

ALVARO MARZLIAK JUNIOR

A aplicação dos requisitos da NR-10 em pequenas empresas:

Um estudo de caso

SÃO PAULO

2009

EPMI
ESP/EST-2009
M369a

ALVARO MARZLIAK JUNIOR

**A aplicação dos requisitos da NR-10 em pequenas empresas:
Um estudo de caso**

**Monografia apresentada ao
Programa de Educação Continuada
da Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo, para
obtenção do título de engenheiro
de segurança do trabalho.**

São Paulo

2009

RESUMO

O propósito deste trabalho é mostrar através do estudo de um caso real, as medidas e decisões tomadas para a implementação dos requisitos da nova NR-10 em uma empresa de pequeno para médio porte. O trabalho teve início com a realização de uma auditoria que buscou verificar os desvios de atendimento às normas NR-10 e técnicas aplicáveis às instalações elétricas. Essa auditoria deu origem a um plano de trabalho que previu a criação de procedimentos, tomada de medidas administrativas, aplicação de treinamentos, revisão de desenhos, planos de manutenção, intervenções físicas nas instalações para melhoria da segurança, além da especificação dos EPIs inevitáveis. Os documentos que foram criados e o conjunto das medidas de controle dos riscos associados à eletricidade adotados pela empresa são apresentados ao longo do trabalho, exceto pelos diagramas unifilares, de modo a servirem de exemplo de como proceder em casos semelhantes.

Palavras-chave: Segurança no Trabalho. Normas Técnicas. Estudo de Caso

ABSTRACT

The intention of this work is to show through the study of a real case, the measures and decisions taken for the implementation of the requirements of the new NR-10 in a company of small to average size. The work had begun with the accomplishment of an audit that searched to verify applicable shunting lines of attendance to norms NR-10 and techniques to the electric installations. This audit gave origin to a work plan that foresaw the creation of procedures, taking of administrative measures, application of training, revision of drawings, instructions of maintenance, physical interventions in the installations for improvement of the safety, besides the specification of the EPIs that could not be avoided. The documents that had been created and the set of the measures of control of the risks associates to the electricity adopted by the company are presented throughout the work, except for the diagrams in order to serve as an example of how to proceed in similar cases.

Keywords: Labor Safety. Technical Standards. Case study.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	7
1 A EMPRESA.....	9
1.1 A empresa e suas atividades.....	9
1.2 As instalações elétricas.....	9
1.3 Enquadramento da empresa.....	9
2 PLANO DE AÇÃO.....	13
2.1 Metodologia de trabalho.....	13
3 O DESENVOLVIMENTO DOS TRABALHOS.....	15
3.1 Auditoria.....	15
3.2 Elaboração do Cronograma de Implementação.....	15
3.2 Contratação de Serviços Especializados.....	15
3.3 Sequência de trabalhos.....	16
3.4 Trabalhos desenvolvidos internamente.....	16
CONCLUSÃO.....	17
REFERÊNCIAS.....	18
APÊNDICE A.....	19
APÊNDICE B.....	20
APÊNDICE C.....	21
APÊNDICE D.....	22
APÊNDICE E.....	24
ANEXO 1.....	25
ANEXO 2.....	14

LISTA DE SIGLAS

EPC	Equipamento de Proteção Coletiva
EPI	Equipamento de Proteção Individual
NR-10	Norma Regulamentadora número 10
SPDA	Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas

INTRODUÇÃO

Este trabalho procura mostrar as etapas necessárias para a implantação dos requisitos da Norma Regulamentadora número 10, a NR-10, de dezembro de 2004, principalmente nas pequenas e médias empresas, onde nem sempre há uma estrutura de Serviço Especializado de Segurança e Medicina do Trabalho ou contam com os serviços de um profissional habilitado na área elétrica capaz de tomar as rédeas de tal empreitada. Nessas empresas, geralmente, a iniciativa de procurar atender a Norma surge no departamento de pessoal ou de Recursos Humanos, quando há, ou ainda, do responsável pela manutenção. Mas é comum haver resistências contra essa iniciativa devido aos custos envolvidos serem considerados por alguns como despesa, não como investimento e ao desconhecimento das possíveis implicações de não se ter uma instalação elétrica em conformidade com as normas técnicas e não se adotar o conjunto de medidas de segurança preconizado pela NR-10. Não raramente, ocorre também uma acomodação nos estabelecimentos por desconhecerem como e o que fazer para se adequar à Norma. Em alguns casos, somente após autuação pela fiscalização do MTE ou da ocorrência de um acidente é que se toma a decisão de cumprir os requisitos da Norma.

Qualquer que seja a motivação, em algum momento a decisão é tomada e então há que se decidir por onde começar, que caminho trilhar e outras dúvidas.

Para que essas e outras freqüentes dúvidas sejam respondidas, se faz necessário primeiramente analisar os objetivos e campo de aplicação da norma, as características da empresa, seu ramo de atividade e modo de atuação. Será apresentado o trabalho de atendimento aos requisitos da NR -10 realizado em uma empresa do ramo de autopeças, cuja descrição sumária consta do primeiro capítulo, juntamente com uma análise dos itens aplicáveis a esse tipo de instalação. No segundo capítulo, são abordados os métodos empregados para se identificar as falhas existentes nas instalações elétricas no tocante ao atendimento das normas técnicas de instalações elétricas de baixa tensão, de média tensão e demais exigíveis. O terceiro capítulo versa sobre as estratégias empregadas pela empresa e

alguns dos documentos e procedimentos administrativos criados. Há apêndices com documentos-exemplo que foram criados e no anexo encontra-se um relatório, sob o título de Laudo Geral das Instalações elétricas, que contém um formulário usado para auditar a conformidade das instalações, sistemas e métodos da empresa, cronogramas de adequação física dos desvios observados, cálculos de curto-circuito, estudos de seletividade, arco elétrico e recomendações aplicáveis.

1 A EMPRESA

1.1 A empresa e suas atividades

A empresa é considerada de médio porte, atuando no ramo de autopeças, possuindo em sua estrutura um departamento de serviços especializados de segurança e medicina do trabalho (SESMT) contando com um Engenheiro de Segurança do trabalho em tempo integral, quatro técnicos de segurança do trabalho, um auxiliar de enfermagem do trabalho e um médico do trabalho. Na área fabril, a empresa usa máquinas operatrizes CNC, máquinas de solda a ponto, sistema de galvanização de peças e sistema de pintura eletrostática automatizado. Todos os operadores de máquinas e sistemas de produção são funcionários da empresa. A manutenção básica das máquinas de produção está a cargo dos operadores e diagnósticos e pequenos reparos dos sistemas eletrônicos das mesmas são feitos por seis técnicos eletrônicos.

1.2 As instalações elétricas

Alimentada em média tensão (11,9 kV), a fábrica possui duas subestações, uma com dois transformadores de 1000 kVA, a seco, 11,9 kV – 440/254 V para alimentação geral de potência da produção e outra com um transformador a seco de 1000 kVA, 11,9 kV – 220/127 V que alimenta as áreas administrativas, iluminação e tomadas de 220 V e de 127 V. Os dois sistemas de distribuição em baixa tensão são com neutro aterrado na origem (secundário dos transformadores). O neutro do sistema 220/127 V é distribuído separado do condutor de proteção elétrica. A distribuição de 440 V é feita por barramento blindado trifásico e o condutor de proteção elétrica é a blindagem metálica do mesmo, que atende ao especificado pela NBR 5410, de 2005, item 6.4.3.2.2.

1.3 Enquadramento da empresa

Em seu item 10.1.2, a NR-10 diz ser aplicável desde o projeto, geração, transmissão, distribuição, consumo, manutenção e qualquer trabalho executado em instalações elétricas ou próximo a ela. Este mesmo item torna de aplicação obrigatória as normas técnicas oficiais existentes ou normas internacionais pertinentes na inexistência ou omissão das primeiras. Não há nesse item qualquer limitação quanto a aplicabilidade dos requisitos gerais da Norma, desde que haja a presença de eletricidade. Assim, qualquer estabelecimento que possua uma instalação elétrica ou qualquer serviço executado, mesmo sem o uso de eletricidade, mas que seja feito dentro de sua área de influência, deve estar em conformidade com a mesma (SOUZA E PEREIRA, 2007).

Possuindo a empresa em questão carga instalada maior que 75kW, que se evidencia até pelos transformadores instalados, a empresa é obrigada a manter um “Prontuário de Instalações Elétricas”, segundo o item 10.2.4. O prontuário é uma exigência que uma vez atendida traz muitos benefícios para a empresa, não somente no aspecto de segurança no trabalho, como também para a manutenção e mesmo para a administração, já que ao reunir informações que até então eram desconhecidas ou estavam dispersas, facilita tomadas de decisões, como se há disponibilidade para aumento de carga em um dado circuito.

Por não se tratar de empresa que opere instalações ou equipamentos integrantes do SEP (Sistema Elétrico de Potência), nem realizar serviços em suas proximidades, a empresa está desobrigada de atender aos itens 10.2.5 e 10.2.5.

Para poder fazer uma avaliação do trabalho a ser executado, fez-se uma inspeção e auditoria preliminar, cujo resultado forneceu as diretrizes para as ações a serem tomadas. Essa inspeção e auditoria preliminar consistiram de uma volta pelas instalações da empresa com objetivo de ter uma idéia do estado geral das mesmas e de uma entrevista com os responsáveis pela manutenção elétrica e pelo SESMT, para se obter informações sobre as condições e documentações existentes, tendo como roteiro, os formulários para auditoria mostrados no ANEXO, itens I e II.

Após análise de documentos apresentados pela empresa, e rápida vistoria às instalações, pôde-se concluir que a empresa parecia estar no caminho correto para adequar-se à NR-10. Observaram-se pontos positivos tais como:

- Havia evidente comprometimento do SESMT e da Manutenção na questão. A manutenção, solicitada pelo SESMT, tinha elaborado um plano, com cronograma de ações, para implementação dos requisitos da NR10, ainda que eles tivessem muitas dúvidas sobre o que de fato deveria ser feito de como fazer.
- Muitas intervenções visando a adequação física das instalações já vinham sendo feitas, como parte do plano acima.
- Já existia um sistema de bloqueio e sinalização de energias perigosas implantado e operante, com procedimentos claros e pessoal operador treinado para segui-lo.
- Grande parte das instalações já possuía identificações.
- As subestações permanecem inacessíveis para não-autorizados. São mantidas trancadas e as chaves somente são fornecidas a autorizados pelo chefe da manutenção, mediante registro.
- Existe um estudo e projeto detalhado para SPDA e aterramentos.
- Não foram observadas nessa vistoria instalações visivelmente irregulares.
- São realizadas inspeções termográficas periódicas, como parte do procedimento geral de manutenção dos equipamentos elétricos.
- Os trabalhos em instalações elétricas são executados por profissionais treinados em concordância com o item 10.8 da NR-10.

Entre os aspectos ainda deficientes observados, destacavam-se:

- Não havia um responsável pelas instalações elétricas, formalmente designado pela empresa, conforme exigido pela norma. Este profissional deve ser o responsável por construir e manter atualizado o “Prontuário das Instalações Elétricas”, os procedimentos e os sistemas de segurança elétrica.
- O estudo e projeto de SPDA do item 6 acima não havia sido executado, sendo urgente a necessidade de providências.

- Faltavam informações nos unifilares de AT.
- Não existiam unifilares das instalações de BT.
- Faltavam procedimentos claros exigindo dos prestadores de serviço o cumprimento das normas.
- Os equipamentos de proteção coletiva e individual existentes não eram objeto de testes e inspeções periódicos.
- Faltavam alguns equipamentos de proteção.
- Não havia um plano de proteção contra os riscos elétricos.
- Não existia um documento formalizando a "Autorização de Trabalho em eletricidade".
- Os profissionais autorizados a intervir em instalações elétricas não estavam identificados como tal.
- Em função das deficiências acima, a empresa ainda não possuía um prontuário de suas instalações elétricas.
- Não existiam estudos de curto-circuito, seletividade e arco até os sistemas de BT.

2 PLANO DE AÇÃO.

2.1 Metodologia de trabalho.

Primeiramente, para atender ao item 10.2.6 da norma, a empresa definiu formalmente, através de um documento assinado pelo responsável legal pela mesma, o responsável pela organização e manutenção do Prontuário das Instalações Elétricas. Há que se fazer isso como ponto inicial de partida no processo de adequação. Encontra-se no apêndice 'A' um exemplo que pode servir de base para elaboração de documento próprio de delegação de responsabilidade. Apesar de no documento de exemplo constar como responsável pelo prontuário e por extensão pelo cumprimento dos requisitos da NR10 um engenheiro eletricista, não há necessidade implícita na norma de que assim seja. De fato, o texto da norma indica que o responsável é o empregador ("dono" da empresa), que pode, através de documento, delegar essa responsabilidade até mesmo para alguém que não seja funcionário da empresa. Evidente que se o delegado possuir formação na área, será muito mais fácil para ele conduzir os trabalhos necessários para a adequação e por isso é desejável que tenha.

Definido o responsável, que no caso foi o encarregado da manutenção, com formação técnica em eletricidade, decidiu-se por aplicar o seguinte roteiro de trabalho:

- Realização de auditoria detalhada, usando-se o formulário do anexo, itens I e II, para levantar todos os pontos de desvio da norma.
- Criação de um cronograma de trabalho, para transformar em "S", atendido, todos os itens da auditoria identificados com "N" de não atendidos.
- Repetição da auditoria semanalmente, para medir os avanços e atualizar o cronograma.

