos estão expostos a materiais condutivos, é indicado o capacete classe B e este não deve possuir perfurações para ventilação ou partes metálicas, assim como nenhum dos seus acessórios (abafadores, viseiras, etc.) podem possuir qualquer componente metálico. É importante também que os usuários tomem conhecimento das seguintes recomendações para conservação dos capacetes:

- Não guardar em ambientes expostos ao Sol, para evitar que a radiação ultravioleta enfraqueça o casco, o que pode reduzir a resistência no momento do impacto.
- Inspeccionar regularmente o casco. Procurar por sinais de deterioração, danos provenientes de algum impacto, penetração, abrasão, etc.
- Substituir partes danificadas. Nunca usar partes de fabricantes ou modelos diferentes.
- Para limpeza do casco, usar somente água e sabão. Se houver necessidade de desinfecção, usar uma solução a 5% de hipoclorito de sódio.
- O casco e a suspensão nunca devem ser alterados.
- Não pintar ou limpar com solventes ou gasolina. Não aplicar abrasivos, já que tais produtos químicos podem enfraquecer o casco.

3.1.2. Óculos de Segurança

Óculos de segurança protegem os olhos contra impactos de partículas volantes, luminosidade intensa, respingos de produtos químicos, radiação ultravioleta ou radiação infravermelha.

No passado, era comum esse tipo de equipamento de proteção individual (EPI) ser feito de vidro. Hoje, os óculos são fabricados em policarbonato, o que os tornam mais leves, duráveis e resistentes. Podendo apresentar lente incolor ou com tonalidade escura.

Para a realização de ensaios e experimentos no LAT são indicados os óculos com viseira incolor que possuam cordão de segurança. O cordão é importante por evitar que os óculos caiam e o usuário fique temporariamente desprotegido, além de reduzir o risco de perda ou danificação. Como a quantidade a ser adquirida desse EPI é pequena, e pela grande rotatividade de usuários que o utilizarão (já que todo período temos novos alunos utilizando as dependências do Laboratório), vale a pena comprar óculos com tratamento anti-risco, pois

ganha-se em durabilidade do produto. Na Figura 3.3 tem-se os únicos óculos de segurança encontrados no LAT.



Figura 3.3 – Óculos de Segurança

3.1.3. Proteção Auditiva

Segundo o anexo nº 1 da NR-15 não há necessidade de aquisição de protetores auditivos já que o nível de ruído no LAT não ultrapassa a marca de 85 dB.

3.1.4. Botas e Luvas

Na realização dos experimentos, como não existem botas de segurança disponíveis para uso dos alunos e em quantidade suficiente, estes devem utilizar calçados fechados, com solado em borracha (tênis), o que diminui o risco de choques elétricos.

Atualmente, existe um aviso impresso em papel e colado na frente de uma porta, com a mensagem “POR MOTIVO DE SEGURANÇA É PROIBIDA A ENTRADA DE PESSOAS NO LAT USANDO SANDÁLIAS, SAPATOS DE SOLA OU TAMANCOS”. Porém, essa porta fica aberta para acesso dos alunos e estes acabam não percebendo a mensagem. A medida a ser tomada é a confecção de um aviso permanente em material resistente a ser fixado na entrada de acesso ao laboratório, em local onde possa ser sempre visto pelos alunos.

Recomenda-se a aquisição de alguns pares de botas, e principalmente, de luvas, para disponibilizar aos funcionários, alunos e professores, quando em realização de experimentos,

ensaios e testes que exijam a utilização desses EPI's, evitando situações de risco como evidenciado na Figura 3.4 em que alunos da pós-graduação realizam ensaio sem qualquer proteção.



Figura 3.4 – Alunos realizando ensaio sem EPI's.

3.2. Equipamentos de Proteção Coletiva– EPC's

Tão importante quanto à utilização de EPI's no desenvolvimento de serviços em instalações elétricas é prever e adotar equipamentos de proteção coletiva (EPC's). EPC é todo sistema, dispositivo, ou meio, fixo ou móvel de abrangência coletiva, destinado a preservar a integridade física e a saúde dos trabalhadores, usuários e terceiros.

Existe uma grande variedade de possibilidades para sinalização de segurança, podem ser usados cones, fitas de contenção, barreiras, banquetas isolante, além de grades e telas metálicas, etc.

