

**JÚLIO CÉSAR DE LIMA  
MÁRCIA REGINA GUERRA  
RODRIGO PEREIRA DE FARIA**

**PROCEDIMENTOS SEGUROS PARA MANUTENÇÃO EM LINHAS DE  
TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICAS**

São Paulo  
2008

**JÚLIO CÉSAR DE LIMA**  
**MÁRCIA REGINA GUERRA**  
**RODRIGO PEREIRA DE FARIA**

**PROCEDIMENTOS SEGUROS PARA MANUTENÇÃO EM LINHAS DE  
TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICAS**

Monografia apresentada à Escola  
Politécnica da Universidade de São  
Paulo para obtenção do título de  
Engenheiro de Segurança do Trabalho

São Paulo  
2008

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos a PECE – Programa de Educação Continuada da Escola Politécnica pelo brilhantismo do trabalho promovido pelos seus membros na estruturação e implementação de um sistema de educação à distância, que nos possibilitou a realização desta pós-graduação, a qual, de outra forma seria inviável, devido às distâncias e as restrições impostas pelo horário comercial. Torcemos para que vocês tenham energia e recursos para desenvolver outros cursos que, com certeza, irão beneficiar muitos alunos graduados em engenharia, agronomia e arquitetura.

Especial agradecimento ao Professor Sérgio Médici de Eston pela harmoniosa e brilhante coordenação, e ao Corpo Docente, pela seleção dos assuntos tratados e pela riqueza de conteúdo que nos foi apresentado.

Agradecemos também à Equipe de Suporte, pelo apoio e orientação nesses dois anos, no tocante aos materiais e suporte fornecidos, que sabemos, foram mais amplos do que aqueles necessários aos cursos presenciais, e pela estrutura e organização, o que nos possibilitou a participação no curso de pós-graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho.

## RESUMO

Esta monografia tem como objetivo principal fornecer às empresas de manutenção em linhas de transmissão de energia elétrica, um manual de procedimentos voltado para a realização de manutenções em condições seguras. Devido ao grande crescimento do setor e à terceirização deste segmento, as atividades de manutenção passaram a ser realizadas por empresas cada vez menores e, por isso, com menos recursos direcionados ao desenvolvimento de procedimentos de trabalho. Devido ao grande risco ocupacional envolvido nestas atividades, selecionamos os processos mais importantes para manutenção em linhas de transmissão; identificamos todas as atividades necessárias para realização destes processos; para cada atividade, realizamos a análise dos riscos ocupacionais; identificamos, quando o risco existente não pode ser aceito dentro de critérios definidos, os controles que devem ser implantados para mitigar, transferir ou eliminar tais riscos de acidente do trabalho; propusemos, também, um modelo de critérios para aceitação de riscos residuais. Para que as atividades acima fossem possíveis, elaboramos um modelo básico que pode ser utilizado e ampliado, se necessário, por empresas de manutenção de linhas de transmissão em todo país, de forma, que estas possam trabalhar de maneira segura, minimizando os riscos de acidentes com os profissionais e, como resultado, também prevenindo a queda de energia na região que é alimentada por estas linhas.

**Palavras chave:** Manutenção, Linhas de transmissão, Alta tensão, Manual prático de treinamento, Segurança do trabalho.

## **ABSTRACT**

The prime objective of this monograph is to provide a process manual that presents the guidelines for maintenance procedures under safe conditions for companies that supply maintenance services for electrical power lines. Due to the ever increasing growth of this sector and the tendency for outsourcing in the area, maintenance services are carried out by smaller and smaller companies, and therefore, with less resources for developing adequate work procedures. Because of the high occupational risks involved in the maintenance activities, we selected the main processes for power line maintenance; identified all the activities needed to carry out the procedures; conducted a risk analysis for each activity; when risk evaluation was considered unacceptable within a defined criteria, we proposed controls to be implemented to minimize, transfer or eliminate such work risks; we also suggested, a criteria for acceptable residual risks. To enable the above activities, we outlined a basic model that could be used and extended, if necessary, to power line maintenance companies all over the country, in such a way, that they are able work in safety, minimizing the risk of accidents, and as a result, also preventing energy outage in the areas supplied by the lines.

**Key Words:** Maintenance, Power Lines, High Tension, Practical Training Manual, Workplace Safety.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01	Passagem molhada	55
Figura 02	Planta baixa do bueiro	58
Figura 03	Vista lateral do bueiro	59
Figura 04	Vista frontal do bueiro	59
Figura 05	Ponte corte AB	60
Figura 06	Ponte corte CD	60
Figura 07	Ponte executada	61
Figura 08	Camaleão	62
Figura 09	Seccionador pré-formado	69
Figura 10	Etapa 1 da aplicação do seccionador pré-formado	70
Figura 11	Etapa 2 da aplicação do seccionador pré-formado	70
Figura 12	Etapa 3 da aplicação do seccionador pré-formado	71
Figura 13	Etapa 4 da aplicação do seccionador pré-formado	71
Figura 14	Aterramento de cerca	72
Figura 15	Subida na Torre utilizando “talabarte em Y”	75
Figura 16	Escalada dos eletricitistas com as cordas	76
Figura 17	Içamento da escada para torre	77
Figura 18	Içamento dos bastões de potencial	78
Figura 19	Instalação de micro amperímetro para medição corrente de fuga	79
Figura 20	Subida do eletricitista ao potencial pela cadeira	79
Figura 21	Subida do eletricitista ao potencial pela escada	80
Figura 22	Instalação jugo lado morto	81
Figura 23	Instalação jugo lado vivo	81
Figura 24	Posicionamento geral de eletricitistas e ferramentais na estrutura	84
Figura 25	Instalação de bastões, berço e moitão	85
Figura 26	Instalação de bastão de equalização	86
Figura 27	Retirada de contrapinos cadeia central	86
Figura 28	Descida de cadeia de isoladores para vertical	87
Figura 29	Instalação de escada auxiliar	88
Figura 30	Subida do berço de ancoragem	89

Figura 31	Deslocamento eletricista ao potencial através da escada auxiliar	90
Figura 32	Contato do eletricista ao potencial através da escada auxiliar	90
Figura 33	Eletricista no potencial nos cabos condutores	91
Figura 34	Instalação berço de ancoragem na cadeia de isoladores	92
Figura 35	Retirada de contrapinos na cadeia de isoladores em ancoragem	92
Figura 36	Deslocamento da cadeia de ancoragem para horizontal	93
Figura 37	Cadeia de isoladores em perfeitas condições	95
Figura 38	Aterramento de cabos para emenda ou corte	120

## **LISTA DE GRÁFICOS**

Gráfico 01 Evolução do consumo em MW médio de 2005 a 2007 das regiões 18  
SE/CO



## LISTA DE TABELAS

Tabela 01	Classificação dos principais riscos ocupacionais em grupos, de acordo com sua natureza e a padronização das cores correspondentes	28
Tabela 02	Modelo de formulário para identificação de perigos, riscos e controles de saúde e segurança ocupacional	41
Tabela 03	Cargas de ruptura e máxima de trabalho para cordas	107
Tabela 04	Distâncias de segurança para aterramento	120

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ATE II	Abengoa Transmissora de Energia II
CIEN	Companhia de Interconexão Energética
CLT	Consolidação das Leis do Trabalho
CO	Centro Oeste
COS	Centro de Operação do Sistema
COTESA	Construção e Saneamento
EI	Notificação de Entrega de Instalação
EPC	Equipamento de Proteção Coletiva
EPI	Equipamento de Proteção Individual
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente
LT	Linha de Transmissão
NBR	Norma Brasileira
NR's	Normas Regulamentadora
ONS	Operador Nacional do Sistema
PTL	Pedido de Trabalho em Linha
PTL LE	Pedido de Trabalho com Linha Energizada
SEP	Sistema Elétrico de Potência
SAGE	Sistema Aberto de Gerenciamento de Energia
SE	Sudeste
SE's	Subestações
SIN	Sistema Interligado Nacional
SSO	Saúde e Segurança Ocupacional

