
UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E INFORMÁTICA
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA ELÉTRICA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO

Aluna:

Élida Fernanda Xavier Júlio - UFCG

Orientador:

Edson Guedes da Costa – UFCG

James de Oliveira - Supervisor – BRASTEMP

Local do Estágio: BRASTEMP da Amazônia S.A.
PERÍODO DE ESTÁGIO: 05/12/2005 A 05/06/2006.

Campina Grande – Paraíba – Brasil
Setembro de 2006



Biblioteca Setorial do CDSA. Fevereiro de 2021.

Sumé - PB

Relatório apresentado ao Departamento de Engenharia Elétrica da UFCG, como requisito necessário à formação de engenheira eletricista.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por ter me iluminado e proporcionado à formação de engenheira eletricista.

Aos meus pais Ângela Maria e Luiz Fernando, minha irmã Elen e minha tia Bernadete, pelo amor, e incentivo aos meus estudos.

Ao professor Edson Guedes, pela disponibilidade e orientação neste relatório de estágio.

Ao Corpo Docente e Funcionários do DEE, pela contribuição ao conhecimento, fundamental para a realização deste trabalho.

Ao especialista da Engenharia de Produto FMO da BRASTEMP, Leonardo Queiroz, pelas oportunidades de aprendizado durante o estágio, assim como de participar de reuniões, aprender a interface de trabalho e política da referente empresa.

Aos amigos e funcionários da BRASTEMP, pela acolhida e confiança no meu trabalho.

“A adversidade desperta em nós capacidades que, em circunstâncias favoráveis, teriam ficado adormecidas.”

Horácio

APRESENTAÇÃO

Este relatório consiste na dissertação do estágio integrado realizado pela aluna do curso de graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Élide Fernanda Xavier Júlio, na BRASTEMP da Amazônia S.A. O estágio ocorreu no período de 05/12/05 a 05/06/06, equivalente a uma carga horária de 1.144 horas, sob supervisão do Especialista de Recursos Humanos da mesma empresa, James de Oliveira, e orientação do Professor Edson Guedes da Costa da UFCG.

O programa de estágio tratou-se do primeiro projeto para estagiários do curso de engenharia na área de Recursos Humanos da BRASTEMP, chamado Job Rotation. Neste programa, distribuíram-se 2 meses de estágio na área do SESMT (Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho), 2 meses na Engenharia de Produto FMO (Forno de Microondas) e 2 meses na Engenharia da Qualidade, respectivamente.

SUMÁRIO

1. Histórico da BRASTEMP.....	7
2. Job Rotation	8
3. SESMT	9
3.1. Trabalhos Devido à Atualização da NR 10.....	10
4. Engenharia de Produto FMO.....	14
4.1. Forno Microondas.....	14
4.2. Teste de Eficiência do Forno Microondas.....	17
5. Engenharia da Qualidade.....	21
5.1. Teste de Desempenho do Magnetron.....	21
6. Conclusões.....	24
Bibliografia.....	25
ANEXO I.....	26
ANEXO II.....	47

1. HISTÓRICO DA BRASTEMP

Inaugurada em 1992, a BRASTEMP da Amazônia localiza-se no Pólo Industrial de Manaus, sendo uma das unidades da empresa Multibrás S.A. Eletrodomésticos. Esta última é detentora das marcas Brastemp e Consul, e é hoje a maior empresa do setor de linha branca (refrigeradores, freezers, fogões, lavadoras de roupa, secadoras, lava-louças, fornos de microondas, condicionadores e depuradores de ar) da América Latina, além de ser subsidiária da Whirlpool Corporation, maior fabricante de eletrodomésticos do mundo.

A BRASTEMP iniciou suas atividades produzindo fornos de microondas, e em 1994, deu início à produção de condicionadores de ar. Em 1998, foi inaugurada uma nova fábrica, com cerca de 30 mil metros quadrados de área construída, possuindo elevados padrões de automação e de produtividade. Logo, esta unidade em Manaus é uma das mais modernas fábricas de eletrodomésticos do mundo, tendo uma posição estratégica que a torna uma significativa exportadora de condicionadores de ar no mercado.

Assim como todas as unidades da Multibrás, a BRASTEMP é certificada pelo Sistema de Gestão Integrada (SGI), que a credencia com a ISO 9001, ISO 14001 e OHSAS 18001, que tratam, respectivamente, da qualidade, do meio ambiente, e da saúde e segurança. Diante disto, a Multibrás S.A. Eletrodomésticos tem como resultado um total de 140 produtos certificados com Selos Procel, atestando a eficiência energética dos eletrodomésticos Brastemp e Consul.



Figura 1. Vista aérea da fábrica da BRASTEMP da Amazônia S.A.

2. JOB ROTATION

O programa de estágio Job Rotation é a primeira versão do projeto criado pelo setor de Recursos Humanos da BRASTEMP da Amazônia S.A. para familiarização e participação do estagiário do curso de engenharia, nas principais áreas que constituem a empresa. O estagiário do Job Rotation pertence ao setor de Recursos Humanos da referida companhia, sendo supervisionado por tal setor em todas as áreas de estágio determinadas pelo programa.

Conforme planejamento do programa, as áreas em questão foram: SESMT (Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho), Engenharia de Produto FMO (Forno de Microondas) e Engenharia da Qualidade, respectivamente. Nestes setores, por um período de dois meses em cada um, desenvolveram-se trabalhos de acordo com os projetos e metas a serem cumpridas, estando sob orientação de especialistas em cada setor. Portanto, num total de seis meses, o Job Rotation permite a realização de trabalhos direcionados a cada setor, bem como conhecer a função e a interligação entre as áreas da empresa.

3. SESMT

Em empresas privadas e públicas que possuem contratos com trabalhadores regidos pela Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), dado o grau de risco da atividade principal e o número de trabalhadores do estabelecimento, mantêm, obrigatoriamente, Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho (SESMT). O serviço tem a finalidade de promover a saúde e proteger a integridade do trabalhador no local de trabalho. Assim, a BRASTEMP da Amazônia possui dentro da estrutura do setor de Recursos Humanos, o suporte do SESMT para garantia da segurança e saúde dos seus funcionários.

Além disso, o SESMT estabelece entrosamento permanente com a CIPA (Comissão Interna de Prevenção de Acidentes), atuando como agente multiplicador, sendo constituída pela colaboração de um grupo de funcionários da empresa, os quais investigam condições de riscos, propõem medidas e campanhas preventivas a acidentes.

Quanto aos acidentes de trabalho, são denominados como acidentes que ocorrem pelo exercício das atividades de trabalho da empresa, que acarretam lesão corporal, perturbação funcional ou doença que ocasiona perda, redução permanente ou temporária da capacidade de trabalho, bem como danos materiais.

Os Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho são constituídos por médico do trabalho, engenheiro de segurança do trabalho, técnico de segurança do trabalho, enfermeiro do trabalho e auxiliar de enfermagem do trabalho. E compete a estes profissionais as seguintes responsabilidades:

- Aplicar os conhecimentos de engenharia de segurança e de medicina do trabalho ao ambiente de trabalho e a todos os seus componentes, incluindo máquinas e equipamentos, de modo a reduzir ao máximo os riscos à saúde do trabalhador;
- Determinar e fiscalizar o trabalhador na utilização de Equipamentos de Proteção Individual (EPI);
- Colaborar nos projetos e na implantação de novas instalações físicas e tecnológicas da empresa;
- Orientar quanto ao cumprimento do disposto nas Normas Regulamentadoras (NR) aplicáveis às atividades executadas pela empresa;

-
-
- Manter permanente relação com a CIPA, valendo-se ao máximo de suas observações, além de apoiá-la, treiná-la e atendê-la;
 - Promover a realização de atividades de conscientização, educação e orientação dos trabalhadores para a prevenção de acidentes do trabalho e doenças ocupacionais, tanto através de campanhas quanto de programas de duração permanente;
 - Esclarecer e conscientizar os empregadores sobre acidentes do trabalho e doenças ocupacionais estimulando-os em favor da prevenção;
 - Analisar e registrar em documentos específicos todos os acidentes ocorridos na empresa, com ou sem vítima, e todos os casos de doença ocupacional, descrevendo as características do acidente ou da doença;
 - Registrar mensalmente os dados atualizados de acidentes do trabalho, doenças ocupacionais, devendo a empresa encaminhar uma avaliação dos mesmos dados à Secretaria de Segurança e Medicina do Trabalho através do órgão regional do MTb;
 - Elaborar planos de controle de efeitos de catástrofes, de disponibilidade de meios que visem ao combate a incêndios, ao salvamento, e à imediata atenção à vítima, seja qual for o tipo de acidente; não sendo vedado o atendimento de emergência.

Portanto, a equipe do SESMT é responsável pela prevenção de acidentes de trabalho, visando minimizar os potenciais de riscos, ou até mesmo eliminá-los, garantindo um ambiente de trabalho saudável.

3.1. Trabalhos Devido à Atualização da NR 10

Diante da atualização da Norma Regulamentadora Nº. 10 (NR 10) — Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade — aprovada pelo Ministério do Trabalho e do Emprego através da portaria nº598 de 7 de Dezembro de 2004, a BRASTEMP da Amazônia S.A. criou um Programa de Gerenciamento Elétrico, visto que a NR 10 determina requisitos e condições mínimas de segurança aos trabalhadores que, direta ou indiretamente, interajam em instalações elétricas e serviços com eletricidade.

O Programa de Gerenciamento Elétrico é um plano para tomada de ações corretivas dos riscos que as instalações elétricas da referente empresa podem acarretar. Neste programa, sob responsabilidade dos profissionais do SESMT, entre os itens listados, dois foram contemplados

neste estágio: o Mapeamento de Risco das Instalações Elétricas e a Elaboração de Procedimento de Segurança em Serviços em Eletricidade.

Com relação ao primeiro item, o objetivo do Mapeamento de Risco das Instalações Elétricas era realizar inspeções na BRASTEMP, a fim de dar ciência à Gerência Geral das condições das instalações elétricas e, conseqüentemente, solicitação de reparos ao setor de Manutenção, visto que, no mês de Março do mesmo ano, a empresa passaria por um processo de auditoria organizada pelo grupo Multibrás.

As vistorias, através da inspeção visual, foram feitas em todo o espaço físico, com o intuito de registrar os potenciais de risco encontrados. A inspeção foi realizada em todas as áreas da empresa, compreendendo área externa e prédios. Abriam-se quadros elétricos, observaram-se tomadas e eletrocalhas contendo cabos elétricos, visitaram-se a subestação de recebimento de 13,8 kV e as subestações de distribuição de energia elétrica.