- Criar de imediato, um arquivo eletrônico denominado de “Prontuário das Instalações Elétricas” no sistema interno da empresa, com acesso livre para consulta de qualquer trabalhador na empresa, com os documentos do Prontuário ou sua localização. De fato, este arquivo é somente um índice. Nesse índice constam as localizações físicas de cada documento do prontuário. Evidentemente, muitos desses documentos não precisam ser acessados por qualquer funcionário. Por exemplo, documentos pertinentes ao departamento de pessoal ou recursos humanos não devem ser acessíveis a qualquer trabalhador. Por outro lado, aqueles que devem ser de conhecimento de quem executa serviços com riscos elétricos precisam de divulgação e acesso amplo, como esquemas elétricos, procedimentos de trabalho, etc.
- Criar de imediato, um arquivo em papel correspondente ao arquivo eletrônico acima. A cada atualização do arquivo eletrônico, as cópias dos documentos modificados devem ser recolhidas e substituídas pelas novas.
- Fazer um cronograma de adequações físicas das instalações elétricas, contemplando as intervenções necessárias detectadas nas auditorias. Este cronograma deve ser atualizado semanalmente, até o término dos trabalhos.
- Fazer um cronograma de investimentos para as adequações que envolverem custos impossíveis de serem absorvidos no momento.
- Determinar e implementar medidas administrativas e operacionais que possibilitem trabalho seguro enquanto os investimentos necessários não tiverem sido realizados.

3 O DESENVOLVIMENTO DOS TRABALHOS

3.1 Auditoria

Verificar quais os itens da Norma NR-10 não estão sendo atendidos. Foram usados os formulários dos itens I e II do anexo 'LAUDO GERAL DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS' inicialmente para definir as não conformidades e obter os dados necessários para elaboração do cronograma de implantação. A primeira auditoria mostrou grande quantidade de itens não atendidos e deu origem ao 'CRONOGRAMA GERAL DE IMPLEMENTAÇÃO' e lista de 'ADEQUAÇÕES FÍSICAS' itens III e IV do anexo 2. Entre os principais desvios que a auditoria identificou, destacavam-se a inexistência ou inexatidão dos diagramas elétricos, estudos de curto-circuito, seletividade e coordenação dos dispositivos de proteção obsoletos e falhas na documentação para montagem do Prontuário. Além disso, observou-se que não havia programas específicos para treinamento de pessoal trabalhando sob risco elétrico.

3.2 Elaboração do Cronograma de Implementação

Para cada tipo de desvio ou de tipo de trabalho a ser executado, criou-se um item no cronograma de implementação, conforme item III do anexo 2.

3.2 Contratação de serviços especializados.

Optou-se por contratar empresas especializadas para a confecção dos diagramas unifilares 'AS BUILT' de toda a instalação e para os estudos de curto-circuito, seletividade e estudos de arco elétrico, estes últimos necessários para se identificar o risco existente de exposição ao arco elétrico em todos os locais de possíveis trabalhos energizados. Também foi objeto de contrato com terceiros os serviços de SPDA – 'Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas', aterramentos e proteções elétricas e a substituição de um painel (painel da cozinha) que se encontrava em mal estado de conservação.

3.3 Sequência dos trabalhos

Os trabalhos a seguir, executados pelas empresas contratadas, foram acompanhados pelo responsável pelo prontuário e foram concluídos:

- Confeção dos diagramas elétricos unifilares de força não existentes.
- Revisão, atualização dos unifilares existentes.
- Cálculo das correntes de curto-circuito até os barramentos de BT.
- Estudo de Coordenação e Seletividade das proteções elétricas.
- Estudo de Arco elétrico com determinação do grau de risco dos locais estudados (mesmos do curto-circuito e de coordenação).
- Especificações dos EPCs e EPIs necessários para locais e serviços com riscos de choque elétrico e de arco elétrico.
- Elaboração de relatórios com recomendações de alterações, substituições e adequações físicas necessárias para o cumprimento das normas ou para melhora de segurança.

Com exceção dos unifilares, os documentos gerados pelos itens acima estão apresentados no anexo 2, itens IV e V.

3.4 Trabalhos desenvolvidos internamente

- Elaboração dos procedimentos necessários e construção do “Prontuário das Instalações Elétricas”.
- Adequações Físicas necessárias, conforme item VI do anexo.
- Elaboração dos procedimentos de trabalho com eletricidade. Como exemplo, ver apêndice E.

CONCLUSÃO

O trabalho de adequação aos requisitos da nova NR-10, conforme mostrado no 'LAUDO GERAL DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS', não termina com a elaboração dos documentos necessários para a formação do Prontuário das Instalações. De fato, a criação de procedimentos de trabalho, a atualização dos desenhos, o treinamento das pessoas e as medidas de controle, de manutenção dos equipamentos, de prevenção dos riscos, devem dar início a um processo maior de cuidados para a preservação da integridade das pessoas no ambiente de trabalho, preferencialmente com a eliminação dos riscos, não apenas com sua contenção através do uso de EPIs. Como se nota no mesmo anexo, a escolha de se adotar o procedimento de afastar o risco resulta em pequeno investimento em EPIs e evidentemente, maior segurança e conforto para os trabalhadores.

O laudo do anexo, com seus cronogramas de adequações físicas e de investimentos, deve ser atualizado com a frequência do cumprimento dos eventos previstos ou anualmente, segundo o que primeiro ocorrer.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14039** - Instalações elétricas de média tensão de 1,0 kV a 36,2 kV - Dezembro 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14787** — Espaço Confinado, Prevenção de Acidentes, Procedimentos e Medidas de Proteção.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5410** - Instalações elétricas de baixa tensão - Março 2005.

SOUZA, J. J. BARRICO de; PEREIRA, J. GOMES. **Manual de auxílio na interpretação e aplicação da nova NR-10, NR-10 Comentada**. SÃO PAULO: LTR, 2007.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. **NFPA 70E** – Standard for Electrical Safety in the Workplace, 2004.

CUNHA, J. G. **NR – 10 Comentada**. Mi Omega Engenharia - 2008. Disponível em: <<http://www.miomega.com.br/miomega.htm>>. Acesso em 14 abr. 2009.

APÊNDICE A

DOCUMENTO DE DELEGAÇÃO DE RESPONSABILIDADE

A EMPRESA XXXXX LTDA., através de seu representante legal abaixo indicado, AUTORIZA E DESIGNA o Engenheiro Eletricista NOMENOME SOBRENOME, CREA Nº 0000000-0, funcionário desta empresa no cargo de CARGOCARGO a organizar e manter atualizado o "Prontuário das Instalações Elétricas" de Infra-estrutura Predial e Utilidades da unidade TAL DE TAL, em conformidade com o exigido pela Norma Regulamentadora número 10 "NR-10" de dezembro de 2004, item 10.2.6.

O PRESENTE DOCUMENTO TEM VALIDADE DE UM ANO A PARTIR DESTA DATA.

LOCAL, DD/MM/ANO.

Representante legal

APÊNDICE B

Análise de riscos

Local:

Data:

Equipamento:

Ordem de serviço:

1	Etapas de Trabalho	Riscos Elétricos		Riscos Adicionais	Procedimento Seguro	EPs Mínimos	EPCs Mínimos
		Choque	Arco				
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							

Elaborado por: _____

APÊNDICE B1

FORMULÁRIO DE IDENTIFICAÇÃO DE RISCOS

Local:
Equipamento:

Data:
Ordem de serviço:

RISCOS ELÉTRICOS:

Tensões presentes:

Grau de risco de arco elétrico:

RISCOS	SIM	NÃO	OBSERVAÇÕES
Há pontos energizados acessíveis?			
Desligando a chave geral, permanecem pontos energizados?			
Há capacitores, acumuladores de energia?			
Há exposição a arco elétrico na desenergização ou energização?			

RISCOS ADICIONAIS:

RISCOS	SIM	NÃO	OBSERVAÇÕES
Trabalho em altura?			
Trabalho confinado?			
Área classificada, com risco de incêndio ou explosão?			
Ambiente úmido?			
Há risco de contaminação biológica?			
Há risco de contaminação química?			
Ambiente poluído?			
Há animais, insetos ou plantas perigosas?			
Há riscos de desabamento, deslizamento ou queda?			
Proximidade de fontes de radioatividade?			
Iluminação deficiente?			
Local ruidoso?			
Temperaturas extremas?			
Risco de descargas atmosféricas?			
Risco de induções eletromagnéticas?			
Outros riscos?			

Elaborado por: _____

APÊNDICE C

Autorização de Trabalhos em Eletricidade

Colaborador: Qualificação:

..... Data:/...../.....

Habilitação – CREA: Nº: Data:/...../.....

Tendo em vista o atendimento ao disposto nos itens 10.2.4d, 10.6.1 e 10.8 da Norma Regulamentadora NR-10 de dezembro de 2004, do Ministério do Trabalho e Emprego, a XXXXX do Brasil Industria e Comércio Ltda concede em caráter temporário ao profissional identificado acima, autorização para intervir em suas instalações elétricas, observada as condições que hora se estabelecem:

1. Qualquer intervenção em circuitos ou equipamentos elétricos deve ser precedida de uma Análise de Risco, se aplicável uma Permissão de Serviço, e Projeto.
2. Os serviços em sistema elétricos devem ser executados com os mesmos **desenergizados**. Devem ser seguidos os procedimentos preconizados de desligamento, desenergização, bloqueio, etiquetagem, teste e aterramento temporário se aplicável.
3. Devem ser usados os Equipamentos de Proteção Individual – EPI's determinados nas Análises de Riscos. Observar que o desligamento e desenergização podem ser em alguns casos classificados como trabalho energizado e para tal, devem ser atendidas as condições relativas ao fato. O mesmo cuidado se aplica para o procedimento de diagnóstico do problema.

Trabalhos em Circuitos Energizados:

Na impossibilidade de atendimento do item 2, serão autorizados serviços em equipamentos ou circuitos de baixa tensão energizados que possuam tensão menor que 600 Volts, atendidas as condições 1,e 3 e ainda:

4. Deverá ser emitida a Permissão de Trabalho Energizado.
5. Usar obrigatoriamente os Equipamentos de Proteção Individual estabelecidos na Análise de Riscos.
6. Usar ferramentas e equipamentos que atendam os requisitos de isolamento. Atentar para a validade da Inspeção do Equipamento.
7. Interditar e isolar a área impedindo a aproximação de não autorizados a menos de 1,8m.

Observações:

1. Entende-se por serviço em equipamento energizado, qualquer aproximação, por qualquer motivo, a distância inferior ao limite de aproximação da zona controlada definida pela NR 10 (0,7 metros) a equipamentos ou circuitos expostos energizados.
2. Esta autorização é específica para o profissional aqui identificado, exclusivamente para as funções a ele atribuídas e pelo período de dois anos.

Autorizado em:/...../.....



() Trabalhos em eletricidade com baixa tensão sem supervisão. Proibido nas subestações.



() Trabalhos em eletricidade com baixa tensão nas subestações sem supervisão

Autorizado: _____

Assinatura

NOME MOME E NOME
Responsável técnico pela NR10

N, DE NOM.
Diretor de Recursos Humanos

APÊNDICE D

Permissão de Trabalhos em Instalações Elétricas de BT Energizadas.

Colaborador:.....Qualificação:

ão:..... Data:/...../.....

Habilitação – CREA:Nº:..... Data:/...../.....

Ordem de Serviço Nº.....

Condições para Permissão de Trabalhos em Circuitos Energizados:

Serão permitidos serviços em equipamentos ou circuitos de baixa tensão energizados que possuam tensão menor que **600 Volts**, atendidas as condições:

- 1- Preencher um formulário de identificação de riscos e fazer uma Análise de Riscos.
- 2- Usar os Equipamentos de Proteção Individual estabelecidos na Análise de Riscos.
- 3- Usar ferramentas e equipamentos que atendam os requisitos legais de isolamento. Atentar para a validade da inspeção do equipamento.
- 4- Interditar e isolar a área impedindo a aproximação de não autorizados.
- 5- Entende-se por serviço em equipamento energizado, qualquer aproximação, de parte do corpo do trabalhador ou de ferramentas e instrumentos por ele portados, por qualquer motivo, a distância inferior ao limite de aproximação da zona controlada (0,7 metros) a equipamentos ou circuitos expostos energizados.

Observação:

Esta permissão é específica para o profissional autorizado aqui identificado, exclusivamente para as tarefas especificadas abaixo e na ordem de serviço.

EPIs mínimos:

- Luvas isolantes classe 0 (1kV).
- Calçado de segurança para eletricitista.
- Protetor auricular.
- Óculos de segurança.
- Aparelhos e Multímetros categoria III (IEC 1010-1).
- Demais EPIs e EPCs listados na Análise de Riscos.

Serviços permitidos:

- [] - Abertura das portas de painéis elétricos de máquinas para diagnóstico e inspeção.
- [] - Acesso às subestações para desligar ou ligar os disjuntores pelos comandos remotos.
- [] - Abertura de painéis elétricos de distribuição para diagnóstico e inspeção.
- [] - Outros (especificar):

Permissão dada em:/...../.....

Autorizado:

Assinatura

NOMENOMNOMENOME

Responsável técnico pela NR10

APENDICE E

PROCEDIMENTO PADRÃO PARA DESLIGAMENTO DE CIRCUITOS E EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS EM BAIXA TENSÃO.

Objetivo: Estabelecer roteiro padronizado com instruções para desligamento de circuitos elétricos de tensão inferior a 1kV para qualquer finalidade, exceto emergências.

Aplicação: Circuitos elétricos de baixa tensão, incluindo equipamentos elétricos.

Normas: NBR 5410.

DOCUMENTOS ANEXOS A ESTE PROCEDIMENTO:

Autorizações: autorizando a operar ou executar manutenção no equipamento.

Análise de Risco: Formulário de análise de risco preenchido, de acordo com o serviço.

Formulário de identificação de riscos: Deve ser preenchido para o local do serviço.

DESCRIÇÃO DAS TAREFAS:

O SERVIÇO NÃO DEVE SER EXECUTADO SE ALGUM DOS ITENS ABAIXO NÃO FOR CUMPRIDO:

- 1- Verificar se a ordem de serviço está completamente preenchida e assinada.
- 2- Obter o diagrama unifilar que contenha o circuito ou equipamento a ser desligado.
- 3- Verificar se o esquema elétrico obtido corresponde ao da ordem de serviço.
- 4- Preencher os formulários de identificação de riscos para o serviço.
- 5- Fazer a Análise Preliminar de Riscos, incluindo a especificação dos EPIs necessários e as ferramentas a serem empregadas no trabalho.
- 6- Informar as pessoas ou setores que serão afetados pelo desligamento.
- 7- Verificar no unifilar a origem da alimentação do circuito ou equipamento a ser desenergizado
- 8- Usando os EPIs, DESLIGAR O CIRCUITO em sua origem.
- 9- Bloquear com cadeado de forma a impedir que o circuito seja religado. O bloqueio não deve ser removido até que o circuito possa ser religado.
- 10- Colocar e manter junto ao bloqueio etiqueta que identifique quem fez o desligamento e por que.
- 11- Usando um voltímetro ou indicador de tensão, verificar se o local requerido está desenergizado.
- 12- Proceder ao aterramento temporário de segurança, se o circuito foi desligado com sucesso.