Atualmente, no Laboratório em análise, a principal forma de evitar que os alunos corram qualquer risco na realização de experimentos é isolar as áreas de trabalho através de grades metálicas. Também são usadas lâmpadas de sinalização para indicar a ocorrência de ensaios, a lâmpada vermelha ligada significa que o sistema está energizado. Outro tipo de mensagem visual é passada aos usuários por meio de quadros com a frase “PERIGO DE MORTE: ALTA TENSÃO” e a imagem de uma caveira, que por si só, já faz o usuário remeter à morte e, inconscientemente, manter distância. Tais medidas são evidenciadas na Figura 3.5.



(a)



(b)

Figura 3.5 – Ambientes com sinalização de segurança: (a) Lâmpada vermelha acesa indicando a realização de ensaio (b) Aviso de ensaio em execução.

3.3. Organização dos Grupos de Alunos ou Técnicos

Todo período, há uma grande quantidade de alunos frequentando as dependências do Laboratório de Alta Tensão com o intuito de realizar experimentos relacionados às disciplinas Instalações Elétricas, Sistemas Elétricos, Materiais Elétricos, entre outras.

Para um melhor aprendizado, no momento de visualização dos experimentos, as turmas devem ser divididas em grupos de cinco ou seis alunos. Estes devem ser orientados a se posicionarem de forma a favorecer a dispersão do grupo em caso de emergência, conforme mostrado na Figura 3.6. Com a disposição ao longo de uma meia-circunferência, os alunos podem se proteger mais facilmente e sair do Laboratório de forma menos tumultuada, em caso de risco.

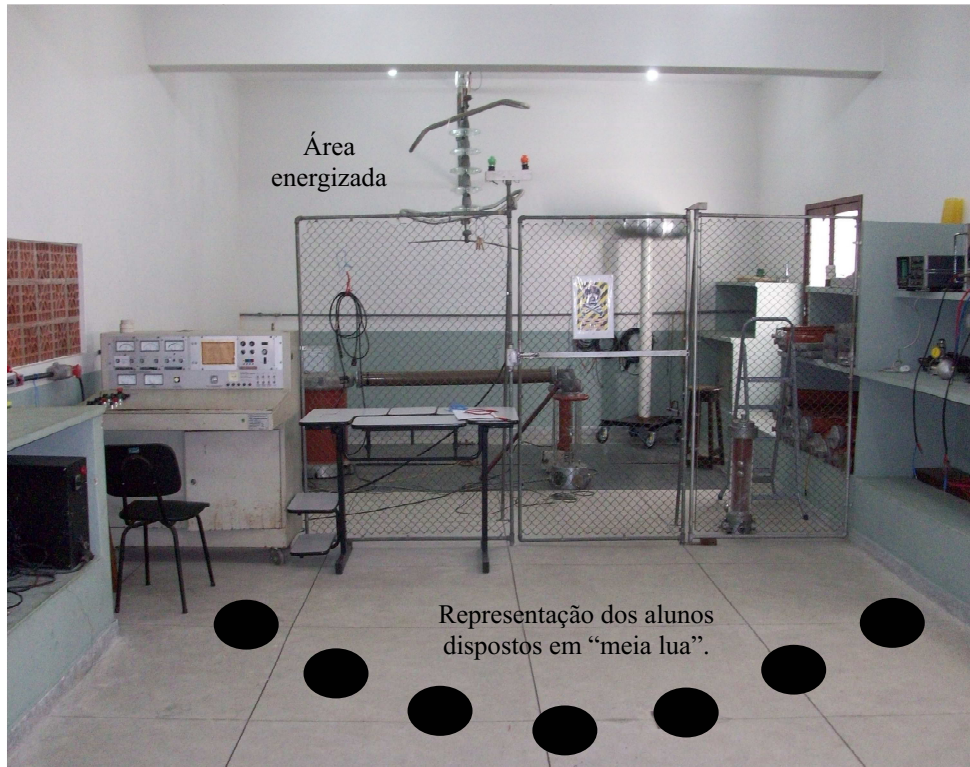


Figura 3.6 – Representação da melhor forma de distribuir os alunos.

Muito importante também é que os alunos obedeçam às distâncias de segurança recomendadas no anexo II da NR 10, conforme Tabela 3.1. Mantendo-se, preferencialmente, na zona livre e quando não for possível, que fiquem na zona controlada. Um diagrama mostrando as zonas de risco, controlada e livre aparece na Figura 3.7.