Assim, serão apresentadas a seguir, algumas fotografias ilustrando as condições observadas nas instalações da BRASTEMP, baseada na não conformidade de medidas de segurança exigidas pela NR 10.

Na Figura 2 pode ser vista a fotografia de um quadro elétrico de comando, no qual constava o armazenamento de papéis, contrariando o item 10.4.4.1 da NR 10, que se encontra no Anexo I. Já a Figura 3 apresenta a fotografia de um quadro elétrico contendo condutores elétricos sem isolamento e fio terra desconectado da porta do quadro elétrico, assim, não atendendo as medidas de proteção coletiva dos itens 10.2.8.2.1 e 10.2.8.3 da NR10. Na Figura 4, a fotografia mostra um quadro elétrico com ausência de placa de acrílico servindo como obstáculo ao contato acidental com os condutores elétricos, contrariando o item 10.2.8.2.1 da mesma norma.

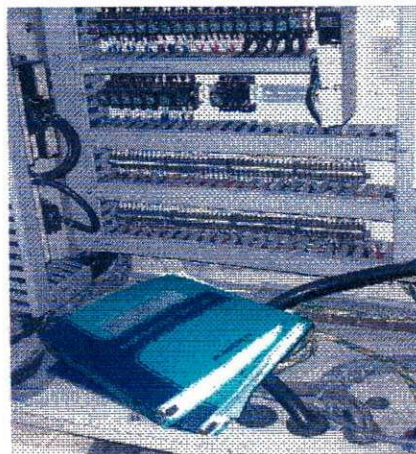


Figura 2. Fotografia do quadro elétrico.

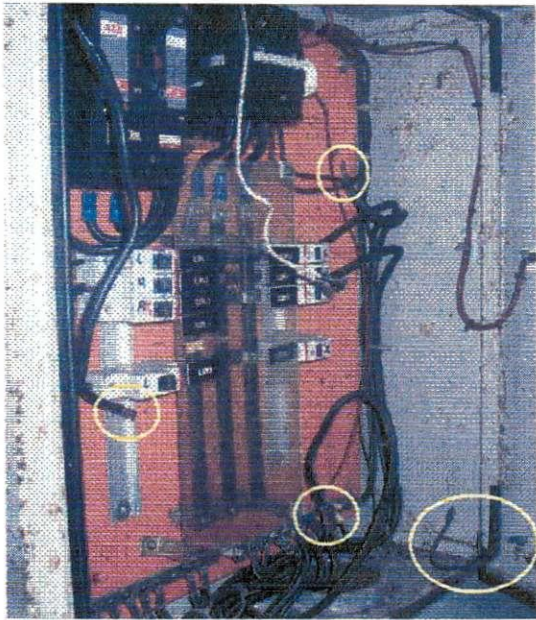


Figura 3. Fotografia do quadro elétrico.

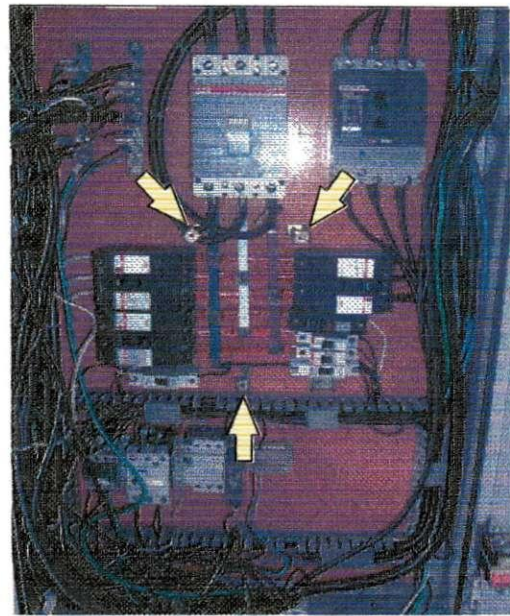


Figura 4. Fotografia do quadro elétrico.

As fotografias a seguir apresentam condições das instalações elétricas que também necessitam de reparos para uma avaliação positiva dos auditores, aos prováveis questionamentos de boas condições destas instalações e de segurança aos funcionários.

A Figura 5 e a Figura 6 mostram respectivamente, um quadro elétrico encontrado aberto e o outro fechado com corda. Na Figura 7, tem-se a fotografia de tomadas danificadas. A fotografia da Figura 8 apresenta eletrocalha contendo cabos elétricos, danificada. Na Figura 9 consta a Subestação de Recebimento de 13,8 kV, a qual após a ocorrência de chuva forte, apresenta no seu interior o piso molhado, tornando-se um risco de eletrocussão aos funcionários que necessitem realizar serviço nesta subestação diante destas circunstâncias.

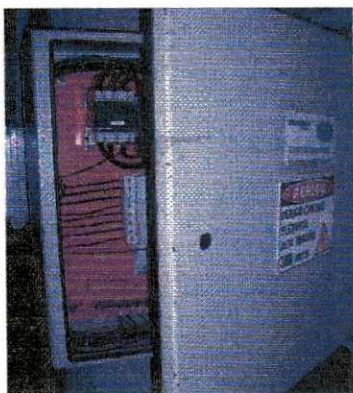


Figura 5. Fotografia do quadro elétrico.



Figura 6. Fotografia do quadro elétrico.



Figura 7. Fotografia das tomadas.



Figura 8. Fotografia da eletrocalha.



Figura 9. Fotografia da Subestação de Recebimento de 13,8kV.

Assim, diante das evidências mostradas anteriormente, estas constatações foram notificadas e encaminhadas à área de Manutenção, que efetuou prontamente todos os reparos.

Após a realização do Mapeamento de Risco das Instalações Elétricas, elaborou-se o Procedimento de Segurança em Serviços em Eletricidade apresentado no Anexo II, destinado aos técnicos eletricitas e trabalhadores em geral da empresa. O texto foi elaborado como um guia orientativo de segurança em eletricidade e com linguagem técnica objetiva, visto que os técnicos eletricitas tiveram um treinamento sobre a NR 10 ministrado pelo SENAI. Assim, o Procedimento de Segurança em Serviços em Eletricidade é constituído de um conjunto de procedimentos, instruções técnicas e administrativas, criado sob orientação do engenheiro do SESMT e da técnica do SESMT.

4. ENGENHARIA DE PRODUTO FMO

Na BRASTEMP da Amazônia, a Engenharia de Produto FMO (Forno de Microondas) é responsável pelo desenvolvimento, manutenção e implantação de fornos microondas no Brasil. Trata-se de uma engenharia residente, ou seja, de implantação de projetos, cuja tecnologia de fornos microondas está localizada na Whirlpool Suécia, grupo ao qual a BRASTEMP é integrante.

Para a implementação dos projetos do FMO, o setor Engenharia recorre ao suporte das áreas de: Suprimentos, Engenharia Industrial, PCPM (Planejamento e Controle de Produção de Materiais) e Engenharia da Qualidade. Além disso, estuda as possibilidades de realizar reduções de custo, por meio da troca de fornecedores de dispositivos ou peças do forno microondas, mantendo a qualidade do produto. Assim, a Engenharia de Produto acompanha não somente a produção, processo em si, o desempenho dos fornecedores de peças e dispositivos que constituem os fornos microondas como também os índices de campo que indicam percentualmente as causas de problemas deste eletrodoméstico durante o tempo de garantia sob domínio dos consumidores.

4.1. Forno Microondas

O forno microondas é considerado um dos eletrodomésticos mais práticos em uma cozinha moderna. Ele proporciona rapidez no preparo dos alimentos devido ao cozimento por emissão de microondas. As microondas são ondas eletromagnéticas de alta frequência, as quais nos fornos microondas são emitidas na frequência de 2.450 MHz pelo componente chamado magnetron.

O magnetron é uma válvula envolvida por dois ímãs permanentes, possuindo uma antena metálica para a irradiação das microondas. No interior do magnetron há um tubo metálico chamado catodo, o qual está conectado aos dois filamentos do magnetron, que são alimentados pela tensão de 3 V do secundário do transformador de alta tensão. O catodo está localizado no interior de uma placa constituída por várias pequenas cavidades chamada anodo. A Figura 10 e a Figura 11 mostram, respectivamente, a estrutura externa e interna do magnetron.

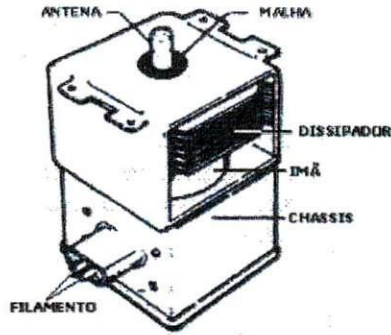


Figura 10. Estrutura externa do magnetron.

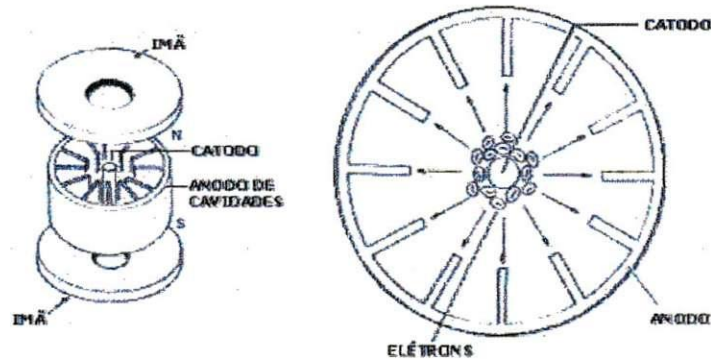


Figura 11. Estrutura interna do magnetron

Inicialmente, aplicando 3 V ao filamento do magnetron, ocorre o aquecimento do catodo, o qual aquecido propiciará a emissão de elétrons. Ao aplicar uma tensão de -4.000 V entre o catodo e o anodo (fornecida pelo secundário do transformador de alta tensão) e sob o campo magnético dos ímãs permanentes, os elétrons são emitidos em movimento giratório do catodo para o anodo, em alta velocidade. Com o movimento giratório, os elétrons induzem um sinal elétrico de 2.450 MHz em cada pequena cavidade do anodo, pois cada pequena cavidade funciona como se fossem bobina e capacitor sintonizados em 2.450 MHz. Como estas cavidades estão interligadas, o sinal de tensão na frequência de 2.450 MHz se torna intenso e é emitido pela antena do magnetron em forma de microondas. A emissão de elétrons do catodo para o anodo é denominada emissão termoiônica. A Figura 12 ilustra como ocorre esta emissão dos elétrons do catodo para o anodo.