Aprovado por:

Aprovado por:

ANEXO 1

EXEMPLO DE PROCEDIMENTO DE BLOQUEIO.

Folha 1/2

Em caso de dúvida, bloqueie!!

APLICAÇÃO: Quando usar o bloqueio de segurança?

• Procedimentos S&H 22 exigem o uso dos procedimentos de bloqueio de segurança em máquinas e equipamentos quando o colaborador efetuar qualquer tipo de manutenção ou reparação ou quando um colaborador efetuar o teste de qualquer parte de seu corpo ou uma ferramenta, assim como os procedimentos de manutenção de ferramentas.

A norma permite uma exceção para os casos de mudanças menores de ferramentas, ajustes menores em partes menores que podem ser feitas durante as operações normais de produção, se forem feitas integralmente da utilização do equipamento e S&H a condição de que sejam realizadas com o uso de meios e ferramentas de proteção.


COLABORADORES AUTORIZADOS E ENVOLVIDOS:

Sómente os colaboradores autorizados a trabalhar podem executar os procedimentos de bloqueio de segurança. O colaborador "autorizado" faz serviços de manutenção e é responsável pelo bloqueio de segurança.


O colaborador "envolvido" não faz serviços de manutenção, mas pode operar o equipamento ou trabalhar nas proximidades. Os colaboradores envolvidos devem instruir os envolvidos sobre as atividades de bloqueio de segurança.

O objetivo da norma 29 CFR 1910.147 do OSHA é garantir que o funcionário não se expõe quando parte de seu corpo ou uma ferramenta pode ser ferida por máquina.

Energia Zero



NÃO OPERAR



NÃO LIGAR

Contato Pessoa de Identificação

Contato de Bloqueio Equipamento

AAmerican Standard recomenda para todos os circuitos do Programa de Energia Zero para prevenir incidentes e estabelecer um ambiente de trabalho seguro para todos os colaboradores. O Procedimento 524-22 é obrigatório para os colaboradores e prestadores de serviços. Este procedimento deriva de um regulamento aprovado pelo NormatRegulamentado - NR10, para trabalhar com segurança.




DEFINIÇÃO: Que significa Lockout-Tagout?

Lockout ou bloqueio é a conexão de um dispositivo bloqueador em um mecanismo isolador de energia, GARANTINDO que o equipamento examinável não possa ser operado depois que o dispositivo bloqueador foi instalado.

Tagout ou etiquetagem é a conexão de uma etiqueta em um dispositivo isolador de energia, indicando que esse dispositivo e o equipamento examinável não deve ser operado antes de a etiqueta ser retirada.

FINALIDADE: Por que este programa foi criado?

Para estabelecer um método de redução do potencial de incidentes em pessoas e equipamentos, dando a certeza necessária de não planejar o equipamento ou de energia que o a manuseio.




- Instalação
- Manutenção
- Ajustes
- Desmontagem
- Inspeção
- Operação
- Processamento
- Construção

Os equipamentos para bloqueio e etiquetagem devem ser distribuídos no âmbito da empresa portuguesa. Não use esse material para nenhuma outra finalidade. Os serviços e equipamentos devem ser padronizados por ser, forma de instalação e a identificação de quem realizou a etiqueta ou etiqueta, deve aparecer no cadastro. Nunca empreste ou empreste seu código de trabalho.


KITS DE BLOQUEIO LOCKOUT/TAGOUT

Utilizado individualmente por todos os responsáveis pela manutenção do equipamento




DISPOSITIVO DE BLOQUEIO EM GRUPO

Utilizado para bloqueio coletivo de pessoas em vários níveis de energia. As chaves dos cadeados que bloqueiam as linhas são colocadas dentro da caixa e todas as atividades na manutenção cessam cada indivíduo no local. Todos os pesos de segurança devem ser removidos da linha antes da remoção da energia.




CAIXA PARA TRAVAMENTO EM GRUPO

Utilizada para a conexão de pessoas em vários níveis de energia. As chaves dos cadeados que bloqueiam as linhas são colocadas dentro da caixa e todas as atividades na manutenção cessam cada indivíduo no local. Todos os pesos de segurança devem ser removidos da linha antes da remoção da energia.



CADEADOS SISTEMA LOCKOUT/TAGOUT

Cadeado vermelho:	Cadeado verde:
Utilizado para responsabilizar a manutenção do equipamento, junto com a etiqueta de identificação. AUTORIZADO	Utilizado quando houver necessidade de equipamento para manutenção de emergência, para bloqueio de equipamento.
Cadeado amarelo:	Cadeado preto:
Utilizado para atividades (trabalho) que acompanham a manutenção do equipamento.	Utilizado quando houver necessidade de equipamento para manutenção de emergência, para bloqueio de equipamento.
Cadeado azul:	Cadeado verde:
Utilizado para atividades: trabalhadores que acompanham a manutenção do equipamento. COLABORADOR EMPLOYADO.	Utilizado para pessoal da área de segurança, para bloqueio de equipamento.



ANEXO 2

INDICE DE REVISÕES

[illegible]

ANEXO 2

[illegible]

ANEXO 2

Local : Fábrica Sumaré	Empresa :	Data : 12/12/2008	
Auditor(s): ALVARO MARZLIAK JR			
I - DESENHO E CONSTRUÇÃO DO SISTEMA ELÉTRICO			
<p>OBJETIVO: Verificar se o local possui um mecanismo eficaz para projetar e construir sistemas elétricos. Um mecanismo eficaz especifica que:</p> <ul style="list-style-type: none"> ° Sistemas elétricos devem ser desenhados e construídos de modo a proteger pessoas não autorizadas de entrar em contato com partes energizadas e de serem atingidas por arcos elétricos e explosões por eles provocadas. O sistema deve proteger contra os riscos elétricos. ° Devem existir desenhos unifilares confiáveis e detalhados de toda a instalação elétrica e informações sobre os equipamentos. ° Devem existir estudos confiáveis de curto-circuito, coordenação de proteção e de arco elétrico, ° Os sistemas devem ser projetados e construídos de modo a atender as exigências das leis e normas vigentes. <p>S – SIM N – NÃO NA – NÃO APLICÁVEL</p>			
ELEMENTOS-CHAVE	S/N	GUIA DE IMPLANTAÇÃO	RECOMENDAÇÕES
1. O local possui diagramas elétricos unifilares corretos, completos e precisos na forma e conteúdo exigidos pela NR-10?	S	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar se as informações nos unifilares correspondem à realidade e se os dados das placas conferem. • Desenhos completos incluem: <ol style="list-style-type: none"> 1. Corrente nominal do barramento 2. Corrente de curto-circuito do barramento. 3. Tensão nominal e número de fases 4. Indicação de tipo de aterramento de segurança 5. Informações corretas dos equipamentos 6. Referências a outros desenhos 7. Origem da alimentação. "vem de..." 8. Clara delimitação entre equipamentos e sistemas. 9. Dados das fontes de energia <p>FONTES DE ENERGIA</p> <ol style="list-style-type: none"> a) Tensão, frequência e número de fases. b) Tipo, quantidade, comprimento e bitola dos condutores. c) Tipo e tamanho dos eletrodutos d) Corrente de curto-circuito na alimentação e) Geradores, potência, tipo e reatância. f) Tipo de aterramento, incluindo resistor. g) Relés de proteção, tipo e regulagens. <p>PAINÉIS DE DISTRIBUIÇÃO DE POTÊNCIA:</p> <ol style="list-style-type: none"> a) Dados nominais do barramento (tensão, número de fases, corrente) b) Capacidade de curto-circuito c) Curto-circuito efetivo no barramento d) Capacidade dos dispositivos de proteção da alimentação e das saídas, incluindo ajustes dos disjuntores. e) Tipo e valores dos fusíveis. f) Relés de proteção. g) Quantidade, tipo, tensões primárias, secundárias e capacidade dos transformadores de potencial. h) Número, tipo, capacidade e relação de transformação dos T.C.s. <p>TRANSFORMADORES</p> <ol style="list-style-type: none"> a) Tipo (óleo, silicone, seco) b) Potência, incluindo V.F. c) Impedância e relação X/R. d) Tensões primárias, secundárias e grupo de ligação. <p>CIRCUITOS ALIMENTADORES</p> <ol style="list-style-type: none"> a) Tipo, quantidade por fase e bitola de condutores. Comprimento b) Tipo (magnético ou não) e tamanho de eletrodutos e calhas. c) Bitola do condutor de aterramento. 	

ANEXO 2

2. Há um estudo de curto-circuito preciso e completo, abrangendo todos os painéis de potência e subestações?	S	<ul style="list-style-type: none"> • Todos os equipamentos estão adequadamente dimensionados para o curto-circuito calculado. • O estudo tem recomendações claras registradas. 	
3. Os planos de ação resultantes das recomendações dos estudos são executados nos prazos previstos?	N A	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolver planos de ação e rastreá-los para garantir o cumprimento das recomendações. 	Observar como recomendações o guia de implantação
4. Há um estudo de coordenação de proteção completo e preciso abrangendo todos os painéis de potência e subestações?	S	<ul style="list-style-type: none"> • O estudo deve prover lista de regulação de relés e curvas de atuação dos mesmos e de fusíveis, tanto nas condições encontradas quanto nas recomendadas. Deve ser parte do estudo o cálculo da potência de arco elétrico. 	
5. Os planos de ação resultantes das recomendações dos estudos de coordenação são executados nos prazos previstos?	N A	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolver planos de ação e rastreá-los para garantir o cumprimento das recomendações. 	Observar como recomendações o guia de implantação
6. O local possui especificação detalhada dos EPIs necessários para trabalhos com eletricidade?	S	<ul style="list-style-type: none"> • Devem ser elaboradas análises de risco para cada local e serviço e baseadas nos resultados dos estudos, especificando os EPIs necessários. 	Observar como recomendações o guia de implantação
7. Os métodos de proteção contra riscos elétricos estão aplicados em todos os locais e equipamentos elétricos, (incluindo riscos de arco elétrico)?	S	<ul style="list-style-type: none"> • Todos os pontos de consumo devem possuir sinalização indicando os riscos elétricos, • Barreiras devem impedir o acesso acidental a partes energizadas. • Os painéis e invólucros de equipamentos elétricos devem resistir a arcos elétricos, garantindo a proteção de inadvertidos. • Devem existir procedimentos claros de operação em cada local de manobra ou trabalho elétrico. • Os EPIs e EPCs adequados para os riscos de cada local devem estar determinados e disponíveis. 	Observar como recomendações o guia de implantação
8. O responsável pelo sistema elétrico revisa os planos, projetos e ordens de serviço para equipamentos e circuitos novos ou modificações?	S	<ul style="list-style-type: none"> • O responsável pelos sistemas elétricos deve rever os projetos e ordens de serviço envolvendo qualquer circuito elétrico. • Devem ser verificados também os equipamentos e serviços de terceiros. 	
9. As instalações elétricas novas ou modificadas estão de acordo com as exigências das normas aplicáveis?	S	<ul style="list-style-type: none"> • O responsável pelo sistema elétrico deve inspecionar novas instalações e verificar se estão de acordo com as normas. • Diagramas unifilares e estudos devem ser atualizados sempre que houver alguma modificação ou instalação de novo equipamento. • Deve haver um procedimento para revisão de projetos quanto ao atendimento de normas. • Transformadores e equipamentos devem ser 	Observar como recomendações o guia de implantação

ANEXO 2

		<ul style="list-style-type: none"> aterrados. Todas as massas metálicas não previstas para conduzirem energia elétrica devem estar aterradas. Em qualquer falta a terra, deve haver desconexão automática. Tomadas externas ou em locais passíveis de serem molhados ou com piso ou paredes metálicas, devem ser protegidas por DR de alta sensibilidade. 	
10. Os equipamentos elétricos estão instalados com as necessárias folgas e espaços exigidos por normas?	S	<ul style="list-style-type: none"> Os equipamentos elétricos devem ser instalados com espaços suficientes para garantir acesso seguro e ergonômico a eles para operação e manutenção. Deve haver iluminação suficiente para operação e manutenção de equipamentos elétricos. 	
11. Os equipamentos de distribuição de potência estão claramente identificados com nome, tensão e referências sobre a origem da alimentação? Há clara indicação e sinalização de equipamento LIGADO ou DESLIGADO?	S	<ul style="list-style-type: none"> Subestações, painéis de distribuição, CCMS, quadros de iluminação, etc, devem possuir identificação permanente, com todos os dados e informações sobre os riscos elétricos, inclusive, se aplicável, requisitos dos EPIs. Deve haver clara indicação de "Ligado (vermelho)" e "Desligado, (verde)". Deve haver procedimento escrito para as identificações. Todas as etiquetas e avisos devem ser em Português. 	Observar como recomendações o guia de implantação.
12. Os sistemas elétricos possuem procedimentos escritos disponíveis nos locais necessários, para correta desenergização, bloqueio e aterramento?	S	<ul style="list-style-type: none"> Pontos de aterramento de painéis e subestações devem ser claramente identificados e acessíveis para aterramento temporário. Fontes de realimentação devem ser protegidas. Nos pontos devem existir procedimentos, equipamentos e EPIs necessários para bloqueio e aterramento. 	
13. O local possui um planejamento geral para o sistema elétrico, incluindo o 'Prontuário das Instalações Elétricas' preconizado pela NR-10?	S	<ul style="list-style-type: none"> O planejamento geral dos Sistemas Elétricos deve detalhar o grau de carregamento de cada sistema, aumentos de carga previstos, projetos futuros e demais documentos exigidos pela NR-10. 	
14. Locais com condições adversas e em áreas classificadas possuem equipamentos certificados para tal?	N	<ul style="list-style-type: none"> A Unidade deve ter um plano de classificação de áreas consolidado. Todos os equipamentos elétricos em áreas classificadas devem ser certificados e o registro deve constar do Prontuário das Instalações Elétricas. A unidade deverá possuir uma Lista de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos em Áreas Classificadas que deve incluir tabela com a 	Nas áreas classificadas, há equipamentos adequados, bastando serem obtidos os certificados dos fabricantes.