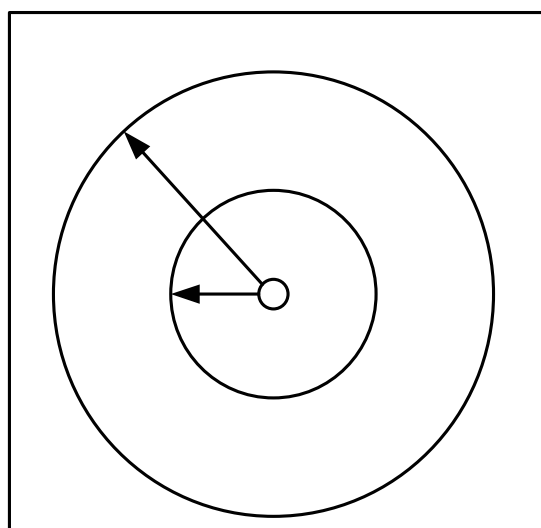


Figura 3.7- Distâncias no ar que delimitam radialmente as zonas de risco, controlada e livre. Onde: **PE** = Ponto da instalação energizada; **ZL** = Zona livre; **ZC** = Zona controlada, restrita a trabalhadores autorizados; **ZR** = Zona de risco, restrita a trabalhadores autorizados e com a adoção de técnicas, instrumentos e equipamentos apropriados ao trabalho.

Tabela 3.1 – 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 zonas controlada e livre em metros
<1	0,20	0,70
≥1 e <3	0,22	1,22
≥3 e <6	0,25	1,25
≥6 e <10	0,35	1,35
≥10 e <15	0,38	1,38
≥15 e <20	0,40	1,40
≥20 e <30	0,56	1,56
≥30 e <36	0,58	1,58
≥36 e <45	0,63	1,63
≥45 e <60	0,83	1,83
≥60 e <70	0,90	1,90
≥70 e <110	1,00	2,00
≥110 e <132	1,10	3,10
≥132 e <150	1,20	3,20
≥150 e <220	1,60	3,60
≥220 e <275	1,80	3,80
≥275 e <380	2,50	4,50
≥380 e <480	3,20	5,20
≥480 e <700	5,20	7,20

3.4. Local dos Testes

3.4.1. Ergonomia

A Norma Regulamentadora 17 – Ergonomia estabelece parâmetros para a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, oferecendo, dessa forma, segurança, conforto e desempenho eficiente. Dentre outras orientações, tem-se:

- a) sempre que o trabalho puder ser executado na posição sentada, o local de trabalho deve ser planejado para esta posição;
- b) para trabalho manual sentado ou que tenha de ser feito em pé, as bancadas, mesas, escrivaninhas e os painéis devem proporcionar ao trabalhador condições de boa postura, visualização e operação;

Nos locais de trabalho onde são executadas atividades que exijam solicitação intelectual e atenção constantes (como no nosso Laboratório) recomendam-se as seguintes condições de conforto:

a) índice de temperatura efetiva entre 20°C e 23°C:

b) velocidade do ar não superior a 0,75m/s;

c) umidade relativa do ar de no mínimo 40%.

De acordo com medições feitas nos ambientes de realização de experimentos, os parâmetros estavam dentro das normas, com exceção da temperatura. Sua média é de 27°C. Sugere-se a instalação de aparelhos de ar condicionado e troca por aparelhos mais modernos, onde estes já existem.

A grande área compreendida pelos ambientes de laboratório do LAT e a falta de dados referentes às dimensões de cada sala, além da imprecisão na determinação dos pontos de leitura dificultaram a realização dos procedimentos para verificação de iluminância, estabelecidos na NBR 5382. Outra dificuldade encontrada foram os inúmeros obstáculos (equipamentos, bancadas, etc.) dispostos nos pontos determinados para realização das leituras com o Luxímetro (aparelho que mede o nível de iluminamento de um ambiente).

Dessa forma, não se encontrou uma iluminância média para cada sala. Ao invés disso, fizeram-se de cinco a nove medições, de acordo com as dimensões do ambiente analisado, constatando-se que todas as leituras apontaram iluminamentos inferiores a 200 lúmens. De forma que todos os ambientes de realização de experimentos estão com iluminamento bem abaixo do mínimo (300 lúmens).