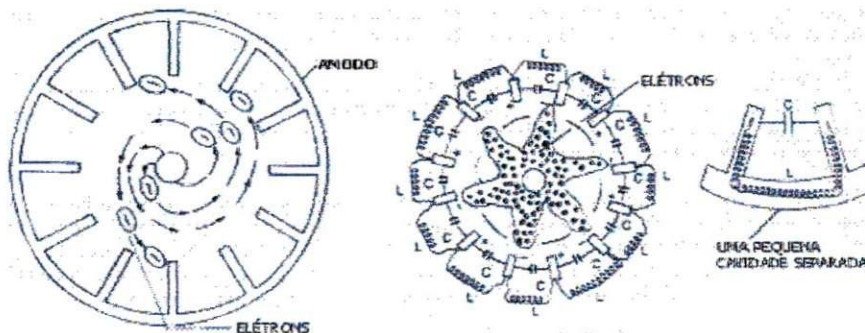


Figura 12. Diagrama de emissão de elétrons.

O magnetron está conectado a um circuito de alta tensão. Este circuito é constituído por: um transformador, formado por um enrolamento primário alimentado por 110 V ou 220 V e por dois secundários, o de alta tensão que fornece 2.000 V e o do filamento que fornece 3 V; um diodo retificador de alta tensão especificado para 2.000 V; e um capacitor de 0,8 a 1 μ F com isolação de 2.000 a 2.200 V. Por motivo de segurança, o capacitor possui um resistor interno de descarregamento. O circuito de alta tensão ilustrado na Figura 13 trata-se de um circuito duplicador de tensão.

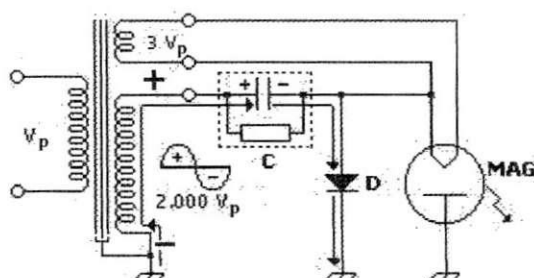


Figura 13. Circuito de alta tensão.

A tensão de 3 V fornecida pelo enrolamento secundário do trafo é aplicada ao filamento do magnetron para que ocorra o aquecimento do catodo. Considerando o funcionamento do circuito da Figura 13, ideal; no semi-ciclo positivo da tensão de 2.000 V fornecida pelo transformador, o diodo é polarizado diretamente apresentando em seus terminais uma tensão nula e o capacitor é carregado com uma tensão de 2.000 V em seus terminais, até atingir-se o pico do sinal de tensão do trafo neste semi-ciclo. Com a diminuição do módulo da tensão do transformador até tornar-se nula, o diodo é polarizado reversamente com uma tensão de -2.000 V em seus terminais. Assim, com o aumento do módulo da tensão do trafo no semi-ciclo negativo até atingir-se o pico deste sinal, o diodo permanecerá polarizado reversamente, porém com uma tensão -4.000 V em seus terminais, e como o magnetron está conectado em paralelo com o diodo, a tensão de -4.000 V é aplicada entre o catodo e o anodo do magnetron.

A Figura 14 apresenta uma vista explodida do forno microondas indicando a cavidade do mesmo (carcaça metálica refletora de radiação). Na cavidade, os alimentos absorvem as microondas, que são emitidas na frequência 2450 MHz, causando intensas vibrações das moléculas de água, havendo, conseqüentemente, geração de energia térmica (calor), que se transmite às diferentes camadas do alimento por indução, resultando no cozimento do alimento de fora para dentro.

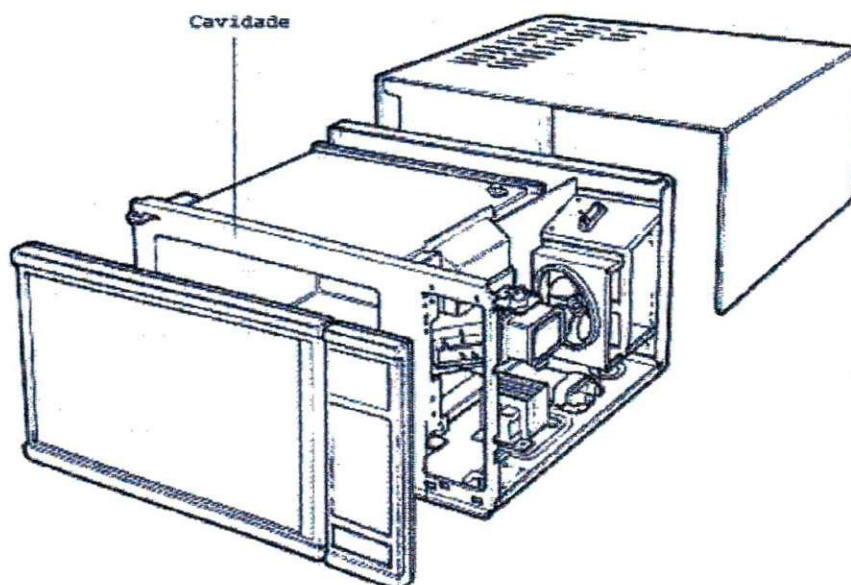


Figura 14. Vista explodida do forno microondas.

4.2. Teste de Eficiência do Forno Microondas

Os Laboratórios Especializados em Eletro-eletrônica, Calibração e Ensaio (LABELO) são um dos principais laboratórios que realizam ensaios para avaliação da eficiência energética dos produtos elétricos etiquetados pelo PROCEL (Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica), que tem por objetivo promover a racionalização da produção e consumo de energia elétrica. O Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica utiliza o Selo PROCEL como instrumento de: estímulo a fabricação de produtos mais eficientes no item economia de energia, e orientação ao consumidor à compra de equipamentos com melhores níveis de eficiência energética. Desta forma, a certificação dos fornos microondas Brastemp visa buscar uma contínua melhoria da qualidade do produto e aumentar, conseqüentemente, a credibilidade dos consumidores. Assim, visando a certificação de eficiência energética dos fornos microondas Brastemp, o setor Engenharia de Produto FMO solicitou como atividade de estágio, a execução de testes para avaliação do rendimento dos fornos microondas e envio dos mesmos ao LABELO.

Os produtos destinados aos testes no laboratório do LABELO foram selecionados previamente pela BRASTEMP. Para tal, retiraram-se do estoque da fábrica 10 produtos de cada um dos 10 modelos, totalizando 100 fornos microondas separados para testes de eficiência

energética no próprio laboratório da empresa. Dos 10 modelos em questão, 8 foram da linha de fornos microondas 27 litros e 2 da linha de 38 litros.

O procedimento de teste realizado na BRASTEMP teve como base a Norma Mercosur NM-IEC 60335-2-25:2006 (Segurança de aparelhos eletrodomésticos e similares / Parte 2: Requisitos específicos para fornos microondas), adotada para este ensaio pelo LABELO.

Os níveis de classificação de eficiência energética dos produtos, em ordem decrescente de eficiência, são: A, B, C, D, E, F e G. Para classificá-los, calcula-se o rendimento, que é dado pela Equação 1:

$$\eta = 100 \times \frac{P_{saída}}{P_{entrada}} \quad (1)$$

onde, neste caso, η é o rendimento do forno microondas, $P_{saída}$ é a potência de saída e $P_{entrada}$ é a potência de entrada do forno microondas.

A fim de evitar variações consideráveis nas medições, foram adotadas algumas considerações para execução do ensaio, conforme a seguir.

- Utilizaram-se três sensores de temperatura para medições em °C: da temperatura ambiente do laboratório (T_0); da temperatura inicial da água (T_1); e da temperatura final da água (T_2);
- Antes de iniciar o ensaio, resfriava-se a água até atingir 9°C, para que ao medir a temperatura T_1 obtivesse aproximadamente 10°C;
- O baker era bem enxuto antes de iniciar cada teste, a fim de, ao colocar o baker na balança, obter-se previamente apenas a massa do recipiente (M_r);
- A haste utilizada para misturar a água era de madeira para evitar troca de calor entre o líquido e a haste.

Para iniciar o teste de eficiência, coletava-se aproximadamente 1.000 ml de água à temperatura de 9°C, conforme a fotografia da Figura 15. Logo em seguida, esta água era transferida para um baker, o qual contendo o líquido colocava-se sobre a balança para obter a massa da água (M_a). Estando o baker com água sobre a balança, realizava-se o ajuste fino da massa de água para obter um melhor valor aproximado de 1.000 ml, conforme fotografia da Figura 16. Com a haste de madeira, misturava-se a água para homogeneizar a temperatura do

líquido e, imediatamente, media-se a temperatura inicial T_1 , obtendo-se em média 11°C devido à troca de calor com o ambiente até o instante deste procedimento. Antes de inserir o baker com água no forno, lia-se a temperatura ambiente do laboratório T_0 (em média 21°C).

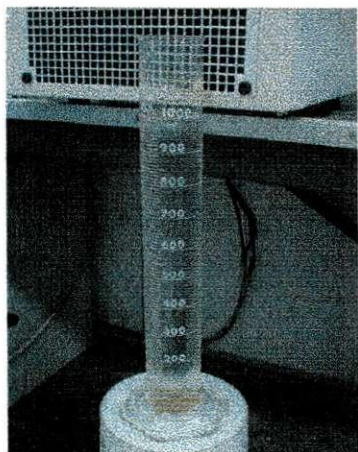


Figura 15. Fotografia da coleta de 1.000 ml de água.

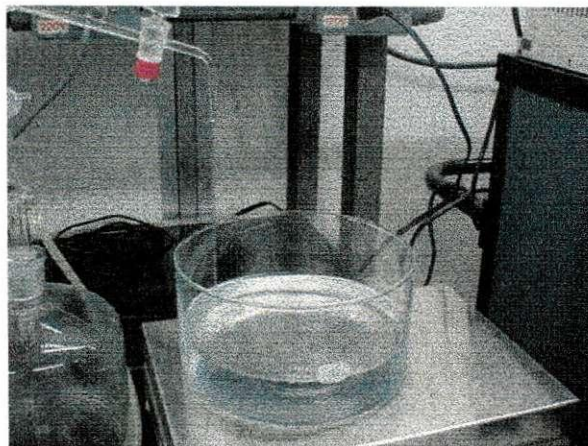


Figura 16. Fotografia do ajuste fino da massa de água.