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	17
1.1 OBJETIVO	17
1.2 JUSTIFICATIVAS	17
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	20
2.1 MANUTENÇÃO	20
2.2 SISTEMA ELÉTRICO	23
2.3 LINHAS DE TRANSMISSÃO	24
2.4 MANUTENÇÃO DE LINHAS DE TRANSMISSÃO	26
2.5 TIPOS DE MANUTENÇÃO	26
2.6 ANÁLISE DE RISCO	27
2.6.1 Perigo	29
2.6.2 Risco	30
2.6.3 Análise de risco	32
2.7 GESTÃO ESTRATÉGICA DA MANUTENÇÃO	32
2.7.1 Gestão estratégica	33
2.7.1.1 Gestão estratégica da manutenção	35
2.7.1.2 Manutenção preditiva	36
<b>3 METODOLOGIA</b>	38
3.1 INTRODUÇÃO	38
3.2 ETAPAS PARA REALIZAÇÃO DO TRABALHO	39
3.2.1 Coleta e análise dos dados e documentos das atividades	39
3.2.2 Análise de riscos das atividades	40
3.2.2.1 Orientações para preenchimento da Tabela 1	42
3.2.3 Realização das análises e redação de toda documentação	45
<b>4 INSTRUÇÕES DE SEGURANÇA PARA MANUTENÇÃO EM LINHAS DE TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA</b>	47
4.1 INSPEÇÃO DETALHADA	47
4.1.1 Coordenação dos serviços	48
4.1.2 Recursos necessários	48
4.1.3 Inspeção terrestre	49

4.1.3.1 Pontos a serem verificados	49
4.1.4 <b>Relacionamento com proprietário</b>	52
4.1.5 <b>Resultados esperados</b>	53
4.2 <b>RECUPERAÇÃO ACESSO</b>	53
4.2.1 <b>Recursos necessários</b>	53
4.2.2 <b>Atividades</b>	54
4.2.2.1 Passagem molhada ( a vau )	54
4.2.2.2 Confecção, instalação e reforma de porteiras	55
4.2.2.3 Confecção, instalação e reforma de colchete	56
4.2.2.4 Reforma e instalação de mata-burro	57
4.2.2.5 Bueiro	57
4.2.2.6 Ponte	59
4.2.2.7 Curva de nível ( camaleão)	61
4.2.3 <b>Resultados esperados</b>	62
4.3 <b>SUPRESSÃO VEGETAL TOTAL NO VÃO E ACESSO DA FAIXA DE</b> <b>SERVIDÃO</b>	62
4.3.1 <b>Recursos necessários</b>	62
4.3.2 <b>Atividades</b>	63
4.3.2.1 Identificação do corte seletivo	63
4.3.2.2 Limpeza da faixa, caminhos e acessos	63
4.3.3 <b>Resultados esperados</b>	65
4.4 <b>MANUTENÇÃO SECCIONAMENTO E ATERRAMENTO DE CERCAS</b>	66
4.4.1 <b>Recursos necessários</b>	66
4.4.2 <b>Atividades</b>	67
4.4.2.1 Serviços preliminares	67
4.4.2.2 Tipos de cercas	67
4.4.2.2.1 <b>Cercas paralelas a linhas de transmissão</b>	67
4.4.2.2.2 <b>Cercas Transversais a linhas de transmissão</b>	68
4.4.2.3 Métodos de seccionamento	68
4.4.2.4 Métodos de aterramento	72
4.4.3 <b>Resultados esperados</b>	73
4.5 <b>MANUTENÇÃO EM LINHA ENERGIZADA</b>	73
4.5.1 <b>Recursos necessários</b>	73
4.5.2 <b>Manutenção em linha energizada cadeia de suspensão lateral</b>	75

4.5.2.1 Atividades de trabalho	75
4.5.2.1.1 Instalação do material na torre	76
4.5.2.1.2 Escada auxiliar	77
4.5.2.1.3 Bastões de potencial	78
4.5.2.1.4 Instalação dos equipamentos de medição de corrente de fuga	78
4.5.2.1.5 Subida do eletricitista ao potencial	79
4.5.2.1.6 Jugo lado morto	80
4.5.2.1.7 Jugo lado vivo	81
4.5.3 Retirada e manutenção da cadeia suspensão lateral	82
4.5.3.1 Etapas para retirada da cadeia de isoladores em suspensão lateral	82
4.5.4 Resultados esperados	83
4.6 MANUTENÇÃO EM LINHA ENERGIZADA DE SUSPENSÃO CENTRAL EM "V"	83
4.6.1 Recursos humanos e materiais	83
4.6.2 Atividades	83
4.6.2.1 Instalação do ferramental	83
4.6.2.2 Instalação de bastões, berço e moitão	84
4.6.2.3 Troca de isoladores	85
4.6.3 Resultados esperados	87
4.7 MANUTENÇÃO EM LINHA ENERGIZADA CADEIA DE ANCORAGEM	87
4.7.1 Recursos humanos e materiais	87
4.7.2 Atividades	87
4.7.2.1 Içamento e Instalação do ferramental na torre	87
4.7.2.2 Escada auxiliar	88
4.7.2.3 Manutenção da cadeia de ancoragem	93
4.7.3 Resultados esperados	93
4.8 MANUTENÇÃO EM CABOS CONDUTORES NO PONTO DANIFICADO	94
4.8.1 Recursos humanos e materiais	94
4.8.2 Atividades	94
4.8.2.1 Procedimentos para reparo de cabos condutores	94
4.8.3 Resultados esperados	94
<b>5 PRINCIPAIS PREOCUPAÇÕES DE SEGURANÇA NA</b>	<b>96</b>
<b>MANUTENÇÃO DE LT'S</b>	
5.1 PRÉ-REQUISITOS GERAIS DE SEGURANÇA	99

5.1.1	<b>Pré-requisitos da equipe</b>	99
5.1.2	<b>EPI's a serem utilizados por eletricitas e ajudantes</b>	100
5.2	<b>PROCEDIMENTO GERAL DE SEGURANÇA PARA MANUTENÇÃO COM LINHAS ENERGIZADAS</b>	100
5.2.1	<b>Condições mínimas para execução de manutenção</b>	101
5.2.1.1	Condições meteorológicas para serviço em linha energizada	101
5.2.1.2	Bloqueio de religamento	102
5.2.1.3	Isolamento mínimo para serviço	102
5.2.1.4	Distância de segurança	103
5.2.1.5	Ferramental	103
5.2.1.6	Itens importantes a observar	104
5.2.1.7	EPI's/ EPC's especiais	106
5.2.1.8	Comunicação	107
5.2.1.9	Regras gerais de segurança	108
5.2.1.10	Relacionamento com a gerência de operação de linhas da região	110
5.3	<b>PROCEDIMENTO GERAL DE SEGURANÇA PARA MANUTENÇÃO COM LINHAS DESENERGIZADAS</b>	111
5.3.1	<b>Desenergização</b>	111
5.3.2	<b>Metodologia</b>	114
5.3.2.1	Aterramento temporário	114
5.3.2.2	Relacionamento com a gerência de operação de linhas da região	115
5.3.2.3	Procedimentos para trabalhos de manutenção	116
5.3.2.3.1	<b>Planejamento/Preparação</b>	116
5.3.2.3.2	<b>Considerações iniciais</b>	117
5.3.2.3.3	<b>Localização do aterramento nos casos de trabalhos especiais</b>	118
5.3.2.4	Composição da equipe	118
5.3.2.5	Condições gerais de segurança	118
5.3.2.5.1	<b>Trabalhos sempre entre dois aterramentos</b>	118
5.4	<b>ELABORAÇÃO DAS TABELAS DE ANÁLISE DE RISCO E DEFINIÇÃO DOS CONTROLES A SEREM IMPLANTADOS</b>	121
6	<b>CONCLUSÕES</b>	122
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	124
	<b>BIBLIOGRAFIA CONSULTADA</b>	125

<b>GLOSSÁRIO</b>	126
<b>ANEXO A</b> Relatório de Estatística de acidentes do Setor Elétrico	130
<b>ANEXO B</b> IRPC Identificação de Riscos, Perigos e Controle nas Frentes de Trabalho	132
<b>ANEXO C</b> Planilha de Análise de Riscos e definições de controles	133

# 1 INTRODUÇÃO

Esta monografia apresenta oito procedimentos de trabalho para realização de manutenção em linhas de transmissão elétricas, os quais incluem a análise de perigos e os controles a serem realizados para mitigar os riscos de segurança e saúde ocupacional dos trabalhadores.