Os piores resultados ocorreram nas salas onde, atualmente, existem lâmpadas queimadas: sala do Laboratório de Instalações Elétricas (duas) e sala do Gerador de Impulso (das seis lâmpadas, duas encontram-se queimadas). No Salão de Alta Tensão a realidade é ainda pior, dos doze refletores, restam apenas dez, e destes, quatro têm suas lâmpadas queimadas. Logo, serão necessárias dez lâmpadas para substituição imediata e algumas outras para manter em estoque.

Na Figura 3.8, alunos realizam experimento da disciplina Laboratório de Instalações Elétricas. É fácil perceber que a disposição das bancadas favorece a formação de “sombra”. Infelizmente, esse problema não poderá ser resolvido já que o conjunto dos painéis de montagens e bancada são importados e já vêm prontos para que dois grupos de alunos possam realizar montagens, simultaneamente, um em cada lado da bancada, o que é mostrado na Figura 3.9.



Figura 3.8 – Alunos realizando experimento do Lab. de Instalações Elétricas.



(a)



(b)

Figura 3.9 – Imagens das bancadas com painéis de montagens.

Havendo disponibilidade orçamentária, é interessante a aquisição de bancos na altura adequada às bancadas, com encosto para promover melhores condições de boa postura, visualização e operação aos alunos. Além de características dimensionais que possibilitem posicionamento e movimentação adequados dos segmentos corporais.

3.4.2. Proteção Contra Incêndios

Segundo o que estabelece a NR 23 – Proteção Contra Incêndios, os locais de trabalho deverão dispor de saídas, em número suficiente e dispostas de modo que aqueles que se encontrem nesses locais possam abandoná-los com rapidez e segurança, em caso de emergência. A largura mínima das aberturas de saída deverá ser de 1,20 m. Para ter acesso aos ambientes do LAT, passamos por duas portas de entrada: a de madeira (com largura de 1,20 m – dentro da norma, portanto) e a de vidro, cuja largura é de apenas 0,75 m e dificultaria a saída das pessoas em caso de emergência.

Outra falha se refere ao sentido de abertura da porta de madeira que não deveria ser para o interior do local de trabalho.

Recomenda-se que as saídas sejam dispostas de tal forma que, entre elas e qualquer local de trabalho não se tenha de percorrer distância maior que 30 m nas áreas de risco médio ou pequeno. Portanto, é importante que se abra uma porta de saída de emergência nas proximidades da sala do Kit de Alta Tensão.

Quanto aos equipamentos para combate ao fogo em seu início, o prédio do LAT conta com cinco extintores, porém, não dispõe de pessoas adestradas no uso correto dos mesmos. Seria interessante que ao menos um funcionário fosse especialmente exercitado no correto manejo do material de luta contra o fogo e seu emprego.

A norma regulamentadora 23 faz a seguinte classificação do fogo:

Classe A - materiais de fácil combustão com a propriedade de queimarem em sua superfície e profundidade, e que deixam resíduos, como: tecidos, madeira, papel, fibra, etc.

Classe B - considerados inflamáveis, os produtos que queimem somente em sua superfície, não deixando resíduos, como óleo, graxas, vernizes, tintas, gasolina, etc.

Classe C - quando ocorre em equipamentos elétricos energizados como motores, transformadores, quadros de distribuição, fios, etc.

Classe D - elementos pirofóricos como magnésio, zircônio, titânio.

Em caso de incêndio no LAT, seriam necessários extintores de água pressurizada (combate ao fogo classe A) e extintores tipo “Dióxido de Carbono” ou “Químico Seco” que podem ser usados nos fogos classes B e C.

Para a área de 1.350 m² de nosso Laboratório, a quantidade e tipo de carga dos extintores estão adequados, conforme disposto na Tabela 3.2. Porém, será necessário realizar a recarga de todos eles e reposicioná-los para que não tenham sua parte superior a mais de 1,60 m acima do piso, nem os rebordos de seus baldes fiquem a menos de 0,60 m nem a mais de 1,50 m acima do piso.

Tabela 3.2 – Extintores atualmente instalados no LAT

Substância	Quantidade de extintores	Capacidade
Água pressurizada	2	10 litros
Gás carbônico (CO ₂)	3	6 quilos

Conforme Figura 3.10 é importante pintar de vermelho uma larga área do piso embaixo de cada extintor a qual não poderá ser obstruída por forma nenhuma. Essa área deverá ser no mínimo de 1,00m x 1,00m e evitará que os extintores sejam encobertos por pilhas de materiais. E também, conservar e proteger a etiqueta de identificação presa ao bojo do extintor para que dados da data em que foi carregado, data para recarga e número de identificação não sejam danificados. Além de inspecioná-los visualmente a cada mês, examinando-se o seu aspecto externo, os lacres, os manômetros, quando o extintor for do tipo pressurizado, verificando se o bico e válvulas de alívio não estão entupidos.