Após medir as temperaturas T_0 e T_1 , inseria-se o baker com água rapidamente no forno microondas e o programava para o funcionamento de 1 minuto. Dado início do funcionamento do produto, observa-se o osciloscópio digital, no qual era visto o momento do início da emissão das microondas pelo magnetron, através da mudança da forma de onda do sinal de tensão do magnetron. Observada a mudança do comportamento deste sinal na tela do osciloscópio, imediatamente verificava-se o instante t desta ocorrência no display do forno (em média 57s), que mostrava os segundos restantes de funcionamento. Passados os 57s, utilizando o equipamento Power Meter, lia-se a potência de entrada do forno microondas P_{entrada} , resultando uma média de 1.613 W. A Figura 17 apresenta uma fotografia do forno microondas de 27 litros programado para aquecer a água por 1 minuto.



Figura 17. Fotografia da água em aquecimento no forno microondas.

Ao término do aquecimento da água, retirava-se o baker do produto, misturava-se o líquido com a haste de madeira, e inseria-se o sensor de temperatura na água para obter a temperatura final T_2 , obtendo-se um valor médio de 22°C .

Finalizado o teste de eficiência energética, determinava-se a potência de saída $P_{\text{saída}}$ substituindo os dados obtidos durante o ensaio na Equação 2 a seguir:

$$P_{\text{saída}} = \frac{4,187M_a(T_2 - T_1) + 0,55M_r(T_2 - T_0)}{t} \quad (2)$$

A partir da equação da primeira lei da termodinâmica, $Q = mc\Delta T$, dividindo ambos os membros da equação pelo tempo t , obtém-se para as massas da água e do recipiente, a Equação 2, na qual 4,187 é o calor específico da água e 0,55 é o calor específico do material do recipiente.

E substituindo P_{entrada} e $P_{\text{saída}}$ na Equação 1, obtinha-se o rendimento η do forno microondas.

Na BRASTEMP, o procedimento de ensaio descrito anteriormente era executado três vezes em cada produto, a fim de efetuar a média dos valores do rendimento e obter o rendimento médio. E assim, como cada classificação de eficiência energética (A, B, C, D, E, F e G) possui um intervalo de valores de η , determinava-se a classe de eficiência do produto por meio do seu rendimento médio.

5. ENGENHARIA DA QUALIDADE

Com as novas exigências do mercado e a necessidade de melhoria contínua dos produtos e serviços, a BRASTEMP da Amazônia tem adotado metodologias de solução de problemas aplicados a produtos e processos, para aumentar a satisfação dos consumidores. O setor Engenharia da Qualidade da empresa é a responsável por este gerenciamento. A ferramenta Seis Sigma é utilizada para alcançar a melhoria contínua da qualidade do produto e competitividade da marca.

A aplicação metodologia Seis Sigma tem como objetivo aumentar a satisfação dos clientes e, paralelamente, minimizar custos. Portanto, ela visa tornar os processos robustos contra defeitos ou erros, bem como simplificá-los para que sejam mais eficientes. A implementação da metodologia permite minimizar os custos através da redução ou eliminação de atividades que não agreguem valor ao processo (como retrabalho, inspeções e desperdícios) e da maximização da qualidade do produto acabado. Assim, este programa melhora o desempenho do processo, reduzindo a sua variação, e mantém uma qualidade consistente de produção, proporcionando a redução dos defeitos, lucratividade, melhoria da qualidade do produto e satisfação do consumidor.

Para o sucesso da ferramenta da Qualidade é necessário o envolvimento dos funcionários, ou seja, são realizados treinamentos e formadas equipes para elaboração e execução de projetos de minimização de defeitos ou alterações no produto. Outra característica marcante do Seis Sigma é ser uma estratégia de negócios. Pois, o Engenharia da Qualidade, não apenas dá suporte às áreas de engenharia, como também auxilia áreas de vendas, logística, marketing e produção.

5.1. Teste de Desempenho do Magnetron

Durante o estágio no setor de Engenharia da Qualidade foram realizados testes comparativos de desempenho entre magnetrons de dois fornecedores conceituados no mercado da Brastemp. Os testes foram realizados com o objetivo da obtenção da redução de custo, mantendo a qualidade dos fornos microondas. Por motivos confidenciais, os magnetrons e dois transformadores serão identificados neste texto respectivamente por: Magnetron A, Magnetron

B, Trafo 1 e Trafo 2. Os dois transformadores e o Magnetron A são utilizados na linha de produção dos atuais fornos microondas Brastemp.

A avaliação do desempenho dos Magnetrons é efetuada por meio do preparo de pipocas em fornos microondas. A metodologia permite uma avaliação quantitativa utilizando-se a razão entre o número de grãos de milho em relação às pipocas.

Para a execução dos testes elaborou-se uma Estratégia de Amostragem, que é um planejamento estrutural utilizado pela Engenharia da Qualidade para posterior análise dos resultados e das variações de cada produto, componente ou peça em estudo. Neste caso, uma Estratégia de Amostragem foi elaborada para análise dos Magnetrons A e B, assim, foram utilizados: dois fornos microondas de 120 V do mesmo modelo (para maior facilidade de identificação neste texto, chamados por Forno 1 e Forno 2); quatro Magnetrons A (Magnetron 1A, Magnetron 2A, Magnetron 3A, Magnetron 4A) e quatro Magnetrons B (Magnetron 1B, Magnetron 2B, Magnetron 3B, Magnetron 4B), dois transformadores (Trafo 1 e Trafo 2); e 32 pacotes de grãos de milho para pipocas a serem preparadas em fornos microondas. As Tabelas 1 e 2 apresentam as Estratégias de Amostragem do Magnetron A e do Magnetron B, respectivamente.

Tensão	108V															
Transformador	Trafo 1								Trafo 2							
Forno Microondas	Forno 1	Forno 2	Forno 1	Forno 2	Forno 1	Forno 2	Forno 1	Forno 2	Forno 1	Forno 2	Forno 1	Forno 2	Forno 1	Forno 2	Forno 1	Forno 2
Magnetron	Magnetron 1A		Magnetron 2A		Magnetron 3A		Magnetron 4A		Magnetron 1A		Magnetron 2A		Magnetron 3A		Magnetron 4A	
Pipoca	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

Tabela 1. Estratégia de Amostragem do Magnetron A.

Tensão	108V															
Transformador	Trafo 1								Trafo 2							
Forno Microondas	Forno 1	Forno 2	Forno 1	Forno 2	Forno 1	Forno 2	Forno 1	Forno 2	Forno 1	Forno 2	Forno 1	Forno 2	Forno 1	Forno 2	Forno 1	Forno 2
Magnetron	Magnetron 1B		Magnetron 2B		Magnetron 3B		Magnetron 4B		Magnetron 1B		Magnetron 2B		Magnetron 3B		Magnetron 4B	
Pipoca	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32

Tabela 2. Estratégia de Amostragem do Magnetron B.

Na Figura 18, por exemplo, é apresentado como se realizou o teste do Magnetron A. No Forno 1 foram instalados o Magnetron 1A e o Trafo 1. E aplicou-se a tensão de alimentação de

108 V (90% da tensão nominal de 120 V) nos fornos, simulando aos magnetrons as condições mais críticas (queda de tensão na instalação elétrica predial do consumidor).

A metodologia para avaliar o desempenho dos magnetrons consistia no seguinte: o pacote contendo os grãos de milho era colocado na balança, verificada a massa do conjunto pacote e grãos de milho (M_{pm}). Após o preparo do alimento em questão, verificavam-se: a massa do pacote sem pipocas, vazio (M_p), a fim de subtrair-lo do valor de M_{pm} ; e a massa dos grãos de milho que não se tornaram pipocas (M_m). Logo, ao final do teste, obtinha-se o percentual de grãos de milho em relação às pipocas (Percentual), conforme a Equação 3 adiante.

$$Percentual = 100 \times \frac{M_m}{M_{pm} - M_p} \quad (3)$$

Um pacote de grãos de milho para o preparo de pipocas foi inserido no centro da cavidade do microondas, e submetido a 2 minutos e 10 segundos de funcionamento do produto por emissão de microondas, por meio da programação da tecla Pipoca. O Forno 1 foi energizado com a tensão de 108 V, variando entre 107 V e 109 V durante o funcionamento do forno microondas. Ao término da programação do produto, o pacote de pipoca foi retirado do Forno 1 e os grãos de milho que não se transformaram no referido alimento foram pesados.

Analogamente, o procedimento explanado anteriormente foi repetido, porém o Magnetron 1A e o Trafo 1 sendo implementados no Forno 2, e assim sucessivamente, de acordo com a Estratégia de Amostragem apresentada na Tabela 1. Quanto ao Magnetron B, o teste deste componente realizou-se do mesmo modo, utilizando Trafo 1, Trafo 2, Forno 1 e Forno 2, porém implementando os Magnetrons B, conforme Tabela 2.

Concluídos os testes de todos os magnetrons, comparando os trinta e dois percentuais de grãos de milho em relação às pipocas (Percentual), constataram-se que os percentuais dos Magnetrons A foram menores que os dos Magnetrons B, indicando o melhor desempenho dos Magnetrons A. Portanto, para garantir a qualidade dos fornos microondas Brastemp, o Engenharia da Qualidade determinou permanecer fabricando seus fornos utilizando os Magnetrons A. Como o Magnetron A já vinha sendo utilizado na sua linha de produção, a sua substituição é inviável aos projetos de redução de custo.

6. CONCLUSÕES

As atividades realizadas durante o programa de estágio Job Rotation possibilitaram a experiência de participar em trabalhos que costumam ser desenvolvidos na empresa, principalmente nos setores do SESMT, Engenharia de Produto FMO e Engenharia da Qualidade. O estágio em cada uma destes setores sedimentou conhecimentos específicos em serviços de segurança do trabalho, processo de produção, projetos de redução de custo e melhoria da qualidade do produto.

O estágio integrado foi uma experiência fundamental para a formação e complementação acadêmica de um estudante de engenharia. O estágio proporcionou uma visão de perfil profissional exigido pelo atual mercado de trabalho, pois durante o período de desenvolvimento das atividades relatadas, teve-se a oportunidade de participar de reuniões, conhecer e intervir em outros setores da empresa, isto é, vivenciar a vida de um engenheiro em uma indústria.

BIBLIOGRAFIA

NBR 5410, **Instalações Elétricas de Baixa Tensão**, ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, Setembro 2004.

NM-IEC 60335-2-25:2006, **Segurança de Aparelhos Eletrodomésticos e Similares, Parte 2: Requisitos Específicos para Fornos Microondas**, Norma Mercosur, 1ª ed, Janeiro 2006.

NR 10, **Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade**, Norma Regulamentadora N°. 10, Seção I, Dezembro 2004.

NR 4, **Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho**, Norma Regulamentadora N°. 4.

TOCANTINS, V. D., **Curso Básico de Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade**, SENAI Amazonas, Brasília, 2005.