## 1.1 OBJETIVOS

Elaborar um manual de procedimentos para manutenção em linhas de transmissão elétricas.

Fornecer subsídios para que as empresas do setor elétrico de energia realizem manutenções seguras em linhas de transmissão.

Comparar a metodologia de identificação de riscos por meio da análise detalhada das atividades de cada processo aos sistemas existentes de identificação de riscos.

## 1.2 JUSTIFICATIVAS

A manutenção de linhas de transmissão, energizadas ou não, oferece muitos perigos para os trabalhadores: eletricidade, transporte, movimentação em terrenos acidentados, animais peçonhentos, insetos transmissores de doenças endêmicas, trabalhos em altura etc., que, para serem minimizados, necessitam do desenvolvimento e adoção de procedimentos e controles claramente definidos.



Além de poder causar lesões, ou até a morte, aos profissionais envolvidos, os acidentes podem indisponibilizar a energia elétrica para a população, podendo acarretar perdas humanas e grandes perdas materiais.

O consumo de energia é alto e está crescendo a cada dia, exigindo sistemas de transmissão e distribuição maiores e mais complexos. As regiões sudeste (SE) e centro oeste (CO) participam com 62% do consumo no Brasil, conforme Gráfico 1, abaixo:

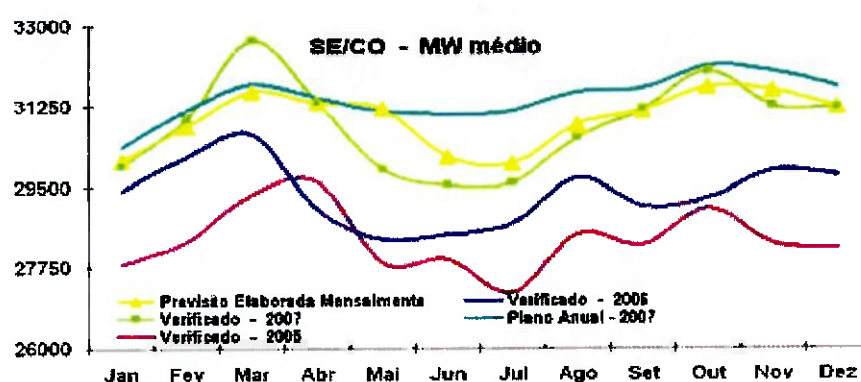


Gráfico 1 - Evolução do consumo em MW médio de 2005 a 2007 das regiões SE/CO

Fonte ONS – Operador Nacional do Sistema

Raramente a contratação dos operários para construção e operação das linhas de transmissão é feita pelos vencedores das concorrências lançadas pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Uma grande quantidade de subcontratados é utilizada e, na maioria das vezes, estas empresas não possuem estrutura para treinamento de pessoal e estrutura para elaboração de procedimentos de trabalho.

Nas estatísticas dos últimos 23 anos (ANEXO A), a taxa de mortalidade na construção de linhas de transmissão é maior do que nas atividades industriais como a fabricação de explosivos, a construção e reparo de embarcações e a produção de ferro gusa (é o produto imediato da fundição do minério de ferro com carvão e calcário, em um alto forno), que o senso comum associa a risco de morte. Nos últimos 23 anos, a maior taxa de mortalidade do setor elétrico

identificada, pertence aos 212 quilômetros da linha Marimbondo - Itumbiara, entre as divisas dos estados de Minas Gerais com São Paulo e Goiás.

“Nas obras de construção das linhas de transmissão de Furnas Centrais Elétricas, no período de 1980 a 2003, **53** pessoas morreram, **43** pessoas sofreram ferimentos graves, houve em média **uma morte** e um **trabalhador inválido** a cada 108 quilômetros de rede construída, somente durante a montagem de torres ocorreram 16 mortes.” (ROCHA, LUIZ CARLOS LUMBRERAS, Jornal Estado de Minas, 21 de março de 2004)

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 MANUTENÇÃO

O conceito de manutenção possui diversos enfoques. Alguns o apresentam como uma tarefa ou atividade, outros como um processo. Seguindo a primeira linha, Slack et al. (1997) definem manutenção como “[...] o termo usado para abordar a forma pela qual as organizações tentam evitar as falhas cuidando de suas instalações físicas”. A manutenção constitui, também, um fator importante de grande parte das atividades de produção, uma vez que toma parte considerável do tempo e atenção dos administradores e, sem ela, os processos produtivos correm o risco de serem interrompidos. Ainda conforme os autores, são inúmeros os benefícios proporcionados pela manutenção, dentre eles pode-se citar:

#### **a) Melhoria da segurança**

Instalações bem mantidas apresentam um menor desvio no comportamento previsto e proporcionam menores riscos.

#### **b) Aumento da confiabilidade**

Menor tempo perdido com reparos e redução de custos devidos à interrupção da produção.

#### **c) Maior qualidade**

Melhor desempenho dos equipamentos que se comportam segundo um padrão determinado, não comprometendo a qualidade dos produtos ou serviços.

#### **d) Tempo de vida mais longo**

Redução de desgastes, deterioração e outros, que podem reduzir o tempo de vida das instalações.

#### **e) Custos de operação mais baixos**

Instalações que recebem manutenção regularmente funcionam de forma mais eficiente e reduzem os custos de operação.

Fabro (2003) prefere relacionar a manutenção a um processo, cujo desempenho depende: 1) da documentação técnica (elaborada com base na recomendação dos fabricantes dos equipamentos); 2) do acúmulo de conhecimento da equipe de manutenção, que facilita a ação, em situações que exigem decisões rápidas e precisas; 3) da engenharia de manutenção; 4) de um responsável pelo gerenciamento das ferramentas; 5) de atualização técnica de sistemas, processos e equipamentos; 6) da informatização que, para ele, permite a interligação do setor com as demais áreas da empresa; 7) do planejamento da manutenção, que envolve todos os fatores citados anteriormente e, principalmente, 8) treinamento e aprimoramento técnico dos trabalhadores, para acompanhamento das contínuas mudanças tecnológicas.

Contudo, a própria atividade de manutenção está sujeita a erros. A fim de mitigá-los, Fabro (2003) sugere a melhoria nas condições de trabalho, aprimoramento das ferramentas e equipamentos utilizados nos reparos, planejamento bem elaborado e treinamento dos executores das tarefas.

A recomendação de um planejamento bem elaborado desperta, para a percepção estratégica da manutenção, uma vez que como afirma Pinto (2001 apud <sup>1</sup>FABRO, 2003), "Para a manutenção contribuir efetivamente para que a empresa caminhe rumo a excelência empresarial é preciso que sua gestão seja feita com uma visão estratégica".

Assim, mais do que a preocupação com os aspectos técnicos da atividade, a manutenção envolve o alcance das metas da organização que a realiza,

---

<sup>1</sup> Apud: palavra latina usada para citações indiretas (citação de documentos que não foram obtidos diretamente, mas através de outras obras)

constituindo uma atividade de grande relevância para a administração da produção.