ANEXO 2

		<p>identificação dos componentes, tipo de proteção "Ex", características, dados de placa, número e emite do Certificado de Conformidade, acessórios e demais informações pertinentes, de modo a assegurar rastreabilidade, inclusive para eventual extravio ou ilegibilidade das plaquetas dos equipamentos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Certificados de Conformidade dos equipamentos e acessórios atendendo Portaria INMETRO 83/2006 ou subsequente em vigor. • Equipamentos usados ao tempo devem ser fabricados para tal. 	
15. Há estudo e plano de proteção contra descargas atmosféricas e aterramentos elétricos?	S	<ul style="list-style-type: none"> • A unidade deve possuir estudo e plano de proteção contra descargas atmosféricas e aterramentos elétricos. 	

ANEXO 2

LOCAL : Fábrica Sumaré	EMPRESA :	Data: 12/12/2008	
Auditor(es): ALVARO MARZLIAK JR.			
II - OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DOS SISTEMAS ELÉTRICOS			
A planta deve possuir implantado um sistema que garanta a operação e manutenção segura dos sistemas elétricos. Um sistema efetivo deve atender:			
<ul style="list-style-type: none"> • A planta deve possuir um responsável pelo sistema elétrico habilitado que lidere a segurança em instalações e serviços em eletricidade, em todas as fases, de projeto, construção, inspeção, testes e manutenção dos sistemas elétricos. • Todas as pessoas que trabalham no, com ou próximas dos sistemas elétricos são autorizadas, segundo preconiza a NR-10. • Todos os dispositivos de segurança e proteção são submetidos a inspeções e testes regulares, feitos por profissional habilitado, com métodos e frequência exigidos por normas. • Os equipamentos e dispositivos de segurança e proteção são corretamente mantidos, usados corretamente e suas falhas e desvios corrigidos. • Procedimentos de operação e manutenção existem e são seguidos, incluindo permissões de trabalho. • A planta usa EPIs e EPCs contra os riscos elétricos corretamente especificados, baseados em estudos feitos por profissional habilitado. • Condições e comportamentos demonstram que os procedimentos e medidas preventivas de segurança são seguidas, garantindo operação segura. 			
S – SIM N – NÃO NA – NÃO APLICÁVEL			
ELEMENTOS-CHAVE	S/N	GUIA DE IMPLANTAÇÃO	RECOMENDAÇÕES
1. A planta possui um responsável pelo sistema elétrico habilitado e autorizado?	S	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemas elétricos incluem todas as áreas e todos os equipamentos e sistemas elétricos de mais que 50Vca ou 120Vcc. • Os setores de produção podem ser responsáveis por seus próprios equipamentos e sistemas elétricos. • Para ser autorizado, o responsável deve ser qualificado e habilitado e possuir treinamento de segurança em serviços e instalações elétricas, conforme NR-10. 	
2. A planta possui um procedimento escrito e calendário atualizado com planejamento das inspeções testes e manutenção de todos os equipamentos e sistemas elétricos, incluindo os dispositivos e equipamentos de segurança?	S	<ul style="list-style-type: none"> • Criar um planejamento geral de manutenções, incluindo transformadores, chaves seccionadoras, disjuntores, relés, painéis de distribuição de baixa e média tensão, geradores, quadros de comando, de iluminação, ferramentas elétricas portáteis, etc. • Criar procedimentos para manutenção de EPIs, EPCs, medidores de tensão, etc. • O calendário deve indicar a frequência e os métodos de manutenção e testes. 	
3. As inspeções, testes e manutenções são feitas usando métodos e frequência corretos, de acordo com as normas?	S	<ul style="list-style-type: none"> • Os métodos de manutenção e testes devem estar de acordo com normas, recomendações de fabricantes e procedimentos internos baseados nas condições dos equipamentos e na experiência. • Terceiros ou funcionários que executem as manutenções e testes devem possuir suficiente treinamento e capacitação e trabalhar sob supervisão de profissional habilitado. • Os equipamentos de testes e medições devem ser calibrados e certificados. 	
4. São mantidos registros adequados dos testes, inspeções e manutenção realizada?	S	<ul style="list-style-type: none"> • Os registros das inspeções e testes devem indicar as datas das execuções dos trabalhos, os nomes dos executantes, as condições encontradas, as recomendações feitas e as ações corretivas tomadas. • As manutenções devem incluir também os equipamentos de reserva. • Análises de fluido de transformadores devem ser mantidas de modo a ser possível acompanhamento da evolução dos parâmetros analisados. 	

ANEXO 2

5. Há registros da qualificação, habilitação, capacitação e autorização de todos os trabalhadores envolvidos com sistemas elétricos, incluindo terceiros? Há registros dos treinamentos realizados?	S	<ul style="list-style-type: none"> • Manter arquivo de cópias dos certificados de cursos específicos da área, cópias de registros em CREA, atestados de saúde ocupacional para a função e treinamentos e autorizações de todos os trabalhadores envolvidos com sistemas elétricos, inclusive contratistas e terceiros. • Exigir de empresas terceiras que prestem serviços em eletricidade e manter em arquivo cópias de documentos que comprovem o disposto no artigo 10.8.6 da NR-10. • Manter um programa de treinamentos de segurança em eletricidade, incluindo os de reciclagem. • Identificar na autorização e no crachá o alcance da autorização de trabalho em sistemas elétricos. 	
6. Existe um programa de manutenção preventiva com termografia?	S	<ul style="list-style-type: none"> • Deve haver um programa de manutenção preventiva que inclua todos os equipamentos elétricos. • A termografia deve ser executada a intervalos regulares, baseados nas condições dos equipamentos e nos históricos. • Devem ser registrados os resultados das inspeções termográficas e as ações corretivas recomendadas. • Após os reparos, as termografias devem ser repetidas para validar o reparo. 	
7. Os defeitos, problemas, falhas e desvios dos equipamentos são corrigidos e as correções são documentadas?	S	<ul style="list-style-type: none"> • Recomendações devem ser rastreadas, problemas corrigidos e as ações documentadas. • Deve ser mantido um plano de ação para tratar defeitos. • Todas as ações corretivas devem ser incorporadas aos registros dos equipamentos. 	
8. Os equipamentos de reserva estão incluídos no programa geral de manutenção e inspeção?	N.A	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar que os equipamentos de reserva sejam corretamente armazenados. • Listar os equipamentos de reserva críticos, especificando-os com tipo, capacidade, tamanho, etc. • Incluir no programa de inspeção e teste todos os equipamentos de reserva críticos. 	Não foram observados equipamentos de reserva
9. Há equipamentos de proteção individual para todos os riscos elétricos identificados e os EPIs são corretamente guardados?	S	<ul style="list-style-type: none"> • Deve haver uma matriz de EPIs e especificação dos EPIs em função das necessidades de cada local. • EPIs não em uso devem ser armazenados de modo a preservar sua integridade e higiene. • Os EPIs devem apresentar etiquetas comprovando sua inspeção, manutenção e teste. 	Em implantação EPIs para arco elétrico. Luvas, barreiras isolantes, e outros já existem
10. A planta possui e segue claros procedimentos de operação, inspeção teste e manutenção de equipamentos elétricos, baseados nas instruções dos fabricantes ou normas e experiência interna, cobrindo operação normal, energização, desenergização, determinação dos riscos elétricos, incluindo arco elétrico e	S	<ul style="list-style-type: none"> • Os procedimentos devem ser atualizados, próprios de cada equipamento e contemplar os riscos elétricos, métodos de isolamento, bloqueio, teste e aterramento temporário, permissões necessárias, EPIs e vestimentas, etc. • Os procedimentos devem conter os desenhos atualizados dos equipamentos. • Incluir nos procedimentos análises de trabalho seguro. • Os procedimentos devem ser colocados ao alcance, próximos do equipamento a que se referem. 	

ANEXO 2

determinando limites de operação, distâncias de aproximação, EPCs e EPIs necessários?			
11. Existe um plano de manutenção e medições para o SPDA e sistema de aterramento?	S	<ul style="list-style-type: none"> • Deve haver um plano de inspeção de SPDA, com métodos e frequências estabelecidas pela NBR 5419. • As inspeções devem ser registradas e os registros mantidos no prontuário das instalações elétricas. • Eventuais recomendações constantes das inspeções devem ser rastreadas e solucionadas de acordo com o planejado. 	São feitas inspeções, há registro delas, mas as recomendações ainda estão sendo implementadas.
12. A planta possui e adota precauções, procedimentos e dispositivos que impeçam o acesso a pessoas não autorizadas, exposição ao ambiente hostil e agressão de tráfego a equipamentos elétricos?	S	<ul style="list-style-type: none"> • Devem existir barreiras de proteção evitando colisões contra equipamentos elétricos. • Os equipamentos devem ser adequados ao ambiente, devendo-se impedir que sejam submetidos a umidade, pó, calor ou qualquer outra condição não prevista. • As portas dos painéis devem ser mantidas fechadas e trancadas. • Os locais com riscos elétricos devem ser claramente identificados, sinalizados advertindo pessoas não autorizadas a manterem-se afastadas. 	
13. São mantidos arquivos de manuais, desenhos e informações técnicas de todos os equipamentos elétricos?	S	<ul style="list-style-type: none"> • Todos os equipamentos elétricos de potência devem possuir os manuais de operação e manutenção dos fabricantes à disposição. • Manuais de operação e manutenção devem conter instruções detalhadas dos equipamentos, com desenhos, dados de capacidades, métodos e frequência de manutenções, manuais de instalação, lista de materiais e de materiais de reserva. 	
14. A planta possui e usa um sistema de autorização de serviço energizado?	S	<ul style="list-style-type: none"> • Trabalhos em equipamentos energizados somente devem ser permitidos em casos excepcionais, com expressa autorização do responsável pelo sistema elétrico e pela segurança do trabalho, com clara definição do serviço e com a elaboração de uma Análise de Riscos. 	
15. O responsável pelo sistema elétrico verifica o cumprimento das normas e recomendações e acompanha as investigações de todos os incidentes elétricos?	S	<ul style="list-style-type: none"> • Todos os incidentes elétricos devem ser seguidos de investigação, relatório, conclusões, recomendações e ações preventivas, com acompanhamento do responsável pelo sistema elétrico. 	

ANEXO 2

III - CRONOGRAMA GERAL DE IMPLEMENTAÇÃO SITUAÇÃO EM 12/12/08

	Descrição	Resp.	situação
Q1	Diagramas unifilares de todo o sistema elétrico atualizados e completos.	Alvaro	100%
1	Subestação de entrada de 11,9kV..	Alvaro	100%
2	Subestações de 11,9kV/baixa tensão.(440,220V)....	Alvaro	100%
3	Painéis de distribuição de potência.	Alvaro	100%
4	Barramentos de distribuição de potência.	Alvaro	100%
5	Painéis de distribuição gerais.	Alvaro	100%
Q2	Estudos de curto-circuito	Alvaro	100%
1	Estudo de curto-circuito em M.T., até os transformadores.	Alvaro	100%
2	Estudo de curto-circuito por subestação até as saídas dos painéis de distribuição de potência.	Alvaro	100%
Q3	Implementação das recomendações dos estudos de curto-circuito.	Empresa	10%
1	Criar cronograma para adequação.	Empresa	10%
Q4	Estudos de coordenação e seletividade dos dispositivos de proteção.	Alvaro	100%
1	Estudos de coordenação e seletividade dos dispositivos de proteção da MT.	Alvaro	100%
2	Estudos de coordenação e seletividade até aos alimentadores das máquinas.	Alvaro	100%
Q5	Implementação das recomendações dos estudos de coord. e seletividade.	Empresa	30%
1	Ajustes dos relés dos disjuntores	Contratar	0%
2	Substituição de fusíveis - Avaliação demonstrou que não será necessária a troca.	Contratar	100%
3	Outros serviços - Ver cronograma de serviços gerais.	Contratar	0%
Q6	Estudos de arco elétrico.	Alvaro	100%
1	Estudos de arco na entrada de MT.	Alvaro	100%
2	Estudo de arco nas subestações.	Alvaro	100%
3	Estudo de arco elétrico nos alimentadores de BT	Alvaro	100%

Q7	Implementação das recomendações dos estudos de arco elétrico.	Empresa	100%
1	Identificações das áreas de risco de arco. (Falta sinalizar).	"	50%
2	Cronograma de implementação das recomendações com investimentos	"	10%

ANEXO 2

Q8	Elaboração do Prontuário das Instalações Elétricas.	Empresa	90%
1	Procedimentos gerais de segurança em instalações e serviços com eletricidade. (falta sub estação)	Empresa	80%
2	Procedimento de Treinamento/ Integração	Téc. Seg.	100%
3	Integração para Eletricistas e reciclagem	Tec.Seg.	100%
4	Procedimentos de autorização de trabalho em eletricidade.	Tec.Seg.	100%
5	Procedimentos de operação e manutenção (sub- estação)	Tec.Seg.	100%
6	Especificação dos EPCs e EPIs	Alvaro	100%
7	Programa de manutenção de subestações e quadros elétricos	W/A.	100%
8	Programa de manutenção de Epis e EPCs	W/A.	100%
9	Inspeção de ferramentas elétricas.	W/A.	100%
10	Elaboração de índice de documentos do prontuário	W/A.	100%
11	Criar programa de identificação de ferramentas elétricas	Wilson	100%
12	Criar programa de identificação para Eletricistas	Cássia	100%
Q9	Auditoria de cumprimento das exigências da Norma	Alvaro	100%
Q10	SPDA , Aterramentos e proteções elétricas.	Empresa externa	50%
1	Retirada do captor radioativo.	Wilson	100%
2	Teste de continuidade das colunas e estrutura metálica.	Wilson	100%
3	Construção do anel externo + descidas adicionais	Wilson	10%
4	Protetores de surto para máquinas	Wilson	0%
5	Teste de continuidade e capacidade de corrente da carcaça do Bus Way + Preventiva .	Wilson	100%
6	Instalação de DRs.	Wilson	60%
7	Adequar painel cozinha	Wilson	0%
Q11	Elaboração do Cronograma Geral de Investimentos	Empresa	10%
Q12	Relatório Final	Alvaro	100%

ANEXO 2

IV- ESTUDOS DE CURTO-CIRCUITO, SELETIVIDADE E ARCO ELÉTRICO.