QUEIROZ, L. S. C., **Manual de Processo Engenharia CA e FMO**, Descrição do Negócio Engenharia Residente, BRASTEMP, Manaus, AM, Dezembro 2005.

Sítio do LABELO na Internet: www.pucrs.br/labelo/index.php

Sítio da MSPC na Internet: www.mspc.eng.br/Default.asp

Sítio da Burgos Eletrônica na Internet: www.burgoseletronica.net

Sítio do Siqueira Campos na Internet: www.siqueiracampos.com

Sítio da Associação Brasileira de Controle da Qualidade na Internet: www.abcq.org.br/abcq_default.asp

ANEXO I

D.O.U de 08/12/2004 – Seção I

NORMA REGULAMENTADORA Nº 10 SEGURANÇA EM INSTALAÇÕES E SERVIÇOS EM ELETRICIDADE

10.1- OBJETIVO E CAMPO DE APLICAÇÃO

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

10.1.2 Esta NR 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.

10.2 - MEDIDAS DE CONTROLE

10.2.1 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.

10.2.2 As medidas de controle adotadas devem integrar-se às demais iniciativas da empresa, no âmbito da preservação da segurança, da saúde e do meio ambiente do trabalho.

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.

10.2.4 Os estabelecimentos com carga instalada superior a 75 kW devem constituir e manter o Prontuário de Instalações Elétricas, contendo, além do disposto no subitem 10.2.3, no mínimo:

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

b) documentação das inspeções e medições do sistema de proteção contra descargas atmosféricas e aterramentos elétricos;

-
- c) especificação dos equipamentos de proteção coletiva e individual e o ferramental, aplicáveis conforme determina esta NR;
 - d) documentação comprobatória da qualificação, habilitação, capacitação, autorização dos trabalhadores e dos treinamentos realizados;
 - e) resultados dos testes de isolamento elétrica realizados em equipamentos de proteção individual e coletiva;
 - f) certificações dos equipamentos e materiais elétricos em áreas classificadas; e
 - g) relatório técnico das inspeções atualizadas com recomendações, cronogramas de adequações, contemplando as alíneas de "a" a "f".

10.2.5 As empresas que operam em instalações ou equipamentos integrantes do sistema elétrico de potência devem constituir prontuário com o conteúdo do item 10.2.4 e acrescentar ao prontuário os documentos a seguir listados:

- a) descrição dos procedimentos para emergências; e
- b) certificações dos equipamentos de proteção coletiva e individual;

10.2.5.1 As empresas que realizam trabalhos em proximidade do Sistema Elétrico de Potência devem constituir prontuário contemplando as alíneas "a", "c", "d" e "e", do item 10.2.4 e alíneas "a" e "b" do item 10.2.5.

10.2.6 O Prontuário de Instalações Elétricas deve ser organizado e mantido atualizado pelo empregador ou pessoa formalmente designada pela empresa, devendo permanecer à disposição dos trabalhadores envolvidos nas instalações e serviços em eletricidade.

10.2.7 Os documentos técnicos previstos no Prontuário de Instalações Elétricas devem ser elaborados por profissional legalmente habilitado.

10.2.8 - MEDIDAS DE PROTEÇÃO COLETIVA

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

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

10.2.8.2.1 Na impossibilidade de implementação do estabelecido no subitem 10.2.8.2., devem ser utilizadas outras medidas de proteção coletiva, tais como: isolamento das partes vivas, obstáculos, barreiras, sinalização, sistema de seccionamento automático de alimentação, bloqueio do religamento automático.

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

10.2.9 - MEDIDAS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL

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

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

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

10.3 - SEGURANÇA EM PROJETOS

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

10.3.2 O projeto elétrico, na medida do possível, deve prever a instalação de dispositivo de seccionamento de ação simultânea, que permita a aplicação de impedimento de reenergização do circuito.

10.3.3 O projeto de instalações elétricas deve considerar o espaço seguro, quanto ao dimensionamento e a localização de seus componentes e as influências externas, quando da operação e da realização de serviços de construção e manutenção.

10.3.3.1 Os circuitos elétricos com finalidades diferentes, tais como: comunicação, sinalização, controle e tração elétrica devem ser identificados e instalados separadamente, salvo quando o desenvolvimento tecnológico permitir compartilhamento, respeitadas as definições de projetos.

10.3.4 O projeto deve definir a configuração do esquema de aterramento, a obrigatoriedade ou não da interligação entre o condutor neutro e o de proteção e a conexão à terra das partes condutoras não destinadas à condução da eletricidade.

10.3.5 Sempre que for tecnicamente viável e necessário, devem ser projetados dispositivos de seccionamento que incorporem recursos fixos de equipotencialização e aterramento do circuito seccionado.

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

10.3.7 O projeto das instalações elétricas deve ficar à disposição dos trabalhadores autorizados, das autoridades competentes e de outras pessoas autorizadas pela empresa e deve ser mantido atualizado.

10.3.8 O projeto elétrico deve atender ao que dispõem as Normas Regulamentadoras de Saúde e Segurança no Trabalho, as regulamentações técnicas oficiais estabelecidas, e ser assinado por profissional legalmente habilitado.

10.3.9 O memorial descritivo do projeto deve conter, no mínimo, os seguintes itens de segurança:

- a) especificação das características relativas à proteção contra choques elétricos, queimaduras e outros riscos adicionais;
- b) indicação de posição dos dispositivos de manobra dos circuitos elétricos: (Verde – “D”, desligado e Vermelho - “L”, ligado);
- c) descrição do sistema de identificação de circuitos elétricos e equipamentos, incluindo dispositivos de manobra, de controle, de proteção, de intertravamento, dos condutores e os próprios equipamentos e estruturas, definindo como tais indicações devem ser aplicadas fisicamente nos componentes das instalações;
- d) recomendações de restrições e advertências quanto ao acesso de pessoas aos componentes das instalações;
- e) precauções aplicáveis em face das influências externas;
- f) o princípio funcional dos dispositivos de proteção, constantes do projeto, destinados à segurança das pessoas; e
- g) descrição da compatibilidade dos dispositivos de proteção com a instalação elétrica.

10.3.10 Os projetos devem assegurar que as instalações proporcionem aos trabalhadores iluminação adequada e uma posição de trabalho segura, de acordo com a NR 17 – Ergonomia.

10.4 - SEGURANÇA NA CONSTRUÇÃO, MONTAGEM, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO

10.4.1 As instalações elétricas devem ser construídas, montadas, operadas, reformadas, ampliadas, reparadas e inspecionadas de forma a garantir a segurança e

a saúde dos trabalhadores e dos usuários, e serem supervisionadas por profissional autorizado, conforme dispõe esta NR.

10.4.2 Nos trabalhos e nas atividades referidas devem ser adotadas medidas preventivas destinadas ao controle dos riscos adicionais, especialmente quanto a altura, confinamento, campos elétricos e magnéticos, explosividade, umidade, poeira, fauna e flora e outros agravantes, adotando-se a sinalização de segurança.

10.4.3 Nos locais de trabalho só podem ser utilizados equipamentos, dispositivos e ferramentas elétricas compatíveis com a instalação elétrica existente, preservando-se as características de proteção, respeitadas as recomendações do fabricante e as influências externas.

10.4.3.1 Os equipamentos, dispositivos e ferramentas que possuam isolamento elétrico devem estar adequados às tensões envolvidas, e serem inspecionados e testados de acordo com as regulamentações existentes ou recomendações dos fabricantes.

10.4.4 As instalações elétricas devem ser mantidas em condições seguras de funcionamento e seus sistemas de proteção devem ser inspecionados e controlados periodicamente, de acordo com as regulamentações existentes e definições de projetos.

10.4.4.1 Os locais de serviços elétricos, compartimentos e invólucros de equipamentos e instalações elétricas são exclusivos para essa finalidade, sendo expressamente proibido utilizá-los para armazenamento ou guarda de quaisquer objetos.

10.4.5 Para atividades em instalações elétricas deve ser garantida ao trabalhador iluminação adequada e uma posição de trabalho segura, de acordo com a NR 17 – Ergonomia, de forma a permitir que ele disponha dos membros superiores livres para a realização das tarefas.

10.4.6 Os ensaios e testes elétricos laboratoriais e de campo ou comissionamento de instalações elétricas devem atender à regulamentação estabelecida nos itens 10.6 e 10.7, e somente podem ser realizados por trabalhadores que atendam às condições de qualificação, habilitação, capacitação e autorização estabelecidas nesta NR.

10.5 - SEGURANÇA EM INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DESENERGIZADAS

10.5.1 Somente serão consideradas desenergizadas as instalações elétricas liberadas para trabalho, mediante os procedimentos apropriados, obedecida a seqüência abaixo:

- a) seccionamento;
- b) impedimento de reenergização;
- c) constatação da ausência de tensão;
- d) instalação de aterramento temporário com equipotencialização dos condutores dos circuitos;
- e) proteção dos elementos energizados existentes na zona controlada (Anexo I);
- f) instalação da sinalização de impedimento de reenergização.

10.5.2 O estado de instalação desenergizada deve ser mantido até a autorização para reenergização, devendo ser reenergizada respeitando a seqüência de procedimentos abaixo:

- a) retirada das ferramentas, utensílios e equipamentos;
- b) retirada da zona controlada de todos os trabalhadores não envolvidos no processo de reenergização;
- c) remoção do aterramento temporário, da equipotencialização e das proteções adicionais;
- d) remoção da sinalização de impedimento de reenergização; e
- e) destravamento, se houver, e religação dos dispositivos de seccionamento.

10.5.3 As medidas constantes das alíneas apresentadas nos itens 10.5.1 e 10.5.2 podem ser alteradas, substituídas, ampliadas ou eliminadas, em função das peculiaridades de cada situação, por profissional legalmente habilitado, autorizado e mediante justificativa técnica previamente formalizada, desde que seja mantido o mesmo nível de segurança originalmente preconizado.

10.5.4 Os serviços a serem executados em instalações elétricas desligadas, mas com possibilidade de energização, por qualquer meio ou razão, devem atender ao que estabelece o disposto no item 10.6.

10.6 - SEGURANÇA EM INSTALAÇÕES ELÉTRICAS ENERGIZADAS

10.6.1 As intervenções em instalações elétricas com tensão igual ou superior a 50 Volts em corrente alternada ou superior a 120 Volts em corrente contínua somente podem ser realizadas por trabalhadores que atendam ao que estabelece o item 10.8 desta Norma.

10.6.1.1 Os trabalhadores de que trata o item anterior devem receber treinamento de segurança para trabalhos com instalações elétricas energizadas, com currículo mínimo, carga horária e demais determinações estabelecidas no Anexo II desta NR.