Já Slack et al. (1997) descrevem a manutenção como o cuidado despendido pelas organizações na tentativa de evitar que falhas ocorram em suas instalações. Esse cuidado pode ser alcançado utilizando três abordagens distintas:

a. **Manutenção corretiva**

Realizada após a falha ter ocorrido, podendo ser empregada quando as falhas não são catastróficas nem tão freqüentes.

b. **Manutenção preventiva**

Procura eliminar ou mitigar as probabilidades de falhas, sendo realizada em intervalos planejados e aplicada quando as falhas decorrentes são consideradas mais sérias.

c. **Manutenção preditiva**

Realizada conforme as necessidades das instalações, a partir da monitoração dos componentes do sistema.

Para a manutenção preventiva, Riggs (1976) ressalta que “o problema é saber se a manutenção preventiva é mais econômica do que fazer reparos à medida que são necessários e, se for mais econômica, qual a freqüência das manutenções mais importantes”.

Geralmente as manutenções combinam os tipos de abordagens apresentadas pelos autores. Atualmente essas abordagens têm como meta a prevenção de defeitos, ou seja, utilização de manutenções preditivas e/ou preventivas.

## 2.2 SISTEMA ELÉTRICO

O sistema elétrico é um conjunto de usinas, subestações, linhas de transmissão e outros equipamentos que possibilitam a geração, transmissão e distribuição de energia elétrica em uma área específica.

A energia elétrica é gerada em usinas classificadas conforme os recursos que utilizam: hidroelétrica, termoelétrica, eólica, nuclear etc. Devido a motivos de segurança para a população, condições naturais e instalações físicas, essas usinas dificilmente se localizam próximas às regiões consumidoras. Assim, é necessário que a energia percorra longas distâncias, a partir das usinas geradoras, onde o nível de tensão é elevado (subestação elevadora) para valores muito mais altos, o que possibilita a transmissão com menores perdas.

A energia chega às subestações de empresas distribuidoras que, por sua vez, reduzem o nível de tensão para níveis mais seguros para o consumo (indústrias usam média tensão de até 15 kV e residências usam tensões abaixo de 600 Volts).

A geração de energia elétrica no Brasil é predominantemente hidráulica, devido ao seu relevo e ao grande número de rios caudalosos capazes de gerar energia em grande escala. Quando as usinas hidroelétricas não são suficientes, usinas térmicas complementam as necessidades de energia do país.

Pela dimensão territorial do sistema elétrico brasileiro, torna-se imprescindível discorrer sobre o Operador Nacional do Sistema - ONS. O ONS é uma entidade privada sem fins lucrativos, criada em 26 de agosto de 1998, responsável pela coordenação e controle da operação das instalações de geração e transmissão de energia elétrica no Sistema Interligado Nacional - SIN, sob a fiscalização e regulação da Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL (ONS, 2005).

A produção de energia elétrica no Brasil é realizada por um sistema de múltiplos proprietários, sendo que 96,6% dessa produção está integrada ao SIN, órgão

formado pelas empresas das regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste, Nordeste e parte da região Norte. Os 3,4% restantes, fora do SIN, encontram-se em pequenos sistemas localizados principalmente na região amazônica (ONS, 2005).

O mercado consumidor nacional é composto por cerca de 47 milhões de unidades, sendo que 56% localizam-se nas regiões sudeste e centro-oeste, 22% na região nordeste, 15% na região sul, 5% na região norte e 2% em sistemas isolados (ONS, 2005).

O Sistema de Transmissão Interligado Nacional é composto por 77.640 km de linhas de transmissão e por 530 usinas e subestações (ONS, 2005).

## 2.3 LINHAS DE TRANSMISSÃO

As linhas de transmissão são formadas por cabos condutores de energia elétrica e por torres e isoladores que sustentam esses cabos. As linhas de transmissão precisam ter a maior eficiência possível, a qual depende de parâmetros físicos tais como indutância, capacitância (propriedade de um circuito elétrico ou dois circuitos vizinhos, que determina a força eletromotriz que é induzida num dos circuitos, por uma determinada variação de corrente elétrica, no outro), velocidade de propagação de onda, constante de fase, entre vários outros.

A atividade de manutenção em linhas de transmissão é regulamentada e controlada pelo ONS. Para um melhor desempenho do sistema elétrico nacional, foram criados os "Procedimentos de Rede" referentes ao "Acompanhamento da Manutenção dos Sistemas Elétricos", para padronizar a operação e proporcionar um fornecimento de energia elétrica nos níveis e padrões de qualidade e confiabilidade, requeridos pelos consumidores e aprovados pela ANEEL (ONS, 2005). Conforme o documento citado, consideram-se os agentes de geração e transmissão responsáveis pela manutenção dos mesmos.

Para que os níveis e padrões de qualidade requeridos sejam alcançados, é necessário que as atividades de manutenção realizadas pelos agentes, nos equipamentos e instalações da rede de operação, garantam a qualidade e a confiabilidade da operação, nas condições nominais de projeto ou naquelas previamente acordadas com o ONS, dentro dos padrões de desempenho homologados pela ANEEL.

Neste contexto, o acompanhamento da manutenção exercido pelo ONS consiste em:

- a) Análise dos dados obtidos em ensaio operacional conduzido pelo ONS, destinada à certificação da capacidade de geração de unidade geradora declarada pelo Agente de Geração.
- b) Liberação de equipamentos e instalações da Rede de Operação, destinados às atividades mínimas de manutenção previstas pelos Agentes de Geração e Agentes de Transmissão.
- c) Verificação da execução das atividades mínimas de manutenção e análise dos indicadores de realização e do cancelamento das programações, por meio de acompanhamento dos Programas Mensais e do Plano Anual de Manutenção da Rede de Operação.
- d) Acompanhamento do desempenho da manutenção da Rede de Operação, por meio da análise dos indicadores de desempenho de linhas de transmissão, de equipamentos de subestações e de usinas, informações estas despachadas pelo ONS.
- e) Atuação nos casos em que os indicadores de desempenho estejam situados dentro da faixa de alerta definida pela ANEEL, solicitando ao Agente um Plano de Ação, para a recuperação desses indicadores e o acompanhamento dos resultados deles decorrentes.



## 2.4 MANUTENÇÃO DE LINHAS DE TRANSMISSÃO

O trabalho de manutenção das linhas de transmissão é dividido em três aspectos principais: manutenção do terreno onde estão instaladas as torres, manutenção das torres e manutenção dos cabos condutores.

## 2.5. TIPOS DE MANUTENÇÃO

Utilizam-se as manutenções: a) corretiva, b) preditiva ou c) preventiva, dependendo da necessidade.

a) A manutenção corretiva normalmente é decorrente de fenômenos naturais como vendavais, por exemplo: acidentes ou falhas nos cabos ou torres, podendo provocar interrupção no fornecimento de energia elétrica.

b) A manutenção mais empregada em linhas de transmissão é a preditiva, que determina, após as inspeções gerais e específicas, a necessidade de substituição de componentes, cadeias isoladoras, parafusos e peças metálicas das torres.

Existem casos de manutenções preditivas mais complexas, que utilizam instrumentos de medição específicos, como no caso de torres estaiadas (estrutura ancorada no chão por cabos de aços), nas quais os cabos de sustentação da torre precisam estar tencionados com pressão especificada. Os cabos de diferentes torres não perdem a pressão de forma regular, o que torna impossível estabelecer uma periodicidade padrão de retencionamento, sendo necessária a constante verificação deste componente.

Pontos de contato, com temperaturas acima do normal, gerados pela passagem de corrente, são detectados com a utilização de um termovisor (filmadora sensível a raios infravermelhos, que permite a visão de pontos quentes) e representam riscos para a sustentação das linhas e, portanto, devem ser corrigidos. Outros

instrumentos medem ruído, resistência de aterramento e campo elétrico, que podem indicar a necessidade de substituição de cabos, pára-raios, isoladores, conversores etc.

c) Manutenções preventivas raramente são aplicadas diretamente nos componentes da linha. Um exemplo de manutenção preventiva é a poda de árvores e limpeza de faixa, realizada anualmente.