1.	OBJETIVOS	39
2.	NORMAS E DOCUMENTOS DE BASE.....	39
3.	DADOS DO SISTEMA.....	39
4.	CONSIDERAÇÕES APLICADAS NO ESTUDO.....	40
4.1.	Cálculos de Curto-circuito	41
4.2.	Crítérios Para Ajustes das Funções de Proteção.	43
5.	RESUMO DE CÁLCULOS E DOS AJUSTES DAS PROTEÇÕES	43
5.1	Ajustes do Relé da Concessionária	43
5.2	Valores dos Cálculos de Correntes	44
5.3	Ajustes dos Dispositivos de Proteção	44
5.4	Gráficos de Seletividade	45
6.	VERIFICAÇÃO DO DIMENSIONAMENTO DOS TC'S.....	50
7.	ANÁLISE DE RISCO ARC FLASH (NFPA 70E – 2004).....	52
7.1.	Cálculo de ArcoElétrico.....	54
8.	COMENTÁRIOS E RECOMENDAÇÕES.....	56
8.1.	Estudo de Seletividade.....	56
8.2.	Análise de Arc Flash.....	56

ANEXO 2

1. OBJETIVOS

O objetivo da análise de *Arco Elétrico* é calcular os níveis de energia incidente em alguns pontos específicos da MT e da BT, e assim definir os Equipamentos de Proteção Individual adequados para trabalhar nos pontos mais críticos do Sistema Elétrico.

Foi utilizado o Software “Electrical Transient Analyzer Program - ETAP” como ferramenta de cálculos de curto-circuito, de compilação de dados, de elaboração dos diagramas unifilares e de plotagem das Curvas de Seletividade. O mesmo software também foi utilizado para a análise de *Arco Elétrico* das instalações de MT e BT do empreendimento seguindo a Norma NFPA 70E de 2004.

2. NORMAS E DOCUMENTOS DE BASE

Para a execução deste estudo foram utilizadas e consultadas as seguintes normas e documentos:

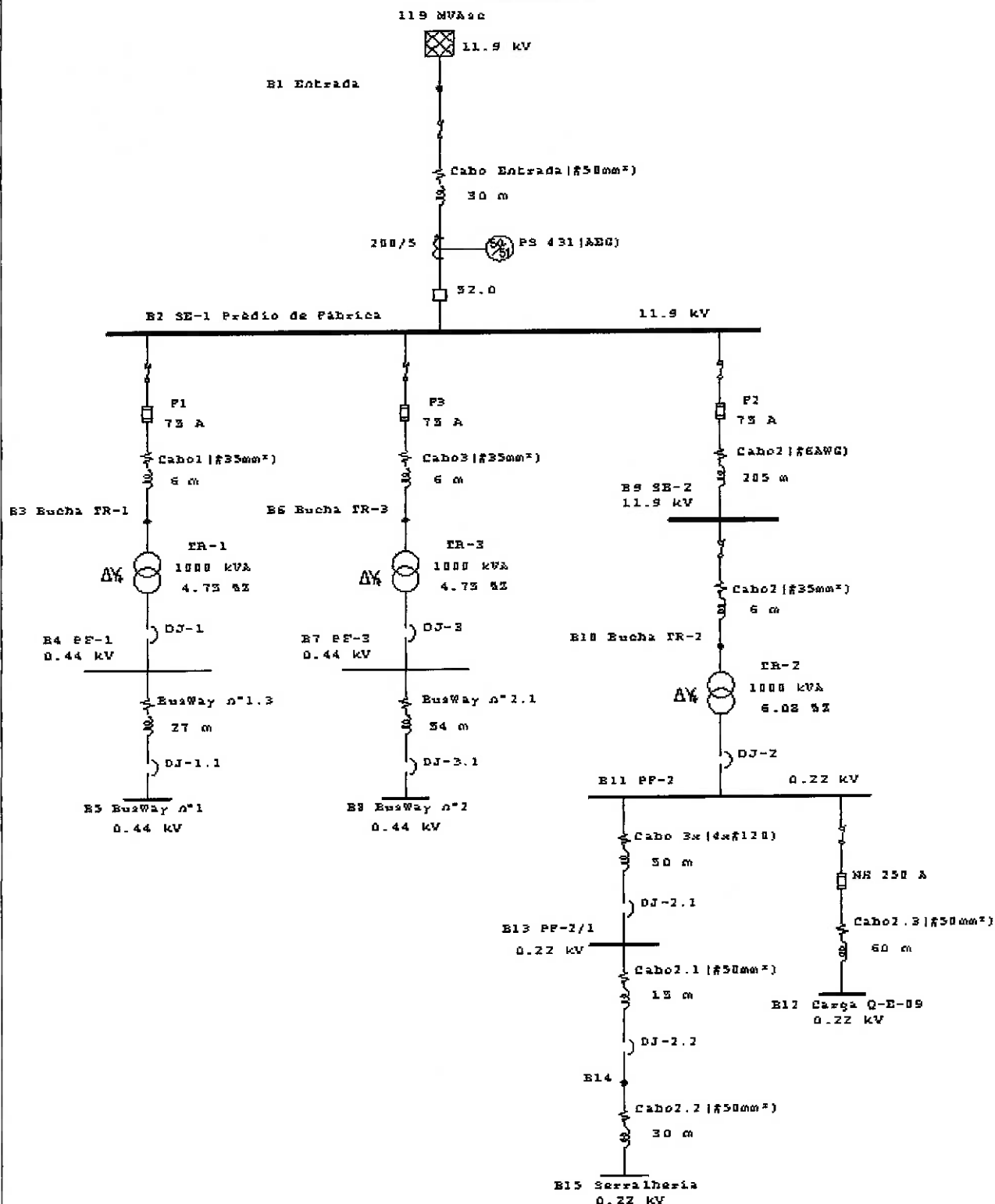
- Coletânea de Normas ABNT-Proteção de Sistemas Elétricos com Relés (NBR 8769; NBR 8926; NBR 9029; NBR 9030);
- Cálculos de curto - circuito segundo IEC 60909 - ANSI C37 (ETAP)
- Curvas de operação das proteções biblioteca do ETAP;
- Catálogo dos produtos aplicados na instalação (Relés, fusíveis, condutores, disjuntores, etc.) obtidos junto aos respectivos fabricantes;
- NFPA 70E (National Fire Protection Association) de 2004.

3. DADOS DO SISTEMA

No diagrama unifilar de proteção indicado abaixo é apresentado o sistema elétrico alimentado pela concessionária de energia CPFL desde a cabine de entrada até os disjuntores de BT de cada SE. Neste diagrama apresentam-se todos os pontos considerados no cálculo do *Arco Elétrico* (Energia Incidente).

A demanda considerada neste estudo é de 1550 kW.

ANEXO 2



4. CONSIDERAÇÕES APLICADAS NO ESTUDO

Para a execução dos ajustes de seletividade do sistema, foram considerados os valores de curto-circuito, as curvas ANSI e as correntes de magnetização extraídas do ETAP e calculadas as correntes Nominais e de Demanda.

Considerações e cálculos:

ANEXO 2

$$\text{Corrente Nominal} \rightarrow I_N = \frac{Pn(kVA)}{\sqrt{3} \cdot Vff(kV)}$$

$$\text{Corrente de Demanda} \rightarrow I_D = \frac{D(kVA)}{\sqrt{3} \cdot Vff(kV)}$$

Obs.: Para potência de demanda foi considerado um fator de potência de 0,92.

$$\text{Corrente de Magnetização} \rightarrow I_{MAG} = k \cdot I_N$$

Para correntes de magnetização individual do transformador foi considerado um múltiplo (k) equivalente a 10 vezes o valor da corrente nominal.

Para correntes de magnetização composta, foi considerado um múltiplo (k) equivalente a 6 vezes o valor da soma das correntes nominais dos transformadores.

$$\text{Suportabilidade ANSI (t, I)} \rightarrow I_{ANSI} = \frac{100}{z(\%)} \cdot I_n \cdot 0,58 \quad I^2 \cdot t_{ANSI} = 1250$$

4.1. Cálculos de Curto-circuito

Os cálculos de curto-circuito internos foram feitos a partir dos valores informados na entrada do empreendimento pela CPFL, conforme apresentado na tabela abaixo:

Tabela de curto-circuito		Dados: CPFL	
Curto-circuito	Ik [A]	Ik assim [A]	X/R
Trifásico	5770	9360	6,16
Monofásico	4769	7257	4,48
Monofásico Mínimo	171	177	0,72

Com base nestes valores foram calculados os valores de curto-circuito pelo método definido na Norma IEC 60909, através do programa ETAP.

RESUMO DOS VALORES DAS CORRENTES DE CURTO-CIRCUITO

Local	Corrente de Curto-circuito	Tensão	Trifásico	L-G	L-L	L-L-G
		[kV]	[kA]	[kA]	[kA]	[kA]
B1	Inicial Simétrica (Eficaz)	11,9	5,774	4,769	5,000	5,397

ANEXO 2

Entrada	Pico – Método C	11,9	13,245	10,941	11,470	12,381
	Ruptura (Simétrico, Eficaz)	11,9	X	4,769	5,000	5,397
	Permanente (Máx, Eficaz)	11,9	5,774	4,769	5,000	5,397
B2 S/E-1 Prédio de Fábrica	Inicial Simétrica (Eficaz)	11,9	5,732	4,725	4,964	5,367
	Pico – Método C	11,9	13,018	10,732	11,274	12,190
	Ruptura (Simétrico, Eficaz)	11,9	X	4,725	4,964	5,367
	Permanente (Máx, Eficaz)	11,9	5,732	4,725	4,964	5,367
B3 Bucha TR-1	Inicial Simétrica (Eficaz)	11,9	5,722	4,715	4,956	5,361
	Pico – Método C	11,9	12,959	10,678	11,223	12,141
	Ruptura (Simétrico, Eficaz)	11,9	X	4,715	4,956	5,361
	Permanente (Máx, Eficaz)	11,9	5,722	4,715	4,956	5,361
B4 PF-1	Inicial Simétrica (Eficaz)	0,44	24,245	26,301	20,997	25,444
	Pico – Método C	0,44	54,975	59,636	47,609	57,694
	Ruptura (Simétrico, Eficaz)	0,44	X	26,301	20,997	25,444
	Permanente (Máx, Eficaz)	0,44	24,245	26,301	20,997	25,444
Transformador TR-1 REFLETIDO	Inicial Simétrica (Eficaz)	11,9	0,896	X	0,776	X
	Pico – Método C	11,9	2,033	X	1,760	X
	Ruptura (Simétrico, Eficaz)	11,9	X	X	0,776	X
	Permanente (Máx, Eficaz)	11,9	0,896	X	0,776	X
B6 Bucha TR-3	Inicial Simétrica (Eficaz)	11,9	5,722	4,715	4,956	5,361
	Pico – Método C	11,9	12,959	10,678	11,223	12,141
	Ruptura (Simétrico, Eficaz)	11,9	X	4,715	4,956	5,361
	Permanente (Máx, Eficaz)	11,9	5,722	4,715	4,956	5,361
B7 PF-3	Inicial Simétrica (Eficaz)	0,44	24,245	26,301	20,997	25,444
	Pico – Método C	0,44	54,975	59,636	47,609	57,694
	Ruptura (Simétrico, Eficaz)	0,44	X	26,301	20,997	25,444
	Permanente (Máx, Eficaz)	0,44	24,245	26,301	20,997	25,444
Transformador TR-3 REFLETIDO	Inicial Simétrica (Eficaz)	11,9	0,896	X	0,776	X
	Pico – Método C	11,9	2,033	X	1,760	X
	Ruptura (Simétrico, Eficaz)	11,9	X	X	0,776	X
	Permanente (Máx, Eficaz)	11,9	0,896	X	0,776	X
B9 S/E 2	Inicial Simétrica (Eficaz)	11,9	5,573	4,544	4,827	5,294
	Pico – Método C	11,9	11,702	9,540	10,134	11,115
	Ruptura (Simétrico, Eficaz)	11,9	X	4,544	4,827	5,294
	Permanente (Máx, Eficaz)	11,9	5,573	4,544	4,827	5,294
B10 Bucha TR-2	Inicial Simétrica (Eficaz)	11,9	5,563	4,533	4,818	5,286
	Pico – Método C	11,9	11,653	9,495	10,092	11,072
	Ruptura (Simétrico, Eficaz)	11,9	X	4,533	4,818	5,286
	Permanente (Máx, Eficaz)	11,9	5,563	4,533	4,818	5,286
B11 PF-2	Inicial Simétrica (Eficaz)	0,22	39,158	41,806	33,912	40,771
	Pico – Método C	0,22	87,803	93,740	76,039	91,418
	Ruptura (Simétrico, Eficaz)	0,22	X	41,806	33,912	40,771
	Permanente (Máx, Eficaz)	0,22	39,158	41,806	33,912	40,771

ANEXO 2

Transformador TR-2 REFLETIDO	Inicial Simétrica (Eficaz)	11,9	0,724	X	0,627	X
	Pico – Método C	11,9	1,623	X	1,406	X
	Ruptura (Simétrico, Eficaz)	11,9	X	X	0,627	X
	Permanente (Máx, Eficaz)	11,9	0,724	X	0,627	X

4.2. Critérios Para Ajustes das Funções de Proteção.

Para os ajustes das funções dos relés na média tensão (MT) foram utilizados os seguintes critérios:

Função Sobrecorrente Temporizado de Fase (51):

Ajuste da corrente em torno de (1,5 - 2) vezes o valor da corrente de demanda.