(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 3.10 – (a) Computador dificultando o acesso ao extintor; (b) equipamentos obstruindo a área abaixo do extintor; (c) extintor com etiqueta de identificação danificada; (d) destaque de (c).

Um importante investimento que pode ser priorizado pela direção do LAT é a aquisição de um sistema de detecção e alarme de incêndio. Os sensores de incêndio detectam princípios de incêndio, sobretudo pela presença de sinais de fumaça (gases provenientes de combustão de materiais). A presença desses gases alerta para a existência de fogo, e o sinal de detecção pode posteriormente ativar sinais de alerta (sirenes, sinais luminosos), sistemas de combate a incêndios (aspersores automáticos) ou ainda alertar automaticamente bombeiros.

Na fase de especificação e escolha desse tipo de dispositivo, deve-se optar por um sistema capaz de distinguir entre alarmes falsos e situações verdadeiras de risco, para que não perca, ao soar a sirene sem qualquer razão, a credibilidade dos usuários que frequentam o ambiente nele instalado. Já existem no mercado, sensores que agregam tecnologia de processamento digital de sinais para avaliar a presença ou não de situações de risco.

A grande vantagem desse tipo de sistema com relação aos simples sistemas de alarme, é que por ser automático, o primeiro permite a detecção de incêndios ainda em seu princípio, sendo mais eficaz e evitando maiores estragos. Enquanto que sistemas de alarme dependem de alguém para acioná-los, e caso, o fogo se alastre até os locais de instalação dos botões de acionamento antes que sejam acionados, tais sistemas tornam-se inúteis.

Outra medida preventiva a ser tomada no Laboratório em questão é colocar placas em máquinas e aparelhos elétricos que não devam ser desligados em caso de incêndio avisando deste fato, próximo à chave de interrupção.

De acordo com texto da NR7 – Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional: *“Todo estabelecimento deverá estar equipado com material necessário à prestação de primeiros socorros, considerando-se as características da atividade desenvolvida; manter esse material guardado em local adequado, e aos cuidados de pessoa treinada para esse fim.”*

Dessa forma, se faz necessária a aquisição de kits de primeiros socorros e que ao menos um funcionário do LAT esteja apto a realizar o resgate e prestar primeiros socorros a acidentados, especialmente por meio de reanimação cardiorrespiratória em uma situação de emergência.

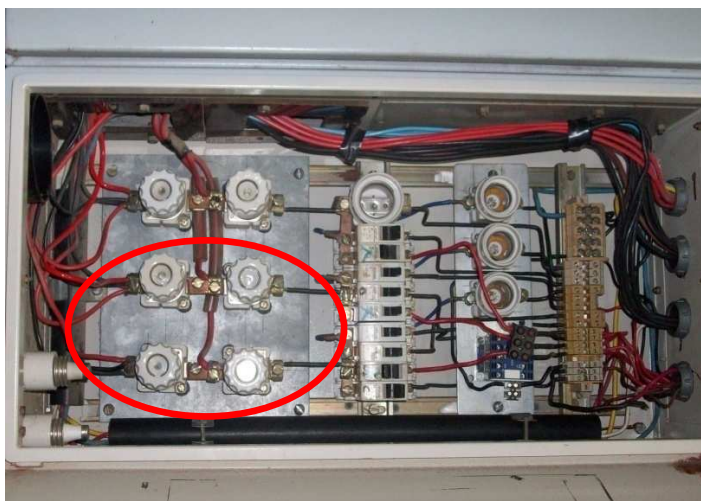
3.4.3. Condições das Instalações

Com o decorrer dos anos, houve aumento de carga no LAT sem o devido planejamento, ocasionando sobrecarga e falta de balanceamento entre as fases nos circuitos, como mostrado na Figura 3.11, e conseqüentemente sobreaquecimento nos disjuntores e condutores.