10.6.1.2 As operações elementares como ligar e desligar circuitos elétricos, realizadas em baixa tensão, com materiais e equipamentos elétricos em perfeito estado de conservação, adequados para operação, podem ser realizadas por qualquer pessoa não advertida.

10.6.2 Os trabalhos que exigem o ingresso na zona controlada devem ser realizados mediante procedimentos específicos respeitando as distâncias previstas no Anexo I.

10.6.3 Os serviços em instalações energizadas, ou em suas proximidades devem ser suspensos de imediato na iminência de ocorrência que possa colocar os trabalhadores em perigo.

10.6.4 Sempre que inovações tecnológicas forem implementadas ou para a entrada em operações de novas instalações ou equipamentos elétricos devem ser previamente elaboradas análises de risco, desenvolvidas com circuitos desenergizados, e respectivos procedimentos de trabalho.

10.6.5 O responsável pela execução do serviço deve suspender as atividades quando verificar situação ou condição de risco não prevista, cuja eliminação ou neutralização imediata não seja possível.

10.7 - TRABALHOS ENVOLVENDO ALTA TENSÃO (AT)

10.7.1 Os trabalhadores que intervenham em instalações elétricas energizadas com alta tensão, que exerçam suas atividades dentro dos limites estabelecidos como zonas controladas e de risco, conforme Anexo I, devem atender ao disposto no item 10.8 desta NR.

10.7.2 Os trabalhadores de que trata o item 10.7.1 devem receber treinamento de segurança, específico em segurança no Sistema Elétrico de Potência (SEP) e em suas proximidades, com currículo mínimo, carga horária e demais determinações estabelecidas no Anexo II desta NR.

10.7.3 Os serviços em instalações elétricas energizadas em AT, bem como aqueles executados no Sistema Elétrico de Potência – SEP, não podem ser realizados individualmente.

10.7.4 Todo trabalho em instalações elétricas energizadas em AT, bem como aquelas que interajam com o SEP, somente pode ser realizado mediante ordem de serviço específica para data e local, assinada por superior responsável pela área.

10.7.5 Antes de iniciar trabalhos em circuitos energizados em AT, o superior imediato e a equipe, responsáveis pela execução do serviço, devem realizar uma avaliação prévia, estudar e planejar as atividades e ações a serem desenvolvidas de forma a atender os princípios técnicos básicos e as melhores técnicas de segurança em eletricidade aplicáveis ao serviço.

10.7.6 Os serviços em instalações elétricas energizadas em AT somente podem ser realizados quando houver procedimentos específicos, detalhados e assinados por profissional autorizado.

10.7.7 A intervenção em instalações elétricas energizadas em AT dentro dos limites estabelecidos como zona de risco, conforme Anexo I desta NR, somente pode ser realizada mediante a desativação, também conhecida como bloqueio, dos conjuntos e dispositivos de religamento automático do circuito, sistema ou equipamento.

10.7.7.1 Os equipamentos e dispositivos desativados devem ser sinalizados com identificação da condição de desativação, conforme procedimento de trabalho específico padronizado.

10.7.8 Os equipamentos, ferramentas e dispositivos isolantes ou equipados com materiais isolantes, destinados ao trabalho em alta tensão, devem ser submetidos a testes elétricos ou ensaios de laboratório periódicos, obedecendo-se as especificações do fabricante, os procedimentos da empresa e na ausência desses, anualmente.

10.7.9 Todo trabalhador em instalações elétricas energizadas em AT, bem como aqueles envolvidos em atividades no SEP devem dispor de equipamento que permita a comunicação permanente com os demais membros da equipe ou com o centro de operação durante a realização do serviço.

10.8 - HABILITAÇÃO, QUALIFICAÇÃO, CAPACITAÇÃO E AUTORIZAÇÃO DOS TRABALHADORES.

10.8.1 É considerado trabalhador qualificado aquele que comprovar conclusão de curso específico na área elétrica reconhecido pelo Sistema Oficial de Ensino. **10.8.2** É considerado profissional legalmente habilitado o trabalhador previamente qualificado e com registro no competente conselho de classe.

10.8.3 É considerado trabalhador capacitado aquele que atenda às seguintes condições, simultaneamente:

- a) receba capacitação sob orientação e responsabilidade de profissional habilitado e autorizado; e
- b) trabalhe sob a responsabilidade de profissional habilitado e autorizado.

10.8.3.1 A capacitação só terá validade para a empresa que o capacitou e nas condições estabelecidas pelo profissional habilitado e autorizado responsável pela capacitação.

10.8.4 São considerados autorizados os trabalhadores qualificados ou capacitados e os profissionais habilitados, com anuência formal da empresa.

10.8.5 A empresa deve estabelecer sistema de identificação que permita a qualquer tempo conhecer a abrangência da autorização de cada trabalhador, conforme o item 10.8.4.

10.8.6 Os trabalhadores autorizados a trabalhar em instalações elétricas devem ter essa condição consignada no sistema de registro de empregado da empresa.

10.8.7 Os trabalhadores autorizados a intervir em instalações elétricas devem ser submetidos à exame de saúde compatível com as atividades a serem desenvolvidas, realizado em conformidade com a NR 7 e registrado em seu prontuário médico.

10.8.8 Os trabalhadores autorizados a intervir em instalações elétricas devem possuir treinamento específico sobre os riscos decorrentes do emprego da energia elétrica e as principais medidas de prevenção de acidentes em instalações elétricas, de acordo com o estabelecido no Anexo II desta NR.

10.8.8.1 A empresa concederá autorização na forma desta NR aos trabalhadores capacitados ou qualificados e aos profissionais habilitados que tenham participado com avaliação e aproveitamento satisfatórios dos cursos constantes do ANEXO II desta NR.

10.8.8.2 Deve ser realizado um treinamento de reciclagem bienal e sempre que ocorrer alguma das situações a seguir:

- a) troca de função ou mudança de empresa;
- b) retorno de afastamento ao trabalho ou inatividade, por período superior a três meses;
- c) modificações significativas nas instalações elétricas ou troca de métodos, processos e organização do trabalho.

10.8.8.3 A carga horária e o conteúdo programático dos treinamentos de reciclagem destinados ao atendimento das alíneas “a”, “b” e “c” do item 10.8.8.2 devem atender as necessidades da situação que o motivou.

10.8.8.4 Os trabalhos em áreas classificadas devem ser precedidos de treinamento específico de acordo com risco envolvido.

10.8.9 Os trabalhadores com atividades não relacionadas às instalações elétricas desenvolvidas em zona livre e na vizinhança da zona controlada, conforme define esta NR, devem ser instruídos formalmente com conhecimentos que permitam identificar e avaliar seus possíveis riscos e adotar as precauções cabíveis.

10.9 - PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO E EXPLOSÃO

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.

10.9.2 Os materiais, peças, dispositivos, equipamentos e sistemas destinados à aplicação em instalações elétricas de ambientes com atmosferas potencialmente explosivas devem ser avaliados quanto à sua conformidade, no âmbito do Sistema Brasileiro de Certificação.

10.9.3 Os processos ou equipamentos susceptíveis de gerar ou acumular eletricidade estática devem dispor de proteção específica e dispositivos de descarga elétrica.

10.9.4 Nas instalações elétricas de áreas classificadas ou sujeitas a risco acentuado de incêndio ou explosões, devem ser adotados dispositivos de proteção, como alarme e seccionamento automático para prevenir sobretensões, sobrecorrentes, falhas de isolamento, aquecimentos ou outras condições anormais de operação.

10.9.5 Os serviços em instalações elétricas nas áreas classificadas somente poderão ser realizados mediante permissão para o trabalho com liberação formalizada, conforme estabelece o item 10.5 ou supressão do agente de risco que determina a classificação da área.

10.10 - 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, de vias públicas, de veículos e de movimentação de cargas;
- f) sinalização de impedimento de energização; e
- g) identificação de equipamento ou circuito impedido.

10.11 - PROCEDIMENTOS DE TRABALHO

10.11.1 Os serviços em instalações elétricas devem ser planejados e realizados em conformidade com procedimentos de trabalho específicos, padronizados, com descrição detalhada de cada tarefa, passo a passo, assinados por profissional que atenda ao que estabelece o item 10.8 desta NR.

10.11.2 Os serviços em instalações elétricas devem ser precedidos de ordens de serviço específicas, aprovadas por trabalhador autorizado, contendo, no mínimo, o tipo, a data, o local e as referências aos procedimentos de trabalho a serem adotados.

10.11.3 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.

10.11.4 Os procedimentos de trabalho, o treinamento de segurança e saúde e a autorização de que trata o item 10.8 devem ter a participação em todo processo de desenvolvimento do Serviço Especializado de Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho - SESMT, quando houver.

10.11.5 A autorização referida no item 10.8 deve estar em conformidade com o treinamento ministrado, previsto no Anexo II desta NR.

10.11.6 Toda equipe deverá ter um de seus trabalhadores indicado e em condições de exercer a supervisão e condução dos trabalhos.

10.11.7 Antes de iniciar trabalhos em equipe os seus membros, em conjunto com o responsável pela execução do serviço, devem realizar uma avaliação prévia, estudar e planejar as atividades e ações a serem desenvolvidas no local, de forma a

atender os princípios técnicos básicos e as melhores técnicas de segurança aplicáveis ao serviço.

10.11.8 A alternância de atividades deve considerar a análise de riscos das tarefas e a competência dos trabalhadores envolvidos, de forma a garantir a segurança e a saúde no trabalho.

10.12 - SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA

10.12.1 As ações de emergência que envolvam as instalações ou serviços com eletricidade devem constar do plano de emergência da empresa.

10.12.2 Os trabalhadores autorizados devem estar aptos a executar o resgate e prestar primeiros socorros a acidentados, especialmente por meio de reanimação cardio-respiratória.

10.12.3 A empresa deve possuir métodos de resgate padronizados e adequados às suas atividades, disponibilizando os meios para a sua aplicação.

10.12.4 Os trabalhadores autorizados devem estar aptos a manusear e operar equipamentos de prevenção e combate a incêndio existentes nas instalações elétricas.

10.13 – RESPONSABILIDADES

10.13.1 As responsabilidades quanto ao cumprimento desta NR são solidárias aos contratantes e contratados envolvidos.

10.13.2 É de responsabilidade dos contratantes manter os trabalhadores informados sobre os riscos a que estão expostos, instruindo-os quanto aos procedimentos e medidas de controle contra os riscos elétricos a serem adotados.

10.13.3 Cabe à empresa, na ocorrência de acidentes de trabalho envolvendo instalações e serviços em eletricidade, propor e adotar medidas preventivas e corretivas.