Curva (dt) máxima para coordenação com a proteção do ramal da concessionária.

Função Sobrecorrente Instantâneo de Fase (50):

Ajuste entre 130 a 150% da máxima corrente de curto-circuito trifásica refletida ou a corrente de magnetização, a que for maior.

Função Sobrecorrente Temporizado de Neutro (51N):

Valor do ajuste da corrente em torno de (10 - 20%) do valor da corrente nominal.

Curva (dt) mesmo critério que para fases.

Função Sobrecorrente Instantâneo de Neutro (50N):

Ajuste com fator de 1,1 vezes o valor de 20% da corrente de curto-circuito trifásica refletida (erro transitório dos TC's).

5. RESUMO DE CÁLCULOS E DOS AJUSTES DAS PROTEÇÕES

5.1 *Ajustes do Relé da Concessionária*

Na tabela abaixo estão os valores dos ajustes do relé da concessionária CPFL extraídos do relatório da Engeclausen de 2004.

ANEXO 2

Local	TC's	Função	I> [A]	Curva	dt	I>>> [A]	t>>> [ms]
Alimentador QLB-06	200/5	51	200	MI	0,44	--	--
		51N	10	MI	0,3	--	--

5.2 Valores dos Cálculos de Correntes

São apresentados na tabela a seguir os valores de correntes calculados conforme os critérios estabelecidos no item 4.

Equipamento / Local	Corrente Nominal [A]	Corrente Demanda [A]	Corrente Magnetização [A]	Corrente Magnetização Composta [A]	Corrente e ANSI [A]	Tempo ANSI [s]
Cabine de Entrada	145,55	81,74	--	873,30	--	--
TR – 1	48,52	--	485,17	--	592,42	2,82
TR – 2	48,52	--	485,17	--	592,42	2,82
TR – 3	48,52	--	485,17	--	462,83	4,62

Nota: Para as correntes de Magnetização considerar tempo de 100 ms.

5.3 Ajustes dos Dispositivos de Proteção

São apresentados na tabela a seguir os valores dos ajustes atuais da proteção da cabine de entrada

Relé / Local	TC's	Função	I> [A]	Curva	dt	I>>> [A]	t>>> [ms]
AEG PS 431 / Cab. Entrada	200 - 5	50/51	120	IEC - MI	0,2	1280	50
		50/51N	8	IEC - MI	0,2	140	50

ANEXO 2

São apresentados na tabela a seguir os valores dos ajustes sugeridos e otimizados pelo ETAP, de acordo com os critérios estabelecidos no item 4.

Relé / Local	TC's	Função	$I>$ [A]	Curva	dt	$I>>>$ [A]	$t>>>$ [ms]
AEG PS 431 / Cab. Entrada	200 - 5	50/51	140	IEC - MI	0,5	1280	50
		50/51N	8	IEC - MI	0,2	180	50

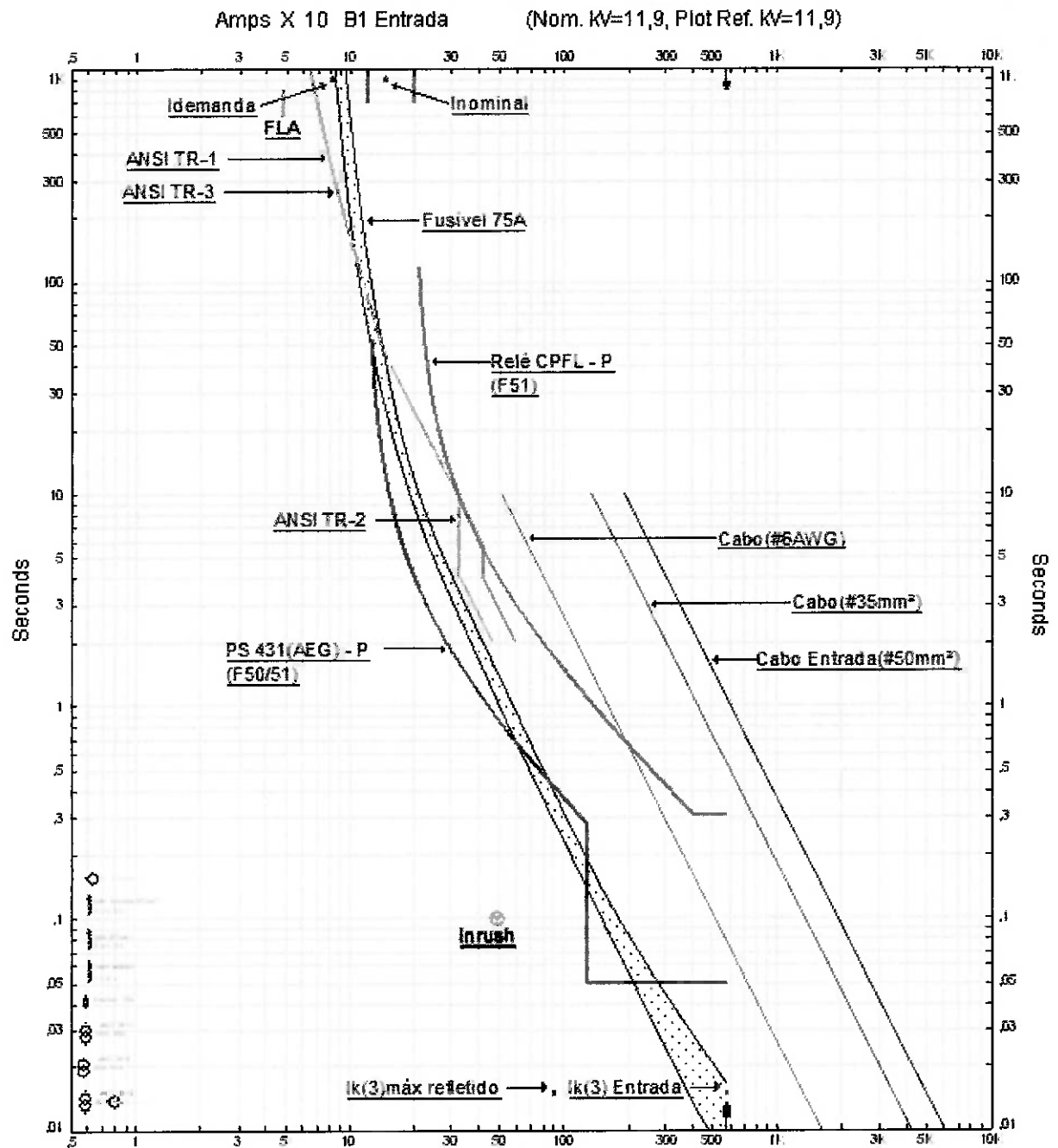
5.4 Gráficos de Seletividade

Os Gráficos de coordenação da Proteção mostram a seletividade do sistema, sendo que devem ser consultados para melhor entendimento dos valores de ajustes descritos nas tabelas do item 5.1.

As curvas podem ser vistas abaixo:

ANEXO 2

PROTEÇÕES DE FASES – AJUSTES ATUAIS

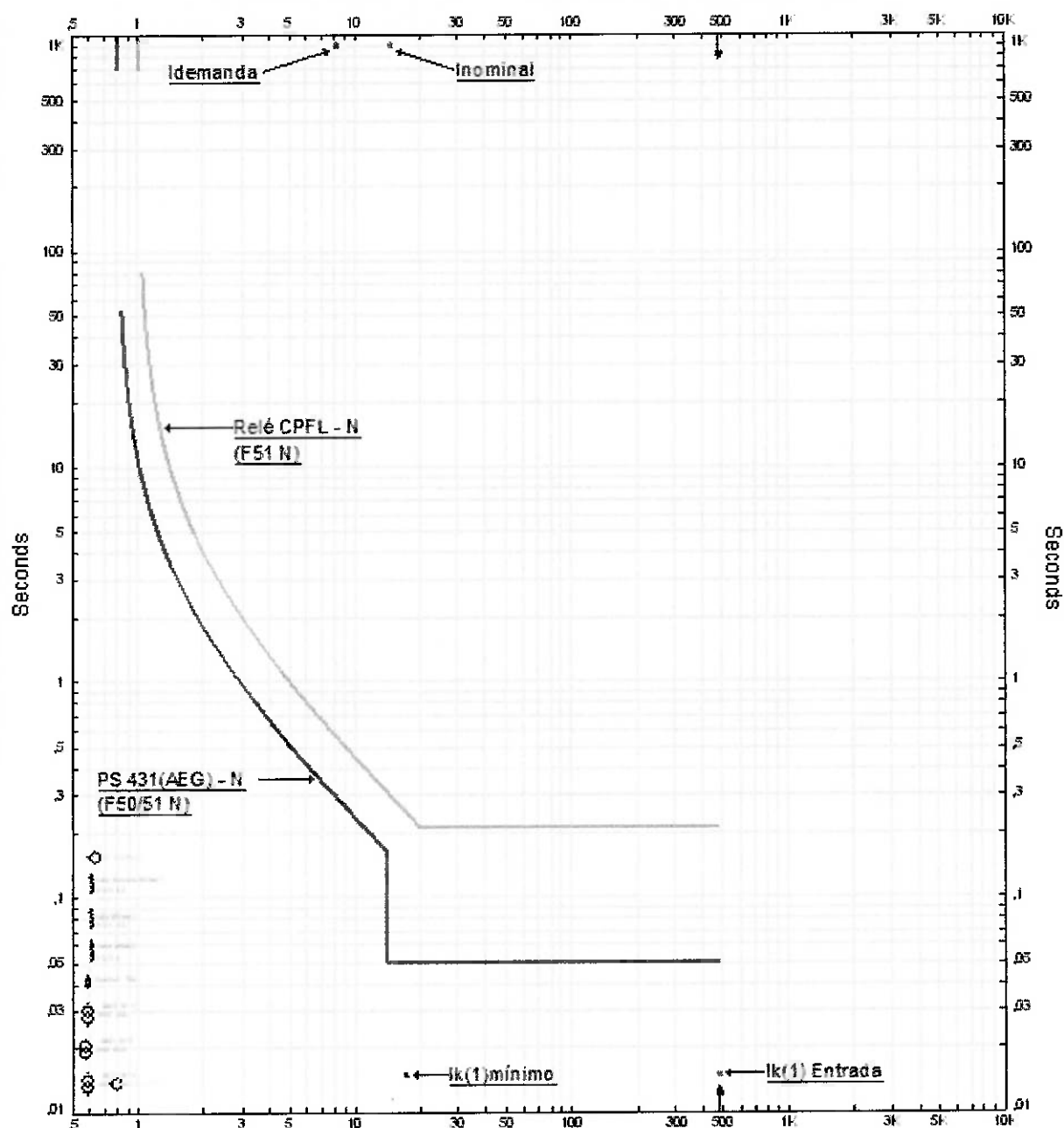


ANEXO 2

PROTEÇÕES PARA NEUTRO – AJUSTES ATUAIS

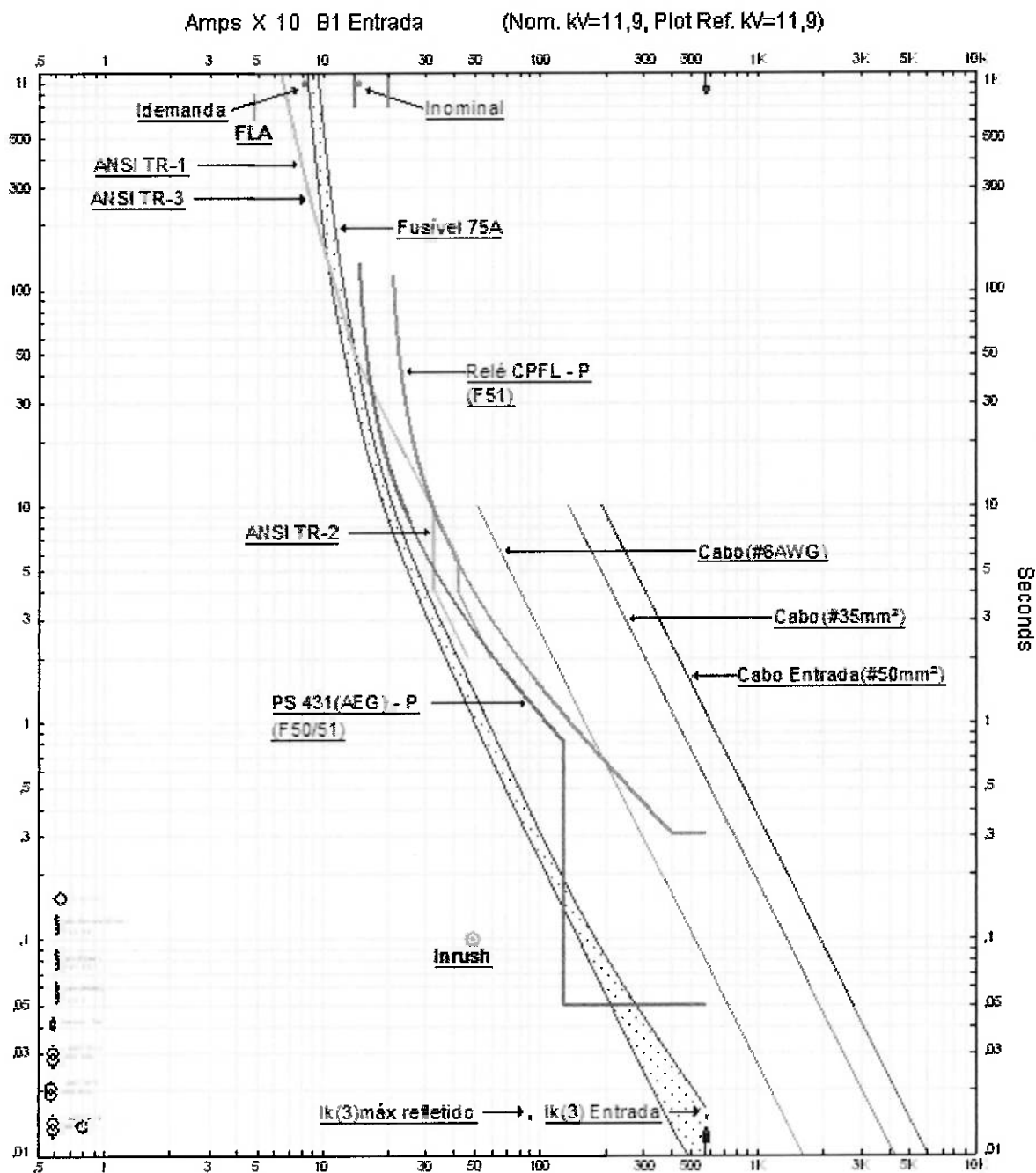
Amps X 10 B1 Entrada

(Nom. kV=11,9, Plot Ref. kV=11,9)