## 2.6 ANÁLISE DE RISCO

Existem controvérsias entre os conceitos das palavras “risco” e “perigo”, no Brasil. Neste trabalho, faz-se uso do conceito usual, que hoje é utilizado, em geral, pelas organizações. Porém, é importante esclarecer que as duas palavras podem ter seus sentidos invertidos, devido ao fato de o sentido inverso ser utilizado pelas normas regulamentadoras, as NR's, e, conceitualmente, ser o correto, devido ao fato de a tradução (do inglês para o português) que melhor expressa o sentido de *danger* ser perigo e, da mesma maneira, o sentido da palavra *risk* ser risco. As empresas adotaram o vocabulário oriundo de traduções imprecisas.

Neste trabalho, entende-se a palavra “perigo” como fonte potencial de dano, e a palavra “risco” como função da probabilidade de ocorrência de um perigo e de sua possível gravidade. A NR 9 – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais define “risco” (conforme citação abaixo) como os agentes capazes de causar danos à saúde do trabalhador, e não como efeitos, e a Portaria 25 SSST, conforme tabela 1, confirma este conceito.

Subitens da NR 9 relativos ao conceito de risco para saúde e segurança do trabalhador:

9.1.5. Para efeito desta NR, consideram-se riscos ambientais os agentes físicos, químicos e biológicos existentes nos ambientes de trabalho que, em função de sua natureza, concentração ou intensidade e tempo de exposição, são capazes de causar danos à saúde do trabalhador.

9.1.5.1. Consideram-se agentes físicos as diversas formas de energia a que possam estar expostos os trabalhadores, tais como: ruído, vibrações, pressões anormais, temperaturas extremas, radiações ionizantes, radiações não ionizantes, bem como o infra-som e o ultra-som.

9.1.5.2. Consideram-se agentes químicos as substâncias, compostos ou produtos que possam penetrar no organismo pela via respiratória, nas formas de poeiras, fumos, névoas, neblinas, gases ou vapores, ou que, pela natureza da atividade de exposição, possam ter contato ou ser absorvido pelo organismo através da pele ou por ingestão.

9.1.5.3. Consideram-se agentes biológicos as bactérias, fungos, bacilos, parasitas, protozoários, vírus, entre outros.

**Tabela 1 – Classificação dos Principais Riscos Ocupacionais em Grupos, de Acordo com sua Natureza e a Padronização das Cores Correspondentes.**

<b>Grupo 1 Verde</b>	<b>Grupo 2 Vermelho</b>	<b>Grupo 3 Marrom</b>	<b>Grupo 4 Amarelo</b>	<b>Grupo 5 Azul</b>
Riscos físicos	Riscos químicos	Riscos Biológicos	Riscos ergonômicos	Riscos de acidentes
Ruídos	Poeiras	Vírus	Esforço físico intenso	Arranjo físico inadequado
Vibrações	Fumos	Bactérias	Levantamento e transporte manual de peso	Máquinas e equipamentos sem proteção
Radiações ionizantes	Névoas	Protozoários	Exigência de postura inadequada	Ferramentas inadequadas ou defeituosas
Radiações não ionizantes	Neblinas	Fungos	Controle rígido de produtividade	Iluminação inadequada
Frio	Gases	Parasitas	Imposição de ritmos excessivos	Eletricidade
Calor	Vapores	Bacilos	Trabalho em turno e noturno	Probabilidade de incêndio ou explosão
Pressões anormais	Substâncias, compostos ou produtos químicos		Jornadas de trabalho prolongadas	Armazenamento inadequado
Umidade			Monotonia e repetitividade	Animais peçonhentos
			Outras situações causadoras de stress físico e/ou psíquico	Outras situações de risco que poderão contribuir para a ocorrência de acidentes

Fonte: anexo IV – da Portaria 25 SSST, de 29.12.94

### 2.6.1 Perigo

“Perigo” é usualmente entendido como uma fonte potencial de dano, sendo o dano uma lesão física ou prejuízo à propriedade ou ao meio ambiente. Como exemplos de perigos pode-se citar: matéria prima que pode romper, trincar, quebrar; montagens que podem desparafusar, soltar; máquinas e equipamentos que podem parar, deixar de funcionar, insetos que podem picar, sol que pode queimar, etc. As NR's conceituam perigo como sendo a consequência do risco, portanto, infecção, morte e fraturas são consideradas perigos.

Abaixo, seguem alguns exemplos do entendimento usual de “perigo”, no Brasil, e o conceito de perigo utilizado nesta monografia:

- ✓ Uma situação de ameaça; fonte ou situação que pode causar dano (materiais, máquinas, equipamentos e meio ambiente) ou lesão (pessoas) (Wikcionário). Disponível em:  
< [pt.wiktionary.org/wiki/perigo](http://pt.wiktionary.org/wiki/perigo) >. Acesso em: 29 jun. 2008.
- ✓ Fonte ou situação com potencial para o dano, em termos de lesões ou ferimentos para o corpo humano ou de danos para a saúde, para o patrimônio, para o ambiente do local de trabalho, ou uma combinação destes (Asal Assistência Médica do Trabalho). Disponível em:  
< [www.asal-medicina.com.pt/glossario.html](http://www.asal-medicina.com.pt/glossario.html) >. Acesso em: 29 jun. 2008.
- ✓ Agente biológico, químico ou físico, presente no alimento que pode causar prejuízo para a saúde (Matosinho Mar a Mesa). Disponível em:  
<[www.maramesa.wiremaze.com/PageGen.aspx](http://www.maramesa.wiremaze.com/PageGen.aspx)>. Acesso em 29 jun. 2008.

Abaixo seguem algumas definições alinhadas com o entendimento apresentado pelas NR's:

- ✓ Possibilidade de que ocorra um acidente (Luis Avelar Dicionário de Montanha e Escalada). Disponível em:  
<luis-avelar.planetaclix.pt/dicionario/dicio\_p.htm >. Acesso em 29 jun. 2008.
- ✓ É a exposição a determinado risco, inerente a atividade, no qual existe iminência da ocorrência de acidente, que pode causar danos (Qualitá Segurança e Saúde Ocupacional). Disponível em:  
< www.qualitaocupacional.com.br/>. Acesso em 29 jun. 2008.

#### 2.6.2 Risco

O conceito de risco, em geral nas organizações privadas e neste trabalho, está relacionado a incerteza e variabilidade, em função da probabilidade de ocorrência de um perigo e de sua gravidade. O risco é considerado a combinação dos seguintes componentes:

- ✓ Probabilidade de ocorrência de dano, ou seja, segundo a importância do dano em si.
- ✓ Consequências do dano criado, ou seja, a amplitude da gravidade deste dano.

A probabilidade de que um evento indesejado ocorra é a chance de um determinado perigo ocorrer, pode-se citar como exemplo, a ocorrência de um furacão pode apresentar 1%, 5% ou 10% de chance de ocorrer na cidade de São Paulo. Em situações apropriadas, nas quais os dados adequados estiverem disponíveis, podem-se quantificar níveis de probabilidade. Os níveis também podem ser descritivos como: inacreditável, improvável, remoto, ocasional, provável, freqüente e outros. Três abordagens são empregadas, geralmente para

estimar probabilidades: uso de dados históricos relevantes, previsão de probabilidades utilizando técnicas analíticas ou de simulação e uso do julgamento de especialistas.

A gravidade é entendida como a medida das possíveis conseqüências de um perigo. Na realidade, os conceitos são contínuos, contudo, na prática, vários níveis discretos podem ser utilizados. Normalmente decidimos por uma divisão em categorias, como: desprezível, marginal, crítico, sério, catastróficos, etc., as quais vão nos indicar a dimensão do dano.