10.13.4 Cabe aos trabalhadores:

- a) zelar pela sua segurança e saúde e a de outras pessoas que possam ser afetadas por suas ações ou omissões no trabalho;
- b) responsabilizar-se junto com a empresa pelo cumprimento das disposições legais e regulamentares, inclusive quanto aos procedimentos internos de segurança e saúde; e

c) comunicar, de imediato, ao responsável pela execução do serviço as situações que considerar de risco para sua segurança e saúde e a de outras pessoas.

10.14 - DISPOSIÇÕES FINAIS

10.14.1 Os trabalhadores devem interromper suas tarefas exercendo o direito de recusa, sempre que constatarem evidências de riscos graves e iminentes para sua segurança e saúde ou a de outras pessoas, comunicando imediatamente o fato a seu superior hierárquico, que diligenciará as medidas cabíveis.

10.14.2 As empresas devem promover ações de controle de riscos originados por outrem em suas instalações elétricas e oferecer, de imediato, quando cabível, denúncia aos órgãos competentes.

10.14.3 Na ocorrência do não cumprimento das normas constantes nesta NR, o MTE adotará as providências estabelecidas na NR 3.

10.14.4 A documentação prevista nesta NR deve estar permanentemente à disposição dos trabalhadores que atuam em serviços e instalações elétricas, respeitadas as abrangências, limitações e interferências nas tarefas.

10.14.5 A documentação prevista nesta NR deve estar, permanentemente, à disposição das autoridades competentes.

10.14.6 Esta NR não é aplicável a instalações elétricas alimentadas por extrabaixa tensão.

GLOSSÁRIO

- 1. Alta Tensão (AT):** tensão superior a 1000 volts em corrente alternada ou 1500 volts em corrente contínua, entre fases ou entre fase e terra.
- 2. Área Classificada:** local com potencialidade de ocorrência de atmosfera explosiva.
- 3. Aterramento Elétrico Temporário:** ligação elétrica efetiva confiável e adequada intencional à terra, destinada a garantir a equipotencialidade e mantida continuamente durante a intervenção na instalação elétrica.
- 4. Atmosfera Explosiva:** mistura com o ar, sob condições atmosféricas, de substâncias inflamáveis na forma de gás, vapor, névoa, poeira ou fibras, na qual após a ignição a combustão se propaga.

5. Baixa Tensão (BT): tensão superior a 50 volts em corrente alternada ou 120 volts em corrente contínua e igual ou inferior a 1000 volts em corrente alternada ou 1500 volts em corrente contínua, entre fases ou entre fase e terra.

6. Barreira: dispositivo que impede qualquer contato com partes energizadas das instalações elétricas.

7. Direito de Recusa: instrumento que assegura ao trabalhador a interrupção de uma atividade de trabalho por considerar que ela envolve grave e iminente risco para sua segurança e saúde ou de outras pessoas.

8. Equipamento de Proteção Coletiva (EPC): dispositivo, sistema, ou meio, fixo ou móvel de abrangência coletiva, destinado a preservar a integridade física e a saúde dos trabalhadores, usuários e terceiros.

9. Equipamento Segregado: equipamento tornado inacessível por meio de invólucro ou barreira.

10. Extra-Baixa Tensão (EBT): tensão não superior a 50 volts em corrente alternada ou 120 volts em corrente contínua, entre fases ou entre fase e terra.

11. Influências Externas: variáveis que devem ser consideradas na definição e seleção de medidas de proteção para segurança das pessoas e desempenho dos componentes da instalação.

12. Instalação Elétrica: conjunto das partes elétricas e não elétricas associadas e com características coordenadas entre si, que são necessárias ao funcionamento de uma parte determinada de um sistema elétrico.

13. Instalação Liberada para Serviços (BT/AT): aquela que garanta as condições de segurança ao trabalhador por meio de procedimentos e equipamentos adequados desde o início até o final dos trabalhos e liberação para uso.

14. Impedimento de Reenergização: condição que garante a não energização do circuito através de recursos e procedimentos apropriados, sob controle dos trabalhadores envolvidos nos serviços.

15. Invólucro: envoltório de partes energizadas destinado a impedir qualquer contato com partes internas.

16. Isolamento Elétrico: processo destinado a impedir a passagem de corrente elétrica, por interposição de materiais isolantes.

17. Obstáculo: elemento que impede o contato acidental, mas não impede o contato direto por ação deliberada.

18. Perigo: situação ou condição de risco com probabilidade de causar lesão física ou dano à saúde das pessoas por ausência de medidas de controle.

19. Pessoa Advertida: pessoa informada ou com conhecimento suficiente para evitar os perigos da eletricidade.

20. Procedimento: seqüência de operações a serem desenvolvidas para realização de um determinado trabalho, com a inclusão dos meios materiais e humanos, medidas de segurança e circunstâncias que impossibilitem sua realização.

21. Prontuário: sistema organizado de forma a conter uma memória dinâmica de informações pertinentes às instalações e aos trabalhadores.

22. Risco: capacidade de uma grandeza com potencial para causar lesões ou danos à saúde das pessoas.

23. Riscos Adicionais: todos os demais grupos ou fatores de risco, além dos elétricos, específicos de cada ambiente ou processos de Trabalho que, direta ou indiretamente, possam afetar a segurança e a saúde no trabalho.

24. Sinalização: procedimento padronizado destinado a orientar, alertar, avisar e advertir.

25. Sistema Elétrico: circuito ou circuitos elétricos inter-relacionados destinados a atingir um determinado objetivo.

26. Sistema Elétrico de Potência (SEP): conjunto das instalações e equipamentos destinados à geração, transmissão e distribuição de energia elétrica até a medição, inclusive.

27. Tensão de Segurança: extra baixa tensão originada em uma fonte de segurança.

28. Trabalho em Proximidade: trabalho durante o qual o trabalhador pode entrar na zona controlada, ainda que seja com uma parte do seu corpo ou com extensões condutoras, representadas por materiais, ferramentas ou equipamentos que manipule.

29. Travamento: ação destinada a manter, por meios mecânicos, um dispositivo de manobra fixo numa determinada posição, de forma a impedir uma operação não autorizada.

30. Zona de Risco: entorno de parte condutora energizada, não segregada, acessível inclusive acidentalmente, de dimensões estabelecidas de acordo com o nível de tensão, cuja aproximação só é permitida a profissionais autorizados e com a adoção de técnicas e instrumentos apropriados de trabalho.

31. Zona Controlada: entorno de parte condutora energizada, não segregada, acessível, de dimensões estabelecidas de acordo com o nível de tensão, cuja aproximação só é permitida a profissionais autorizados.

ANEXO II

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	R _r - Raio de delimitação entre zona de risco e controlada em metros	R _c - Raio de delimitação entre zona 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

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

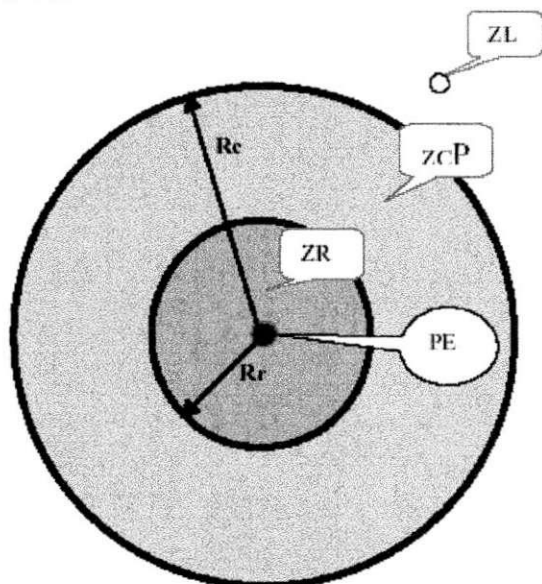
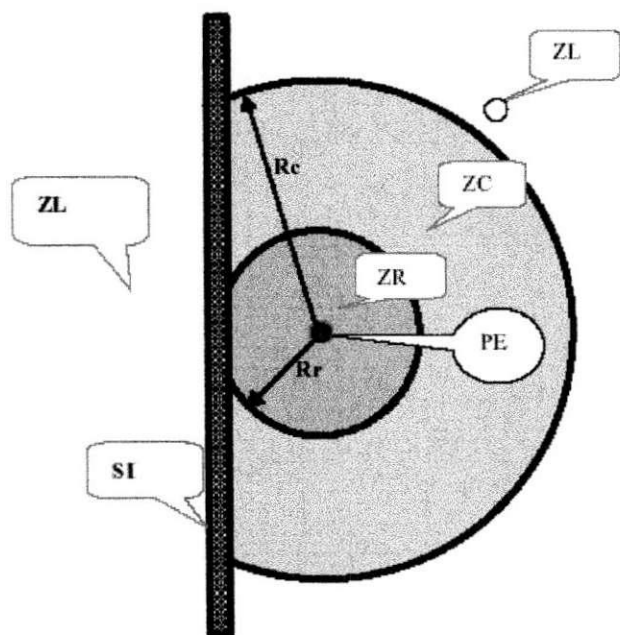


Figura 2 - Distâncias no ar que delimitam radialmente as zonas de risco, controlada e livre, com interposição de superfície de separação física adequada.



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 III
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 S E P (*)
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;
 - e) trabalhos noturnos; e
 - f) 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 (*).

ANEXO II

BRASTEMP do amazônia s.a.	Procedimento de Segurança em Serviços Elétricos	PO 05002
		Folha 1 de 10

TÍTULO:	SEGURANÇA NO TRABALHO EM ELETRICIDADE
AREA EMISSORA:	SESMT
SETOR RESPONSÁVEL:	SESMT – SERVIÇO ESPECIALIZADO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO
AREAS ENVOLVIDAS:	RH. SESMT. MANUTENÇÃO

SUMÁRIO

Item	Assunto	Pág
I.	OBJETIVO	2
II.	ABRANGÊNCIA	2
III.	REFERÊNCIAS	2
IV.	DEFINIÇÕES	2
V.	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	4
VI.	PROCEDIMENTO	
	A. AUTORIZAÇÃO PARA SERVIÇOS EM ELETRICIDADE	7
	B. MEDIDAS DE PROTEÇÃO COLETIVA	7
	C. MEDIDAS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL	9
	D. REENERGIZAÇÃO	9
VII.	RESPONSABILIDADES	
	A. RH – RECURSOS HUMANOS	10
	B. MANUTENÇÃO	10
	C. ÁREA DE SEGURANÇA NO TRABALHO	11
	D. SERVIÇO MÉDICO	11

I. OBJETIVO

Garantir a segurança e saúde dos colaboradores, contratados e usuários, quanto aos riscos de eletrocussão e/ou incêndio durante a execução de trabalhos de manutenção em instalações elétricas de baixa ou alta tensão.