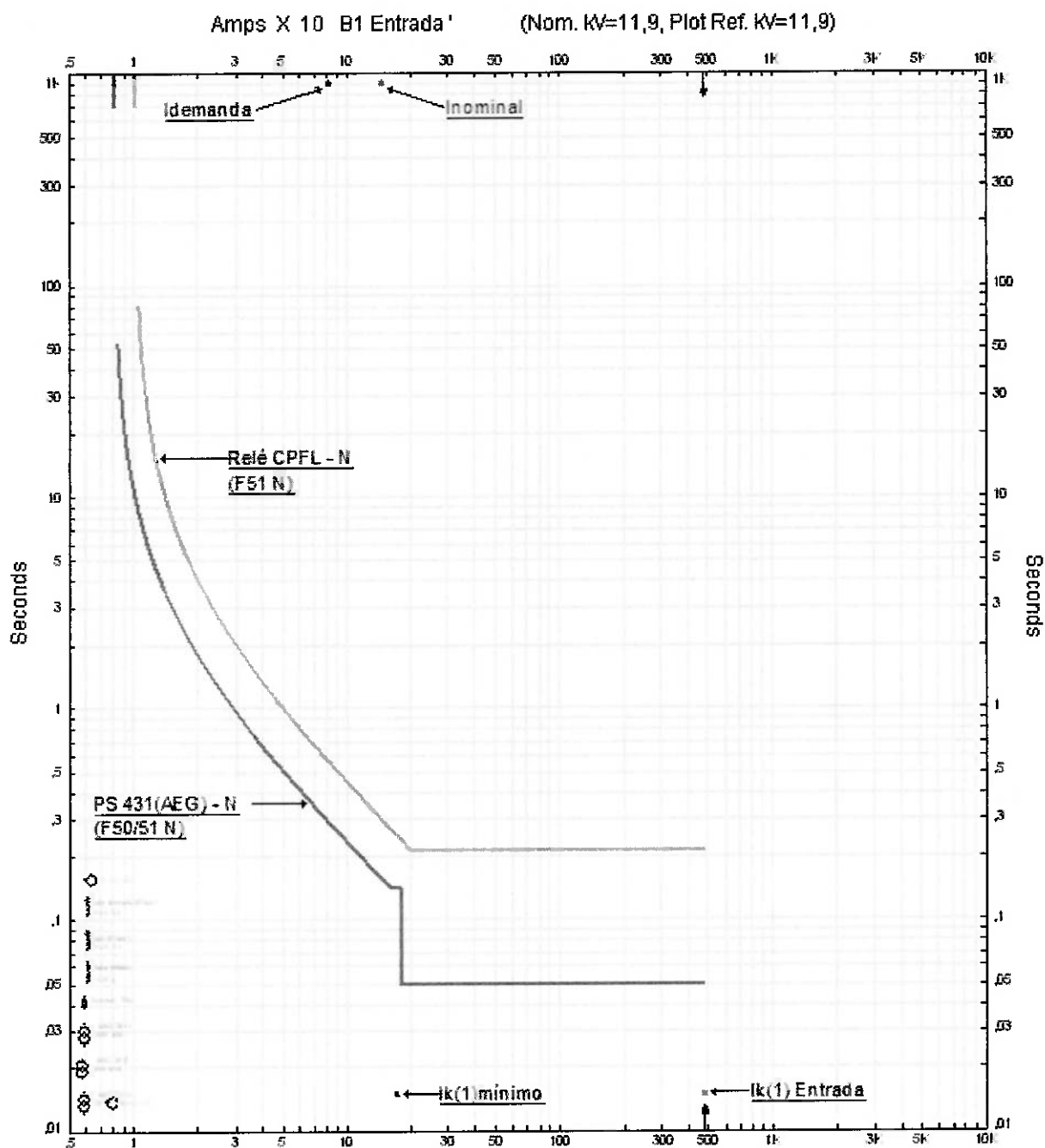
ANEXO 2

- PROTEÇÕES DE FASES – AJUSTES PROPOSTOS



ANEXO 2

- PROTEÇÕES DE NEUTRO – AJUSTES PROPOSTOS



ANEXO 2

6. VERIFICAÇÃO DO DIMENSIONAMENTO DOS TC'S

$$Ik(3)_{assim} = Ik(3)_{sim} \times FA$$

$$X/R = 5,85 \text{ (Extraído do ETAP)}$$

$$\text{Fator de Assimetria} = FA = 1,02 + 0,98 \cdot e^{-3 \cdot (R/X)} = 1,61$$

$$Ik(3)_{assim} = 5732 \times 1,61 = 9228,52 A$$

Os TC's aplicados são de relação 200/5 A e classe de precisão 10A50.

Apresentaremos a seguir a verificação do desempenho dos TC's para a corrente de curto-circuito.

Utilizando um relé com carga de 0,25 VA de fase e de neutro, com 10 m de condutores de cobre de 4mm², temos:

$$Z_{total} = Z_{TC} + Z_{relé} + Z_{fiação}$$

$$Z_{fiação} = 0,02 \cdot \frac{L}{S} \rightarrow Z_{fiação} = 0,02 \cdot \frac{10}{4} = 0,05 \Omega$$

$$Z_{relé} = Z_{fase} + 3 \cdot Z_{neutro} = \frac{0,25}{25} + 3 \cdot \frac{0,25}{25} = 0,04 \Omega \quad \rightarrow \text{Catálogo do relé.}$$

Z_{TC} : consideramos um valor máximo de 20% da impedância nominal.

$$TC: 200/5 - 10A50 \rightarrow Z_{nTC} = 0,5 \Omega$$

$$Z_{TC} = 0,2 \cdot 0,5 = 0,1 \Omega$$

$$total = 0,1 + 0,04 + 0,05 = 0,19 \Omega$$

$$Ik(3)_{sec.} = \frac{Ik(3)_{assim}}{RTC}$$

$$Ik(3)_{sec.} = \frac{9228,52}{40} = 230,71$$

ANEXO 2

$$V_{sat} = I_{k(3)_{sec.}} \cdot Z_{total} \rightarrow V_{sat} = 230,71 \cdot 0,19 = 43,83V \rightarrow \text{Menor que } 50 \text{ V.}$$

Desempenho dos TC's considerando uma corrente hipotética de curto-circuito trifásica igual a 10 kA.

$$I_{k(3)_{sec.}} = \frac{I_{k(3)_{hipotético}}}{RTC}$$

$$I_{k(3)_{sec.}} = \frac{10000}{40} = 250 A$$

$$V_{sat} = I_{k(3)_{sec.}} \cdot Z_{total} \rightarrow V_{sat} = 250 \cdot 0,19 = 47,5V \rightarrow \text{Menor que } 50 \text{ V.}$$

Portanto, os TC's de Relação 200 - 5 A e Classe de Precisão 10A50, definidos no projeto, atendem as condições de curto-circuito atual e hipotético.

ANEXO 2

7. ANÁLISE DE RISCO DE ARCO ELÉTRICO (NFPA 70E – 2004)

A análise de risco de *Arco Elétrico* é o estudo de num sistema elétrico para determinar quais os riscos e a severidade destes. O estudo mostrará se um curto circuito ou uma falha de equipamento resultará em uma pequena faísca ou uma explosão com perigo de morte. A energia liberada pela faísca ou explosão é chamada de Energia Incidente.

O estudo determina a Fronteira de Proteção de *Arco Elétrico*, assim como, a classe do Equipamento de Proteção Individual (EPI) que deverá ser utilizado pelas pessoas que irão trabalhar dentro dos limites da Fronteira de Proteção de *Arco Elétrico*.

Definições:

- **Energia Incidente:** É a quantidade de energia calorífica em uma superfície a uma distância específica do *Arco Elétrico*. Esta energia é uma função da corrente máxima de curto circuito e do tempo total de eliminação da falta (tempo da proteção associada + tempo de abertura do disjuntor, clearing time) dada em Joule/cm² ou em cal/cm² ($1\text{J}/\text{cm}^2 = 0,24\text{cal}/\text{cm}^2$).
- **Fronteira de Proteção do *Arco Elétrico*:** É definida como “A distância limite de aproximação às partes vivas”, dentro do qual uma pessoa pode receber um queimadura de até segundo grau se ocorrer um *Arco Elétrico*. Esta distância define a fronteira permitida a uma pessoa qualificada ou não qualificada de trabalhar sem o equipamento de proteção individual.
Quando esta Fronteira de Proteção de Arco Elétrico é ultrapassada, deve ser utilizado o equipamento de proteção individual apropriado.
A Fronteira de *Arco Elétrico* é calculada usando a tensão nominal, a corrente de falta e o tempo total de eliminação da falta (clearing time).
- **Distância de Trabalho:** É a distância típica considerada entre o trabalhador e um potencial de fonte de *Arco Elétrico* dentro do equipamento em análise. A Norma NFPA 70E - 2004 toma como referência uma distância limite de 18 polegadas (18 in) equivalente a 45,72cm, da qual uma pessoa devidamente trajada para o local de trabalho específico, poderá sofrer queimaduras de segundo grau na ocorrência de um *Arco Elétrico*.

Análise para proteção de *Arco Elétrico* conforme Norma NFPA 70E – 2004.

Consiste na abordagem de três tópicos:

1. Cálculo da Fronteira de Proteção de *Arco Elétrico*
2. Cálculo do nível de exposição de Energia Incidente
3. Determina as vestimentas protetoras resistentes ao fogo (Flammable Resistance – FR) e os Equipamentos para Proteção Individual (EPI)

Procedimentos de cálculo:

ANEXO 2

São definidos primeiramente no diagrama unifilar da instalação, os pontos energizados possíveis de permitir proximidade de pessoas na operação, nas manutenções, inspeções ou manobras, a saber:

Cubículos de MT blindados ou em alvenaria, caixas de passagens com emendas de cabos de MT, buchas de equipamentos de potência (transformadores, bancos de capacitores ou reatores), seccionadoras, quadros de BT (QGBT's), centros de controle de motores (CCM's), painéis de distribuição de BT, máquinas de processo automáticas ou com operador.

Relaciona-se para cada ponto de análise o valor máximo de curto circuito (normalmente trifásico franco) e o tempo total de eliminação da eventual falha (tempo da proteção + o tempo de atuação do disjuntor, tempo de clearing). Estes dados devem existir no estudo de seletividade da instalação.

Na seqüência, com a aplicação das fórmulas estabelecidas na Norma NFPA 70E, indicadas a seguir, se determina a Fronteira de Proteção Arco Elétrico (D_F) e o nível de Energia Incidente de Arco Elétrico (E_i). Estes dois parâmetros permitem determinar as vestimentas protetoras resistentes ao fogo (FR) e os equipamentos de proteção individual (EPI).

Fronteira de Arco Elétrico:

$$D_F = \sqrt{(2.65 \cdot MVA_{SC} \cdot t)}$$

$D_F \rightarrow$ Fronteira de Proteção Arco Elétrico [ft]

$MVA_{SC} \rightarrow$ Potência de curto circuito para uma falta trifásica [MVA], onde:

$$MVA_{SC} = I_{SC} \cdot \sqrt{3} \cdot V$$

$I_{SC} \rightarrow$ Corrente de curto circuito trifásica [kA]

$V \rightarrow$ Tensão Nominal [kV]

$t \rightarrow$ Tempo de Clearing [s]

Energia Incidente para locais abertos:

$$E_i = 5271 \cdot D^{-1,9593} \cdot t \cdot (0,0016 \cdot I_{SC}^2 - 0,0076 \cdot I_{SC} + 0,8938)$$

Energia Incidente para locais fechados:

$$E_i = 1038,7 \cdot D^{-1,4738} \cdot t \cdot (0,0093 \cdot I_{SC}^2 - 0,3453 \cdot I_{SC} + 5,9675)$$

$E_i \rightarrow$ Energia máxima Incidente [cal/cm²]

$D \rightarrow$ Distância de Trabalho [in]

$t \rightarrow$ Tempo de clearing [s]

$I_{SC} \rightarrow$ Corrente de Curto – Circuito [kA]

ANEXO 2

7.1. Cálculo de Arco Elétrico

Definimos 12 pontos indicados na tabela a seguir, que correspondem a:

MT: Barramentos da Cabine de Entrada (01 ponto), buchas de alta tensão dos Transformadores de Potência, sendo no mais distante e no mais próximo da Cabine de Entrada (02 pontos).

BT: Barramentos dos PF's de todas as S/E's (03 pontos), e barramentos de cargas alimentadas pelos PF's (06 pontos).

Foram definidos como referência para os valores calculados na tabela os seguintes dados:

- Distância de trabalho, tanto para local aberto como para local fechado, igual a 18in (45,72cm);
- Tempo total (tempo de clearing) na MT de 133ms (8 ciclos);
- Tempo total (tempo de clearing) na BT de 100ms (6 ciclos).