A estimativa de risco deve examinar os eventos e circunstâncias iniciais, a seqüência de eventos relacionados a elas, as características atenuantes e a natureza, e a freqüência das possíveis conseqüências nocivas dos perigos identificados. É recomendado que os riscos sejam expressos em termos que facilitem a tomada de decisões referentes ao controle de risco.

É importante que, na análise dos riscos, seus componentes, ou seja, a probabilidade e a gravidade sejam analisados separadamente.

Vários métodos podem ser utilizados para se fazer uma estimativa de risco. A estimativa de risco quantitativa é possível quando os dados adequados estiverem disponíveis. Os métodos de estimativa de risco quantitativos podem incluir meramente a adaptação de um método quantitativo ou uma abordagem alternativa, pode ser apropriada.

Os trabalhadores, durante suas atividades laborais, estão sujeitos a muitos tipos de riscos: lesões, doenças, morte, problemas ergonômicos, etc.

Exemplos de entendimento usual de risco no Brasil e o utilizado nesta monografia:

- ✓ Combinação da probabilidade de um evento e de suas conseqüências [ABNT ISO/IEC Guia 73:2005] (Portal do Governo de Pernambuco).  
Disponível em:

< [www2.ati.pe.gov.br/c/portal/layout](http://www2.ati.pe.gov.br/c/portal/layout)>. Acesso em: 29 jun. 2008.

- ✓ Possibilidade de um acontecimento inesperado e externo, causador de danos materiais ou corporais. As características que definem o risco são: incerto ou aleatório, possível, concreto, lícito, fortuito e quantificável (Dicionário do Seguro do Automóvel). Disponível em: <[www.termo.com.br/glossario.htm](http://www.termo.com.br/glossario.htm)>. Acesso em: 29 jun. 2008.
- ✓ Probabilidade de que uma situação física com potencial de causar danos (PERIGO) possa acontecer, em qualquer nível, em decorrência da exposição durante um determinado espaço de tempo a essa situação. (Embrapa Uva e Vinho Sistemas de Produção, 1ISSN 1678-8761 Versão Eletrônica. Jan./2003). Disponível em: <[www.cnpuv.embrapa.br/publica/sprod/ProducaoIntegradaMaca/glossario.h](http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/sprod/ProducaoIntegradaMaca/glossario.htm)tm >. Acesso em: 29 jun. 2008.

Definição alinhada com o entendimento apresentado pelas NR's:

- ✓ É uma variável ou conjunto de variáveis, inerentes ao serviço, que podem gerar condições de trabalho suscetíveis de causar danos materiais e/ou lesões (Qualitá Segurança e Saúde Ocupacional. Disponível em: < [www.qualitaocupacional.com.br/](http://www.qualitaocupacional.com.br/)>. Acesso em: 29 jun. 2008.

### 2.6.3 Análise de risco

A análise de risco é a utilização sistemática de informações disponíveis para identificar perigos e estimar riscos. No processo de análise de riscos normalmente se vai mais longe: são identificados os perigos, estimados e avaliados os riscos (frequência e gravidade) e são definidos os controles a serem aplicados, a fim de mitigar, eliminar ou transferir os riscos identificados a fim de aumentar a garantia

de segurança e saúde ocupacional dos trabalhadores. Diz-se “aumentar a segurança”, pois a eliminação completa de um risco nem sempre é viável e há que se conviver com riscos residuais. Esses riscos residuais devem ser tais que os profissionais envolvidos os considerem aceitáveis.

## 2.7 GESTÃO ESTRATÉGICA DA MANUTENÇÃO

### 2.7.1 Gestão estratégica

A competitividade, em um mercado globalizado, é um desafio permanente para todas as empresas. Uma das “ferramentas” para sustentar essa capacidade é a gestão estratégica. Gestão estratégica é um processo cuja responsabilidade deve ser atribuída à alta administração, entretanto, deve ser compartilhado com gerências e processos, para que o planejamento e a execução sejam realizados segundo o mesmo direcionamento, em todas as atividades da organização.

A gestão estratégica deveria ser implantada por todas as organizações, pois, por meio dela, a organização pode manter seus processos em direção a seus grandes objetivos, isso significa: trabalhar sempre no sentido de se conseguir atingir os objetivos e metas propostos. Para adotá-la, porém, é necessário conhecimento, vontade e persistência.

A organização que almeja a implantação de uma gestão estratégica deve, primeiramente, realizar um planejamento estratégico, definir seus valores, sua missão e sua visão de futuro, e então identificar seus grandes objetivos. Os objetivos da organização determinam o rumo a ser seguido a longo prazo. Eles são um guia para a condução dos negócios e orientam as diretorias, departamentos, setores e processos da organização, quando é necessário tomar uma decisão.



Portanto, gestão estratégica significa dirigir a organização no que diz respeito a decisões e ações alinhadas a seus objetivos estratégicos, buscando garantir que recursos humanos e materiais sejam alocados em processos e atividades que conduzam a organização para ao êxito em seus objetivos de negócio.

É importante que a saúde e segurança do trabalho estejam completamente integradas a toda a organização e em todas as atividades, independente do tamanho ou da natureza de sua atividade, e isso só vai ocorrer se a organização considerar SSO em suas estratégias.

BENITE (2004) descreve que ao se estruturar para a implementação da política de gestão efetiva de saúde e segurança do trabalho, a organização deve tomar ações para assegurar que as atividades sejam realizadas de forma segura e em conformidade com os requisitos definidos, ou seja, identificando as operações e atividades associadas a riscos e programando medidas de controle.

Para garantir que a estratégia definida pela organização seja realmente implementada, a organização deve delegar responsabilidades às lideranças, deve também, assegurar que elas tenham a necessária autoridade para desempenhar suas responsabilidades e para alocar nos processos de trabalho recursos compatíveis com a natureza de seus riscos ocupacionais.

Somente uma gestão que considere SSO em suas estratégias irá, realmente, conseguir que controles sejam implementados e, quando necessário, procedimentos operacionais que orientem os profissionais envolvidos nestes controles, sejam elaborados e difundidos, inclusive para terceiros que atuem em seus processos, e que todos os profissionais realizem o planejamento de todas as atividades de forma a eliminar ou a reduzir, na sua origem, os riscos de saúde e segurança no trabalho.

### 2.7.1.1 **Gestão estratégica da manutenção**

Quando uma organização elabora seu planejamento estratégico, ela deve considerar não apenas os processos vitais, isto é, aqueles diretamente relacionados à entrega de produtos e serviços aos clientes, mas, também, os processos de suporte, entre os quais os processos de manutenção, quando, é claro, o próprio produto da empresa não for a manutenção, pois se for, o mesmo será um processo vital para a organização.

A realização de uma manutenção com qualidade implica em considerar os objetivos da organização, desdobrados para este processo, considerando a importância de se manter a infra-estrutura operando em níveis de qualidade aceitáveis, de forma a garantir a entrega do produto ou serviço dentro dos requisitos acordados com os clientes. Portanto, o processo de manutenção deve basear-se em objetivos bem claros, a fim de definir e priorizar as suas ações, como, por exemplo, a aquisição e a alocação de recursos e a definição do plano de manutenção. É necessário que as lideranças dos processos de manutenção saibam qual é o nível de falha aceitável, para que se possa determinar a periodicidade e o tipo de manutenção a ser realizada em cada equipamento ou instalação.

Deve-se também considerar a utilização de sistemas de gestão para orientar e controlar os processos de manutenção, de forma que eles realmente ocorram dentro do previsto e planejado, pois não basta ter objetivos, é preciso monitorar se estes objetivos estão sendo atingidos, e em que grau, e, se não estiverem, devem-se realizar ações corretivas e preventivas para colocar os processos alinhados com as necessidades estratégicas da organização.