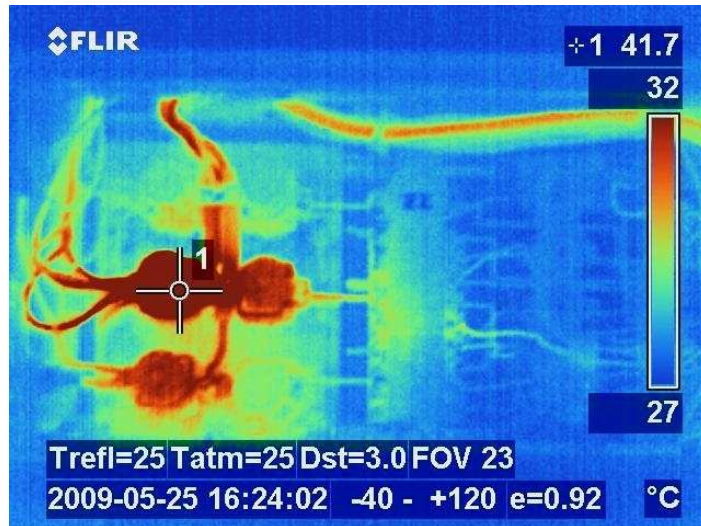
Utilizando um termovisor, verificou-se que o maior aquecimento ocorre na fase C em decorrência da sobrecarga.



(a) Fases da rede trifásica.



(b) Destaque rotacionado em 90° horário da figura (a).



(c) Termovisão da figura (b).

Figura 3.11 – Imagens: desequilíbrio na distribuição de cargas.

Portanto, é recomendável que se faça um balanceamento das cargas, além da troca de disjuntores que foram comprometidos devido à sobrecarga e falta de balanceamento entre as fases para que eles possam proteger, adequadamente, equipamentos sensíveis tais como: modem, fax, computadores e similares. A troca é importante, também, para evitar que o fusível trabalhe aquecido e termine por queimar, ocasionando faltas de energia. Essa situação já ocorreu algumas vezes no LAT.

Na Figura 3.12, pode-se constatar a existência de fiação elétrica exposta, o que facilita o risco de acidentes. A iminência de um choque elétrico se torna ainda maior devido a emendas mal feitas em alguns desses fios. Esse quadro não tem identificação de circuito o que dificulta o desligamento de um disjuntor em uma possível emergência, o que pode gerar maiores danos em equipamentos e pessoas. Outra falha é não possuir qualquer sistema de travamento (cadeado, por exemplo), de forma que pode ser facilmente aberto por um usuário curioso.



(a) Quadro de Distribuição.



(b) Destaque da figura (a).

Figura 3.12 – Emendas e fios expostos em quadro de distribuição.

4. PLANO DE AÇÃO

Conhecendo-se as necessidades para adequação do Laboratório de Alta Tensão à NR 10, foi elaborado um planejamento estratégico de todas as ações necessárias para atingir nosso objetivo. Metas, ações, cronogramas e custos envolvidos foram explicitados por meio de planilha do tipo 5W2H.

O 5W2H é uma ferramenta de identificação rápida dos elementos necessários à implantação de um projeto. Seu nome é um acrônimo de seus elementos, para nos ajudar a lembrar dos sete pontos principais de um **Plano de Ação**.

- Origina-se das sete palavras em inglês:
WHAT – WHY – WHERE – WHEN – WHO – HOW – HOW MUCH
- Em português:
**O QUE – POR QUE – ONDE – QUANDO – QUEM – COMO – QUANTO
CUSTA.**

A Tabela 4.1 apresenta o plano de ação para adequação do LAT à NR 10, enquanto que a Tabela 4.2 detalha os custos envolvidos nessa operação.

Tabela 4.1 – Plano de Ação.