II. ABRANGÊNCIA

Este procedimento aplica-se a todas as atividades que envolvam trabalhos de manutenção ou reparo em quaisquer instalações elétricas de baixa ou alta tensão.

III. REFERÊNCIAS

NR-10 - SEGURANÇA EM INSTALAÇÕES E SERVIÇOS EM ELETRICIDADE

Lei n.º 6.514 de 22 de dezembro de 1977

Portaria nº3.214 de 08 de Junho de 1978.

NTB 03283 – IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE RISCO A SAÚDE OCUPACIONAL E SEGURANÇA

IV. DEFINIÇÕES

SPC

- Sistema de Proteção Coletiva.

EPI

- Equipamento de Proteção Individual.

EPC

- Equipamento de Proteção Coletiva.

Dispositivo de Bloqueio

- Cadeado, corrente com cadeado ou outro dispositivo, com etiqueta de identificação, que apenas poderá ser aberto ou removido com a utilização de chave própria. Esse dispositivo deverá ser projetado para aceitar múltiplas fechaduras ou cadeados quando múltiplos usos forem requeridos.

Etiqueta de Identificação

- Etiqueta durável, distintiva, colada na fechadura; sinalizando que esta última é um dispositivo de bloqueio, e identificando o colaborador, a hora e a data de bloqueio. A etiqueta deverá ser de forma e tamanho padronizados dentro da respectiva instalação.

Colaborador Qualificado

- Colaborador considerado com conclusão de curso específico na área elétrica, reconhecido pelo Sistema Oficial de Ensino.

Colaborador Habilitado

- Colaborador previamente qualificado e com registro no competente conselho de classe.

Colaborador Capacitado

- Colaborador que recebe capacitação e trabalha sob a responsabilidade de profissional habilitado e autorizado.

Direito de Recusa

- Interromper o trabalho, detectada a situação de risco grave e iminente à segurança e saúde do colaborador ou de outras pessoas.

Seccionamento

- Interrupção da alimentação elétrica de um equipamento ou circuito.

Zona de Risco

- Região contendo condutores energizados, acessível; cuja aproximação só é permitida a colaboradores autorizados.

V. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Todo e qualquer serviço em Subestações Elétricas da empresa, não deve ser executado individualmente.

Trabalhos de manutenção elétrica em máquinas, equipamentos e nas instalações elétricas, somente é permitido aos colaboradores autorizados.

São considerados autorizados os colaboradores qualificados, capacitados, habilitados, e que estiverem identificados com ícone de eletricitista no crachá.

A 1ª emissão do crachá com ícone de eletricitista deverá ser realizada pelo SESMT, mediante apresentação de documentação que comprove qualificação, capacitação e habilitação dos mesmos.

Quando forem necessários serviços de manutenção em instalações elétricas energizadas, estes deverão ser comunicados ao responsável por estes serviços, planejados e programados; determinando todas as operações que envolvam riscos de acidente, para que possam ser estabelecidas as medidas preventivas necessárias.

Não é permitido realizar serviços de manutenção ou reparo nas Subestações Elétricas durante ocorrência de chuva.

Em trabalhos de manutenção ou reparo nas instalações elétricas devem ser adotados Sistemas de Proteção Coletiva – SPC, bem como EPC's e EPI's adequados, indicados pela área de Segurança do Trabalho.

Somente devem ser utilizados equipamentos, dispositivos e ferramentas com isolamento adequado à tensão do local.

Antes de iniciar serviços de manutenção ou reparo nas instalações elétricas, desenergizar os circuitos ou equipamentos energizados, conforme a seguir.

Após desenergização elétrica, verificar se os sistemas e mecanismos de impedimento de reenergização foram efetuados com sucesso, conforme adiante, a fim de garantir a segurança e saúde dos colaboradores.

A intervenção em Subestações Elétricas, no interior da Zona de Risco, somente deve ser realizada mediante bloqueio dos sistemas ou dispositivos de religamento automático dos circuitos.

Lacrar e etiquetar todos os dispositivos utilizados para desenergização dos circuitos em manutenção.

Ao termino dos trabalhos nas instalações elétricas, comunicar ao responsável a conclusão do referente serviço, a fim de receber permissão para inicialização de reenergização elétrica.

Antes de iniciar procedimentos de reenergização elétrica, remover todas as ferramentas e equipamentos utilizados nos serviços de manutenção ou reparo, para posterior desetiquetagem e desbloqueio de todos os dispositivos a serem reenergizados.

Armazenar ou guardar quaisquer objetos no interior de painéis elétricos e nas instalações elétricas é expressamente proibido.

Atividades desveiculadas dos serviços em eletricidade, realizadas nas proximidades de Subestações Elétricas, devem ser supervisionadas pela área de Segurança no Trabalho.

Os colaboradores em serviço nas instalações elétricas devem portar equipamento de comunicação (rádio) no local.

Em caso de emergência nos trabalhos ou nas instalações elétricas, consultar o PAE – Plano de Atendimento à Emergência.

Ações tomadas ou recomendadas devem ser registradas incluindo nome dos colaboradores envolvidos e data.

VI. PROCEDIMENTOS

A. Autorização para Serviços em Eletricidade

Os procedimentos a seguir apenas poderão ser realizados por eletricitas autorizados.

B. Medidas de Proteção Coletiva

Para efetuar uma desenergização elétrica segura, realizar a seqüência abaixo:

- I. Seccionamento;
- II. Impedimento de reenergização;
- III. Constatação de ausência de tensão;
- IV. Verificação do aterramento;
- V. Proteção dos elementos energizados existentes na Zona de Risco;
- VI. Instalação da sinalização de impedimento de reenergização.

I. Seccionamento

Antes de realizar o seccionamento, desligar o circuito ou equipamento a ser seccionado.

Executar seccionamento através de manobra no local ou remota do dispositivo de manobra (geralmente disjuntor alimentador do equipamento ou circuito a ser isolado).

Para eficácia do seccionamento, verificar separação dos contatos, como: abertura da seccionadora e retirada de fusíveis.

II. Impedimento de reenergização

Impossibilitar a reenergização dos circuitos por meio de bloqueios mecânicos, conforme a seguir:

-
- i. Retirar fusíveis de alimentação dos circuitos;
 - ii. Travar a manopla ou chave dos disjuntores com cadeado ou lacre;
 - iii. Extrair o disjuntor, quando possível.

Nota: *Quando o seccionamento for automático, bloquear seu religamento.*

III. Constatação de ausência de tensão

Verificar ausência de tensão em todas as fases do circuito. Utilizar voltímetro, detectores de tensão de proximidade ou contato, apropriados ao nível de tensão da instalação elétrica.

IV. Verificação do aterramento

Verificar se as instalações elétricas estão devidamente aterradas antes de realizar serviços nestas instalações.

V. Proteção dos elementos energizados existentes na Zona de Risco

Em serviços elétricos de baixa tensão, colocar barreiras ou obstáculos, medindo 70cm, de modo a impossibilitar o colaborador de contatos acidentais com outros circuitos energizados presentes na Zona de Risco. Em serviços elétricos de alta tensão, colocar barreiras ou obstáculos, medindo 1,50m.

VI. Instalação da sinalização de impedimento de reenergização

Instalar sinalização em todos os dispositivos utilizados para a desenergização e no local do serviço.

C. Medidas de Proteção Individual

Utilizar as vestimentas de trabalho adequadas, de acordo com a probabilidade de condutibilidade, inflamabilidade e influências eletromagnéticas no serviço.

Não é permitido o uso de adornos pessoais em serviços nas instalações elétricas.

Constatada evidências de riscos graves e iminentes, o colaborador deve exercer o direito de recusa, e comunicar à área de Segurança do Trabalho.

Utilizar calçados apropriados à tensão das instalações elétricas a serem submetidas a serviços de manutenção.

Utilizar luvas adequadas à tensão da instalação elétrica, e verificar se as mesmas encontram-se em perfeitas condições (verificar existência de rasgos ou furos nas luvas).

D. Reenergização

Autorizada a reenergização das instalações elétricas, realizar a seqüência abaixo:

- i. Retirar as ferramentas, utensílios e equipamentos;
- ii. Retirar a delimitação de Zona de Risco;
- iii. Remover a sinalização de impedimento de reenergização;
- iv. Desbloquear e religar os dispositivos de seccionamento.

VII. RESPONSABILIDADES

A - RH - Recursos Humanos

Admitir empregados para exercício dos trabalhos em instalações elétricas, exigindo para tal a capacitação dos trabalhadores através de cursos, experiência na função, e aprovação em exames médicos específicos.

Solicitar a reciclagem dos colaboradores por meio de treinamentos em serviços de eletricidade, com conteúdo programático definido pela área de Manutenção.

B - Manutenção

Planejar e programar todos os serviços de manutenção em instalações elétricas energizadas, identificando previamente os riscos e informando com antecedência a data e o horário à área de Segurança no Trabalho.

Proceder análise de riscos antes da realização de qualquer serviço, determinando o SPC necessário, e se for o caso, os EPC's e EPI's aprovados pela área de Segurança no Trabalho.

Aquisição dos EPC's e EPI's adequados para trabalhos com eletricidade, aprovados pela área de Segurança no Trabalho.

Desenvolver e implantar sistemas de bloqueio dos equipamentos, máquinas e instalações elétricas em geral, na ocasião de serviços em eletricidade.

Sinalizar e bloquear os sistemas e mecanismos de impedimento de reenergização elétrica, conforme procedimento acima.

Submeter os equipamentos, ferramentas e dispositivos isolantes ou equipados com materiais isolantes, a testes elétricos periódicos, obedecendo as especificações dos fabricantes e as regulamentações da empresa.

Identificar, anualmente, todas as fontes de energia em condições perigosas; registrar ações tomadas ou recomendadas, colaboradores envolvidos, e encaminhar estas informações à área de Segurança no Trabalho.

C - Área de Segurança do Trabalho

Verificar se as condições para a realização de serviços em eletricidade são adequadas, e se os colaboradores possuem equipamentos suficientes para trabalhar com total segurança;

Aprovar os EPC's e EPI's que atendam as exigências legais em Segurança do Trabalho, e adequá-los ao tipo de trabalho a ser executado;

Acompanhar as operações de bloqueio, e prestar apoio à Manutenção Elétrica na sinalização e controle de acesso as áreas de risco;

Sempre que for necessário, acompanhar os trabalhos em subestações, prestando apoio à Manutenção quanto à segurança dos colaboradores envolvidos.

D - Serviço Médico

Submeter os colaboradores da área de Manutenção aos exames necessários para atuação na função.