Quando se falar de manutenção estratégica em linhas de transmissão elétricas, há que se considerar a importância da continuidade do fornecimento de um produto fundamental para a existência das pessoas e das organizações, que é a energia elétrica. Paradas de linha são defeitos que devem ser evitadas a todo

custo, e os processos de manutenção vão fazer toda a diferença na garantia da operação.

#### 2.7.1.2 Manutenção preditiva

A premissa da manutenção preditiva é tal que o monitoramento regular das condições dos equipamentos e instalações assegurará o maior intervalo possível entre os reparos. Esse monitoramento pode ser realizado tanto através de inspeções visuais, quanto por monitoramento (medição) de características específicas de equipamentos ou sistemas, como, por exemplo, o monitoramento de temperatura em equipamentos e cabos, que pode dizer muito sobre as condições de trabalho, às quais eles estão submetidos, e em relação ao tempo de vida que ainda lhes resta.

A manutenção preditiva não substitui os métodos tradicionais de manutenção, entretanto, esta filosofia é uma valiosa adição para se constituir um abrangente plano estratégico de manutenção. Ao passo que os programas tradicionais de manutenção se baseiam em serviços de resposta rápida a falhas inesperadas, um programa de manutenção preditiva programa tarefas específicas de manutenção, somente quando elas forem de fato necessárias. A manutenção preditiva não elimina os programas tradicionais, preventivos e corretivos, porém, a manutenção preditiva pode reduzir o número de falhas inesperadas, bem como fornecer uma ferramenta de programação mais confiável para tarefas rotineiras de manutenção preventiva. Ela também minimizará o número e o custo de paradas não programadas, criadas por falhas, e melhorará a disponibilidade global do sistema de transmissão em linhas de alta tensão.

A inclusão da manutenção preditiva em um plano de manutenção irá aumentar a disponibilidade do sistema e reduzirá o custo da manutenção. Na realidade, a manutenção preditiva pode ser vista como um programa de manutenção preventiva acionada por condição, por exemplo, em função da temperatura de trabalho de determinado equipamento. São muitos os seus benefícios:

- ✓ Redução dos custos de manutenção;
- ✓ Redução de falhas;
- ✓ Redução de estoque de peças sobressalentes;
- ✓ Redução de horas extras para manutenção;
- ✓ Redução do tempo de parada dos sistemas;
- ✓ Aumento na vida útil das instalações;
- ✓ Aumento da produtividade;
- ✓ Aumento dos lucros.

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1 INTRODUÇÃO

Este trabalho definiu as melhores práticas nos processos de manutenção em linhas de transmissão de energia elétrica, cobrindo lacunas bibliográficas sobre o assunto, sendo que é de ordem qualitativa, pois interpreta procedimentos de manutenção de linhas de transmissões do ponto de vista dos autores, e também é descritivo, por descrever as particularidades dos processos analisados, em consonância com os objetivos propostos.

Os processos e atividades de manutenção de linhas de transmissão foram identificados e documentados, a partir de entrevistas com os profissionais que realizam as atividades, e de observações durante as atividades. Os processos de manutenção analisados referem-se a:

- ✓ Inspeção visual detalhada;
- ✓ Supressão vegetal total, vão e acesso;
- ✓ Recuperação de acesso;
- ✓ Seccionamento e aterramento de cercas;
- ✓ Isoladores em linha energizada, com cadeia de suspensão lateral;
- ✓ Isoladores em linha energizada, com cadeia de suspensão central;
- ✓ Isoladores em linha energizada, com cadeia de ancoragem; e
- ✓ Cabos condutores.

Além dos processos indicados acima, foram estruturados dois procedimentos gerais para identificar quais as atividades que devem ser realizadas, para manutenção em linhas energizadas e em linhas desenergizadas.

Foi utilizada como referência uma empresa brasileira, que do ponto de vista dos autores apresenta um alto padrão de qualidade e segurança na realização de seus processos de manutenção, a qual, a partir daqui, chamaremos de Empresa

Padrão. A Empresa Padrão tem contratos de manutenção que totalizam aproximadamente 2600 km de linhas de transmissão, distribuídas nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Distrito Federal, Goiás, Tocantins, Maranhão, Piauí e Bahia.

### 3.2 ETAPAS PARA REALIZAÇÃO DO TRABALHO

Identificamos 3 etapas de trabalho, a partir do momento que os objetivos do projeto foram definidos:

- ✓ Coleta e análise de dados e documentação das atividades;
- ✓ Análise de risco das atividades;
- ✓ Realização das análises e redação de toda documentação.

As etapas acima são detalhadas nos itens abaixo.

#### 3.2.1 Coleta e análise dos dados e documentação das atividades

Para a busca dos dados foram analisados vários documentos, tais como: especificações técnicas, normas regulamentadoras do Ministério do Trabalho, convenções do trabalho da Organização internacional do Trabalho - OIT, acordos sindicais e procedimentos de manutenção utilizados pela Empresa Padrão. Foram, também, observadas as atividades de manutenção "in loco" e, ainda, entrevistas foram realizadas com os responsáveis pelos processos de manutenção de linhas de transmissão.

Foram identificados todos os processos necessários para a realização de manutenção em linhas de transmissão elétrica, entre os quais, foram escolhidos os oito processos considerados mais importantes, no sentido de, ao serem analisados e documentados, tais processos seriam suficientes, como base para a

realização dos trabalhos e para o desenvolvimento de outros procedimentos. Cada processo foi estudado e documentado e para cada um, foram realizadas análise de riscos e definição de controles. Os processos selecionados e analisados foram aqueles citados no item 3.1 acima.

Este material é genérico e pode ser utilizado por grandes e pequenas empresas, desde que os profissionais envolvidos (gerentes, supervisores, líderes, eletricitas e auxiliares) sejam competentes para a realização das atividades, isto é, que tenha a formação, experiência, treinamentos e habilidades necessárias e que o cronograma de atividades definido pela equipe seja adequado aos trabalhos.

### **3.2.2 Análise de riscos das atividades**

A identificação dos perigos é uma tarefa contínua, a partir da qual devem ser realizadas segundo os itens abaixo:

- ✓ Determinação dos riscos potenciais das atividades sobre o ser humano;
- ✓ Identificação potencial de exposições legais, regulamentares e comerciais na área de saúde e segurança ocupacional que possam afetar a empresa;
- ✓ Ponderação das preocupações de Saúde e Segurança Ocupacional – SSO;
- ✓ Identificação de controles para mitigar;
- ✓ Revisão das preocupações de SSO; e
- ✓ Aceitação dos riscos residuais, ou não, pelos donos dos processos.

Sempre que os riscos residuais não forem aceitos, novos controles devem ser identificados, até a sua aceitação pelos donos dos processos.

Para facilitar a análise de risco foi desenvolvida a Tabela 1, cujo preenchimento será apresentado a seguir, e o formulário IRPC – Identificação de Riscos, Perigos e Controles nas Frentes de Trabalho (ANEXO B).

Para cada processo selecionado foram listadas as respectivas atividades, na Tabela 1, e a análise de risco foi realizada para todos os perigos e riscos identificados em cada atividade. A seguir, para facilitar aos profissionais a atualização e a utilização da Tabela 1, todas as tabelas foram consolidadas em uma única, na qual todas as atividades identificadas foram apontadas uma única vez, desta forma, foi construída a Tabela 1 consolidada (ANEXO C).

Como cada processo inclui apenas parte das atividades listadas e analisadas na Tabela 1 consolidada, foi elaborado o formulário IRPC – Identificação de Riscos, Perigos e Controles nas Frentes de Trabalho (ANEXO B), no qual os processos foram listados e para cada um deles foi identificado o conjunto de atividades que o compõe.