O QUE FAZER	POR QUE	QUEM	COMO FARÁ	ONDE	CUSTO	PRAZO
Adquirir EPI's.	Promover maior segurança aos usuários do LAT.	Administração do LAT	Pesquisa de preço e realização de licitação.	Lojas do ramo.	R\$ 1.600,00	Curto
Alertar para o fato de que algumas máquinas e aparelhos elétricos não devem ser desligados em caso de incêndio.	Evitar que usuários desliguem os equipamentos, fazendo com que o fogo se alastre ainda mais.	Funcionário do LAT	Colocar placas de aviso.	Próximo à chave de interrupção de cada aparelho.	R\$ 60,00	
Aquisição de kit de primeiros socorros.	É importante para promover os primeiros socorros em caso de acidente leve.	Administração do LAT	Pesquisa preço no mercado local.	Lojas do ramo.	R\$ 40,00	
Compra de lâmpadas nas cores verde e vermelha. Além de lâmpadas fluorescentes comuns.	Utilizar na sinalização de ocorrência de ensaio (vermelha) e acesso liberado (verde). Troca das lâmpadas queimadas existentes.	Administração do LAT	Pesquisa de preço e realização de licitação	Lojas do ramo.	R\$ 296,00	
Compra de tintas nas cores branca e vermelha.	Vermelha: sinalizar área abaixo dos extintores. Branca: pintar portas e janelas, melhorando a iluminação do ambiente e delimitar (no piso) zona livre para alunos assistindo experimentos/ensaios.	Administração do LAT	Pesquisa de preço e realização de licitação	Lojas do ramo.	R\$ 160,00	
* Proteger (embutir) a fiação atualmente exposta em quadro de distribuição. E adaptá-lo para que possa ser travado.	Evitar choques elétricos ou riscos a usuários curiosos. E impedir que pessoas não autorizadas tenham acesso ao mesmo.	Técnico em Eletricidade	Criando meio de se fechar o quadro com uso de cadeados.	Quadros de distribuição de energia.	R\$ 270,00	
* Recarregar extintores	A última recarga foi feita há oito anos.	Prestadora de serviço	Pesquisar preço no mercado local.	Loja especializada.	R\$160,00	

Substituição de avisos feitos em papel/papelão por outros de material mais resistente.	Alertar os usuários para "PERIGO DE VIDA: ALTA TENSÃO" e evitar que alunos adentrem o Lab. utilizando calçados abertos (sandálias, tamancos, etc.)	Administração do LAT	Compra de placas mais resistentes que proporcionarão maior durabilidade.	Grades metálicas de separação e portas de acesso ao laboratório	R\$ 120,00	
Instalação de aparelhos de ar condicionado.	Adequar o ambiente para que tenha temperatura entre 20°C e 23°C.	Funcionário	Pesquisa de preço e realização de licitação	Algumas ambientes do Laboratório.	R\$ 4.500,00	Médio
Comprar bancos com encosto	Melhorar as condições de boa postura, visualização e operação aos alunos.	Administração do LAT	Pesquisa de preço e realização de licitação	Lojas do ramo.	R\$ 3.000,00	
* Redistribuir as cargas para equilibrar as fases do sistema trifásico de energia.	Para evitar faltas de energia por queima de fusíveis superaquecidos. E melhorar a eficiência energética e aumentar a vida útil de equipamentos elétricos.	Engenheiro eletricista.	--	--	R\$ 1.000,00	
Treinar dois funcionários no combate a incêndios, resgate e primeiros socorros.	Atender ao que determina a norma e aumentar as chances de sobrevivência de acidentados caso ocorra alguma emergência.	Empresa especializada.	Através de curso.	Local de realização do curso.	R\$ 700,00	
Abrir porta de saída de emergência nas proximidades da sala do Kit de Alta Tensão.	Para que não se tenha de percorrer distância maior que 30m em caso de emergência.	Pedreiro	Pesquisar preço de porta, maçaneta.	Proximidades do Kit de Alta Tensão	R\$ 230,00	
Instalar sistema de detecção e alarme de incêndio.	Detectar princípios de incêndio, ativando sinais avisadores (sirenes, sinais luminosos), sistemas de combate a incêndios (aspersores automáticos) ou ainda alertar automaticamente bombeiros.	Empresa especializada.	Pesquisa de preço e contratação da empresa escolhida para compra e instalação.		R\$ 8.000,00	Longo
* Medidas a serem tomadas com urgência.				TOTAL: R\$ 20.136,00		

Tabela 4.2 – Detalhamento dos custos para execução do plano de ação.