Pontos	Tensão (kV)	I _{sc} (kA)	Fronteira de Arc Flash D _f (ft)	Energia Incidente E _i (cal/cm ²)			
				Local Aberto	Classe de Risco	Local Fechado	Classe de Risco
B2 S/E -1 Prédio de Fábrica	11,9	5,732	6,5	2,20	1	8,40	3
B3 Bucha TR-1	11,9	5,722	6,5	2,20	1	8,40	3
B10 Bucha TR-2	11,9	5,563	6,4	2,20	1	8,48	3
B4 PF-1	0,44	24,245	2,2	3,02	1	4,49	2
Bus Way nº. 1	0,44	23,020	2,2	2,87	1	4,32	2
B7 PF-3	0,44	24,245	2,2	3,02	1	4,49	2
Bus Way nº. 2	0,44	21,367	2,1	2,68	1	4,16	2
B11 PF-2	0,22	39,158	2,0	5,58	2	9,84	3
Carga Q-E-09	0,22	4,439	0,7	1,63	1	6,78	2
B13 PF-2/1	0,22	21,722	1,5	2,72	1	4,19	2
B14	0,22	10,782	1,0	1,83	1	4,88	2
B15 Serralheria	0,22	5,116	0,7	1,64	1	6,52	2

ANEXO 2

Indicamos a seguir para informação os EPI's e roupas adequadas recomendados pela Norma NFPA 70E por classe de risco, determinado no cálculo de Energia Incidente:

Requisitos de Segurança para o local de trabalho pela Norma NFPA 70E – 2004		
Classe de Risco	Equipamento de Proteção Individual - EPI (o número de camadas de roupas FR* é dado em parênteses)	Taxa Mínima do Arco [cal/cm²]
0	Camisa e calça de fibras naturais (algodão)	0 a 1,2
1	Camisa de manga comprida FR e calça FR (ou macacão FR) + luvas FR + óculos de segurança + capacete de proteção + calçados isolados (1)	1,3 a 4
2	Roupas de algodão + óculos de segurança + camisa de manga comprida FR e calça FR (ou macacão FR) + luvas FR + protetor facial FR + calçados isolados (1 ou 2)	4,1 a 8
3	Roupas de algodão + óculos de segurança + luvas FR + camisa de manga comprida FR e calça FR + macacão FR (ou duas camadas de roupas de algodão + macacão FR) + protetor facial FR + calçados isolados (2 ou 3)	8,1 a 25
4	Roupas de algodão + luvas FR + óculos de segurança + camisa de manga comprida FR e calça FR + duas ou mais camadas de macacão FR + protetor facial FR + calçados isolados (3 ou mais)	25,1 a 40

*FR → Resistente ao Fogo (Flammable Resistance)

ANEXO 2

8. COMENTÁRIOS E RECOMENDAÇÕES:**8.1. *Estudo de Seletividade***

- Na elaboração dos gráficos de seletividade constatamos que a seletividade entre os fusíveis dos primários dos Transformadores de Potência e a proteção da cabine de entrada estava incerta para alguns valores de corrente.
- Recomendamos adotar os valores de ajustes da proteção da cabine de entrada sugeridos nesta revisão, que foram otimizados com a utilização do ETAP 6.0. Salientamos que os ajustes do alimentador da CPFL foram mantidos.
- Caso seja efetuada alteração dos ajustes da proteção da cabine de entrada (AEG-PS 431) recomendamos que a mesma, seja testada com injeção de grandezas através de caixa de testes específica.

8.2. *Análise de Arco Elétrico.*

- Recomendamos verificar no cálculo geral do ETAP informações precisas e complementares de Energia Incidente para diversas distâncias de trabalho, que permitam definição adequada dos equipamentos de proteção individual e vestimentas;
- Na NFPA 70E a análise de *Arco Elétrico* considera valores de curto-circuito entre 16 kA e 50 kA, porém o ETAP calcula os parâmetros de análise (D_f , E_i) em todos os níveis de correntes de curtos-circuitos existentes no sistema;
- Recomendamos, em virtude do grau de risco elevado (3) existente nas subestações, no lado de M.T., que seja estabelecida fronteira de aproximação máxima de 1,80 m (um metro e oitenta centímetros) a partir dos locais energizados. Esta fronteira pode ser executada com pintura de faixas e fitas de segurança, sinalizando a proibição de aproximação de pessoas não autorizadas ou sem os EPIs necessários.
- O painel de BT da subestação 2 (PF2), apresentou grau de risco 3, conforme mostrado na tabela de resultados de energia incidente. Assim, recomendamos que sejam revistas e reforçadas as trancas e parafusamento de portas e tampas do mesmo. Há necessidade de se usar roupas resistentes à chama classe 3 para abrir qualquer porta desse painel energizado. Nesse painel deve haver, é evidente, etiqueta de *RISCO 3!* Ver fl 27 – Especificação de EPIs.
- Os demais painéis de força e iluminação são classificados como *RISCO 2* e assim deverão ser identificados. QUALQUER outro painel de força ou iluminação (exceto PF2) para ser aberto energizado, o Autorizado deve usar EPIs (roupas) classe 2 e demais EPIs contra choques elétricos.
- Os painéis de máquinas, são classificáveis como risco 0 e para serem abertos o autorizado deve usar os EPIs contra choque elétrico apenas. Ver ESPECIFICAÇÃO DE EPIs.
- Recomendamos que sejam aplicadas em cada local de risco, etiqueta adesiva, não destacável, alertando para os riscos. Como ilustração, segue exemplo de etiqueta:

ANEXO 2

EXEMPLO DE ETIQUETA:

Os riscos relativos ao local devem ser destacados na etiqueta, como a tensão, limite de aproximação, energia incidente e a classe de risco.

ATENÇÃO !	
PERIGO DE CHOQUE E ARCO	
NECESSÁRIOS EPI'S	
139 cm	Limite de perigo de arco elétrico
31.0	J/cm² Energia de arco elétrico a 457 mm
Classe 2	Roupas íntimas de algodão, calça e camisa em tecido resistente ao fogo
440VAC	Perigo de choque ao remover as tampas
0	Classe das luvas
1067 mm	Limite de aproximação
305 mm	Aproximação restrita
25 mm	Aproximação proibida

ANEXO 2

V- ESPECIFICAÇÃO DOS EPIs:

Todos os autorizados a intervir nas instalações elétricas de potência da empresa (subestações, barramentos de BT e Painéis de potência) , devem ter disponíveis os EPIs contra riscos elétricos abaixo enumerados:

- a- Luvas isolantes classe 0 (até 1000V).**
- b- Protetor auricular.**
- c- Calçado de segurança para uso em eletricidade, baixa tensão, com biqueira não condutiva.**
- d- Óculos de segurança.**
- e- Roupas resistentes à chama classe 2.**

OBSERVAÇÕES:

1- Os autorizados acima devem sempre usar sob as roupas resistentes à chama (FR), roupas de algodão ou outro tecido de fibra natural.

2- Os autorizados devem SEMPRE, enquanto em serviço, usar as roupas RF classe 2.

Nos locais classificados como "Grau de Risco 3", deve haver à mão a complementação da vestimenta para o maior grau de risco. Tal complementação pode ser obtida com uso de sobretudo resistente à chama e capuz.

3- Os técnicos eletrônicos, autorizados apenas a fazer diagnósticos em painéis de máquinas, deverão usar:

- f- Luvas isolantes classe 0 (até 1000V).**
- g- Protetor auricular.**
- h- Calçado de segurança para uso em eletricidade, baixa tensão, com biqueira não condutiva.**
- i- Óculos de segurança.**
- j- Camisa de manga longa e calça comprida, ambos de algodão.**

ANEXO 2

VI- ADEQUAÇÃO FÍSICA DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

Para adequar as instalações elétricas às normas, seguir o Cronograma de Investimentos e Implementação dos estudos e Instalações anexo. As adequações físicas, além das intervenções específicas listadas no relatório, incluem, basicamente:

- Identificar corretamente todos os painéis elétricos. A correta identificação deve contemplar:
 - Nome ou número que identifique o painel, possibilitando encontrar desenhos e registros do mesmo.
 - Avisos e alertas de proibição de aproximação de não-autorizados.
 - Indicação da origem da alimentação elétrica.
 - Indicação das categorias de riscos elétricos (tensão existente e arco).
- Manter subestações e painéis trancados e identificados.
- Nas subestações, alertar para a proibição de entrada de trabalhadores, mesmo autorizados, sozinhos.
- Assegurar a existência de meios de bloqueio de energia em todos os painéis e subestações.
- Identificar de forma inequívoca as posições “LIGADO” e “DESLIGADO” de chaves, disjuntores, etc. Por norma, a cor vermelha é indicação de LIGADO e a verde de desligado.
- Garantir o aterramento permanente de massas metálicas não previstas para ficarem energizadas.

Confecção de plano de implementação das recomendações dos estudos.

Plano a ser criado em conjunto com responsáveis pela produção, por eventualmente necessitar de paradas e interrupções no fornecimento de energia. Programado, inicialmente, para janeiro de 2009.

ANEXO 2

VII - CRONOGRAMA DE INVESTIMENTOS E IMPLEMENTAÇÃO DAS RECOMENDAÇÕES DOS ESTUDOS.

Descrição	Resp.	Orçad o	Valor	Programad o	Situação
Subestações					
Melhoria no alarme de temperatura dos transformadores	Wilson	S	15	set/08	Resolvido
Troca das cunhas do TR2	Wilson	S	5	set/08	
Reparo no disjuntor geral PF2 (Trocar bastidor) Já foi comprado	Wilson	S	1	29/12/2007	Resolvido
Substituição do motor do DJ geral da PF2	Wilson	S	1	9/9/2007	Resolvido
Ajuste de todos disjuntores	Wilson	N	2	Jan/2009	
Instalação de DPS's	Wilson	N	30	N	
Remover tubulação de água e ar cond. da SE2.	Wilson	S	0	Jan/2009	
Disjuntores do painel PF1 - Colocar proteção para operador.	Wilson	N	2	Jan/2009	
Demarcar área controladas nas subs.	Wilson	S	0	Jan/2009	
Painéis de baixa					
Adequar painel cozinha	Wilson	S	100	N	
Instalação de DR's em todas as tomadas de uso obrigatório. Ver Serviços gerais.	Wilson	S	10	N	
Remover(desativar), reparar ou substituir painéis de baixa tensão diversos.	Wilson	N	20	N	
Identificação de painéis elétricos de força e distribuição.	Wilson	N	2	N	
Aterramento e SPDA					
Execução do anel externo na fábrica	Wilson	N	50	N	
Descidas do SPDA adicionais.	Wilson	N	15	N	
Chaminés, Totens e demais externos (atender anexo 3 do relatório Proelco)	Wilson	N	40	N	
Alambrado do campo – aterrar.	Wilson	N	3	N	
Cerca da fabrica – aterrar.	Wilson	N	5	N	
Proteção do tubo de gás no telhado.	Wilson	N	0	N	
Estruturas metálicas (Barracão na quadra) – aterrar	Wilson	N	18	N	
Ar condicionados externos – aterrar	Wilson	N	2	N	
Cerca elétrica baixa nos fundos do clube.	Wilson	N	12	N	
Aterramento da estufa de plantas.	Wilson	N	3	N	
Outros investimentos em eletricidade.					
Vide planilha de SERVIÇOS GERAIS DE ADEQUAÇÕES.	Wilson	N	10	N	
Roupas/ EPIs resistentes a arco.	Wilson	N	30	N	
Luvas classe 0.	Wilson	N	3	N	
Documentar os equipamentos das áreas classificadas.	Wilson	N	--	N	

ANEXO 2

SERVIÇOS GERAIS DE ADEQUAÇÕES.	Situação
Quadro de disjuntores Sala de Segurança (Almoxarifado de EPIs) obstruído.	Resolvido
Enceradeira com cabo e plug perigosos.	Resolvido
Tomadas externas sem proteção de DR..	Resolvido
Reatores de iluminação com ligações expostas. Poste próximo ao totem nos fundos.	Resolvido
Luminária de 220V instalada no piso (grama) na base do poste da câmera próximo ao totem.	Resolvido
Fiação do poço de drenagem do campo.	Resolvido
Salas de life teste inferior e superior (Bancadas e fios no chão) Chave geral..	Em andamento
Tomadas área da churrasqueira sem proteção de DR.	Em andamento
Painel da cabine de medição de energia do clube: Sem identificação e alertas de risco.	Em andamento
Tomadas na cabine de medição do clube devem ser protegidas por DRs.	Em andamento
Sala de máquinas ETE (Desativar motores , trocar tubulação , tapar caixa de passagem).	Resolvido
Bomba água do pomar com instalação perigosa - exposta e motor não aterrado.	Resolvido
Painel da cerca elétrica: Sem identificação e alertas de risco e aterramento deficiente.	Resolvido
Máquina de cortar grama com fiação irregular.	Resolvido
Bomba do aerador da ETA trocar flexível e melhorias nos cabos	Resolvido
Tomadas externas e painel colocar DR's e trava nas portas	Em andamento
Filtro prensa (Dr's nas tomadas e realizar identificação).	Em andamento
Painéis do portão da portaria (Identificar e realizar melhoria gerais nos cabos)	Resolvido
Proteção no barramento (Mesanino)	Em andamento
Cabo saindo direto da canaleta	Resolvido
Instalar DR's no banheiro masculino e feminino (Tomadas baixas de uso geral)	Em andamento
Identificar 59 painéis BT da fabrica (De onde vem)	Em andamento
Cabo saindo direto da canaleta para restaurante	Resolvido
Todos os banheiros que possuem aquecedor (Ligar direto)	Pendente
Instalar DR's nas tomadas academia (Tomadas baixas de uso geral)	Em andamento
Inverter espelho errado da chave do PF2.	Pendente
Instalar fecho faltante na porta do PF2	Pendente
Armário de EPIs nas SE1 e SE2.	Em andamento
Instalação de Drs na galvânica.	Em andamento
Fio solto e cabos que não estão sendo utilizados remover todos.	Em andamento
Identificar cargas (Plastificar e colocar externo) Painéis de força e distribuição.	Pendente
Teste de continuidade e capacidade de corrente da carcaça do Bus Way + Preventiva .	Resolvido
Painel caixa de água melhorias ou trocar.	Pendente
Instalar parafusos ou travas nas portas traseiras do PF2.	Pendente
Testar continuidade das colunas.	Resolvido
Remover captor radiativo.	Resolvido