Equipamento		Quantidade	Preço Unitário	Preço Total
Ar condicionado		3	R\$ 1.500,00	R\$ 4.500,00
Aviso em material plástico resistente		8	R\$ 15,00	R\$ 120,00
Bancos com encosto		20	R\$ 150,00	R\$ 3.000,00
Embutir fiação elétrica e adaptar quadro			R\$ 170,00 (material) R\$ 100,00 (pgto. Técnico)	R\$ 270,00
Equipamentos de Proteção Individual (R\$ 1600,00)	Capacete com aba frontal	20	R\$ 15,00	R\$ 300,00
	Óculos (viseira incolor e cordão de segurança)	5	R\$ 10,00	R\$ 50,00
	Botas	20	R\$ 45,00	R\$ 900,00
	Luva de proteção em couro mista p/ trabalhos em baixa tensão (até 380V)	5	R\$ 10,00	R\$ 50,00
	Luva de couro para trabalhos em alta tensão (até 2kV)	2	R\$ 150,00	R\$ 300,00
Galões de tinta		3 branca 1 vermelha serviço	R\$ 45,00 R\$ 15,00 R\$ 100,00	R\$ 160,00
Kit de primeiros socorros		1	R\$ 40,00	R\$ 40,00
Lâmpadas		2 verdes 2 vermelhas 16 fluorescentes	R\$ 2,00 R\$ 2,00 R\$ 18,00	R\$ 296,00
Placas metálicas (máquinas que não devem ser desligadas)		3	R\$ 20,00	R\$ 60,00
Porta		1	R\$ 150,00 (porta) R\$ 80,00 (diária pedreiro)	R\$ 230,00
Recarga dos extintores		3 (CO2) 2 (água pressurizada)	R\$ 40,00 R\$ 20,00	R\$ 160,00
Redistribuição de cargas			R\$ 800,00 (projeto) R\$ 200,00 (implantação)	R\$ 1.000,00
Sistema de detecção e alarme de incêndio		1	R\$ 6000,00 (sistema) R\$ 2000,00 (implantação)	R\$ 8.000,00
Treinamento de funcionário		2	R\$ 350,00	R\$ 700,00
TOTAL:				R\$ 20.136,00

Após análise do plano de ação, percebe-se que o custo para adequação do Laboratório de Alta Tensão é de R\$ 20.136,00 (vinte mil cento e trinta e seis reais). É uma quantia considerável, mas esse gasto pode ser visto como um grande investimento, já que proporcionará, principalmente, maior segurança aos que frequentam as dependências do LAT, além de adequar o Laboratório à legislação de segurança vigente desde 2004. Para que o impacto orçamentário, não seja tão grande, sugere-se que a implantação seja feita em três etapas, de acordo com a Tabela 4.3, de forma que sejam realizadas, prioritariamente, as ações de curto prazo por envolverem um baixo custo.

Tabela 4.3 – Etapas do plano de ação.

Etapas	Prazo	Custo
Etapa 1	Curto	R\$ 2.706,00
Etapa 2	Médio	R\$ 9.200,00
Etapa 3	Longo	R\$ 8.230,00

5. CONCLUSÕES

A análise do Laboratório de Alta Tensão para adequação à legislação vigente possibilitou a aquisição de conhecimentos sobre as normas regulamentadoras de segurança do trabalho, especialmente a NR10. Com base nessa norma, realizou-se o diagnóstico das condições atuais do Laboratório: instalações, equipamentos, procedimentos e pessoal, realizando anotações e registros fotográficos. Na etapa seguinte, elaborou-se o plano de ação que permitiu concluir que a adequação é viável e pode ser implementada, ao menos em parte, já que a maioria das ações pode ser realizada em um curto intervalo de tempo e os custos envolvidos para a realização de todas essas ações de curto prazo foi baixo, totalizando R\$ 2.706,00 (dois mil setecentos e seis reais).

O período de estágio no LAT, além de necessário para a formação acadêmica, representou a oportunidade de aplicar conhecimentos adquiridos na graduação em situações práticas, servindo como experiência e contribuindo no preparo para o início da atividade profissional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

-COGE, Fundação. **Fundação Comitê de Gestão Empresarial.**

Disponível em <<http://www.funcoge.org.br/>>. Acesso em: 05 de Junho de 2009.

-CREDER, Hélio. **Instalações Elétricas.** Rio de Janeiro: JC, 1995. 515p.

-GSE. **Grupo de Sistemas Elétricos.**

Disponível em <<http://www.dee.ufcg.edu.br/~gse>>. Acesso em: 18 de Maio de 2009.

-ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 5413 - Iluminância de interiores.** 1997.

-MTE. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 6 - Equipamento de Proteção Individual – EPI.** 2004.

-MTE. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 7 - Ergonomia.** 1994

-MTE. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 10 – Segurança em Instalações e serviços em Eletricidade.** 2007

-MTE. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 17 - Ergonomia.** 2007

-MTE. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 23 - Proteção Contra Incêndios.** 2007