As equipes de trabalho, de posse da Tabela 1 consolidada (ANEXO C) e do formulário IRPC, devem, antes da realização de cada processo, proceder do seguinte modo: avaliar os perigos existentes, já identificados, verificar se todos os controles estão planejados e sendo realizados, avaliar se mais algum perigo está se apresentando, devido a situações específicas que estão ocorrendo no momento, e que não foram consideradas como um perigo na Tabela 1 consolidada.

Quando um novo perigo é identificado, os controles necessários, para este caso devem ser incluídos na Tabela 1, e todo processo de análise de risco deve ser realizado. Os controles necessários para mitigar os riscos devido àquele perigo específico, devem ser identificados e realizados, a fim de garantir a segurança da equipe de trabalho. Caso os controles não sejam possíveis, as atividades devem ser interrompidas até que a liderança tenha tomado as ações necessárias.

Tabela 2 – Modelo de Formulário para “Identificação de Perigos, Riscos e Controles de Saúde e Segurança Ocupacional”

Atividade	Condições de Operação	Perigos	Legislação	Riscos	Preocupações de SSO				Controles	Preocupações de SSO revisão 1				Aceito? S/N
					S	A	F	P		S	A	F	P	
					E	B	R	R		E	B	R	R	
					V	R	E	O		V	R	E	O	
1	2	3	4	5	6.1	6.2	6.3	6.4	7	8.1	8.2	8.3	8.4	9



### 3.2.2.1 Orientações para preenchimento da Tabela 1

#### a) Campo 1 - Atividades

Na primeira fase, quando a análise é realizada para um determinado processo o nome das atividades constituintes desse processo deve ser indicado, uma atividade por linha, de modo a formar uma lista.

Na segunda fase, quando todas as tabelas são consolidadas em uma única tabela, cada atividade deve ser identificada apenas uma vez, devendo constar as atividades 1, 2, 3 etc., listadas.

#### b) Campo 2 - Condições de Operação

Deve ser indicado “N” ou “A” normal ou anormal:

b1) Situação normal: condição de operação que está de acordo com os processos e instruções operacionais estabelecidos pela empresa.

b2) Situação anormal: acidente, um acontecimento imprevisto do qual resulta uma lesão ou enfermidade ao ser humano.

#### c) Campo 3 - Perigos

Devem ser indicados os perigos para SSO (elemento das atividades, produtos ou serviços de uma organização que pode interagir com o ser humano provocando dano ou doença).

#### d) Campo 4 - Legislação

Deve ser indicada a legislação aplicável e é recomendado que, para manter o atendimento aos regulamentos, cada responsável pelo processo identifique e compreenda os requisitos legais aplicáveis. Esses regulamentos podem apresentar-se sob diversas formas:

- ✓ Os específicos ao processo (por exemplo: ruído);
- ✓ Os específicos aos produtos (por exemplo: manuseio);
- ✓ Os específicos ao ramo industrial (por exemplo: trabalho a céu aberto);

- ✓ Leis, decretos, normas regulamentadoras – NR's, etc.

#### **e) Campo 5 - Riscos**

Devem ser indicados os riscos para saúde ou segurança ocupacional. Os riscos são a combinação da probabilidade de ocorrência de um evento perigoso ou exposição e da severidade da injúria ou doença, por exemplo: absorção pela pele ou respiração de produtos químicos, manuseio de produtos perigosos etc.

#### **f) Campo 6 - Preocupações com a SSO**

Devem ser indicadas as preocupações com SSO. As preocupações levam em consideração a significância de cada perigo identificado, podendo ser diferente de um processo para o outro. Quando este for o caso, a atividade deve ser apresentada duas vezes na tabela consolidada.

Esta avaliação será facilitada pelas divisões dos subitens: severidade do perigo, abrangência do perigo (alcance geográfico do impacto e a sensibilidade do receptor) e a frequência (probabilidade de ocorrência do perigo).

#### **g) Campo 6.1 - Severidade do perigo**

Deve ser indicada a severidade do perigo, atribuindo-se um valor, conforme critério a seguir:

Baixo – 1

Médio – 2

Alto – 3

#### **h) Campo 6.2 - Abrangência do perigo**

Deve ser indicada a abrangência do perigo, atribuindo-se um valor, conforme critério a seguir:

Local (1 funcionário) – 1

Adjacente (todo setor) – 2

Global (toda empresa) – 3

#### **i) Campo 6.3 - Frequência do perigo**

Deve ser indicada a frequência do perigo, atribuindo-se um valor, conforme critério a seguir:

Rara – 1

Eventual – 2

Frequente – 3

Deve ser considerado o histórico de ocorrências para se determinar a frequência.

#### **j) Campo 6.4 - Produto**

Produto é a multiplicação entre os valores percebidos de cada perigo quanto à sua severidade, abrangência e frequência, e irá auxiliar na priorização das ações de controle aplicáveis a cada impacto.

Cada organização deve avaliar este critério e definir se alguma alteração deve ser realizada. O critério proposto neste trabalho está definido a seguir:

Risco não significativo: novos controles não são necessários – valores de 1 a 6

Risco significativo: novos controles são necessários e devem ser definidos e implantados – valores de 7 a 27

Neste caso, as preocupações de SSO devem ser revisadas após a implantação dos controles, para identificar a necessidade ou não, da realização de um novo processo de análise de risco

#### **k) Campo 7.0 - Controles aplicáveis a cada perigo**

Devem ser indicados os controles aplicáveis a cada perigo, conforme critério a seguir:

Controle Operacional (eliminação, substituição, controles de engenharia, avisos ou controles administrativos, equipamento de proteção individual) – 1

Plano de emergência (incêndio, derrames/vazamentos, evacuação) – 2

Programa para SSO, neste caso deve ser desenvolvido um projeto, um plano de ação, com metas para redução dos riscos. Pode ser, por exemplo, um programa de conscientização ou treinamento – 3

**l) Campos 8.1, 8.2, 8.3 e 8.4**

As preocupações com SSO devem ser revistas e registradas nos campos 8.1, 8.2, 8.3 e 8.4, após os controles terem sido implantados, quando o risco identificado foi considerado significativo.

**m) Campo 9.0**

O produto final deve ser avaliado, sempre que houver uma avaliação das preocupações com a SSO e, se houver risco residual ele pode ser aceito ou não pelo dono do processo. Se não for aceito, outros controles devem ser definidos e o processo deve ser revisado.

**3.2.3 Realização das análises e redação de toda documentação**

Os oito processos de manutenção selecionados foram documentados no formato texto, conforme capítulo 5 - INSTRUÇÕES DE SEGURANÇA PARA MANUTENÇÃO EM LINHAS DE TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA deste trabalho. Foram identificados os recursos humanos e materiais necessários para realização das atividades, a seqüência das atividades e como cada uma delas deve ser realizada para se garantir a segurança. Cada atividade descrita também consta na Tabela 1 consolidada (ANEXO C), na qual os controles de SSO estão especificados.

Uma Tabela 1 foi elaborada para cada processo e os campos de 1 a 9 foram preenchidos, sendo que a Tabela 1 consolidada (ANEXO C) foi o resultado da somatória das Tabelas 1 elaboradas para cada processo. Salienta-se a importância deste processo de trabalho, pois foi por meio da análise de cada processo, que os riscos foram verdadeiramente identificados. A consolidação foi efetuada apenas para facilitar aos usuários a atualização e a utilização da mesma.

Para facilitar o entendimento do usuário, foram separados, no capítulo 4, os procedimentos gerais de segurança para realização de manutenção em linhas de

transmissão. Este material, porém, ficou muito extenso para ser incluído dentro da Tabela 1 consolidada (ANEXO C) e decidiu-se pela indicação, na coluna de controles, quando os aspectos dos procedimentos do capítulo 4 - PRINCIPAIS PRECAUÇÕES DE SEGURANÇA NA MANUTENÇÃO DE LT'S devessem ser considerados na realização das atividades.

## **4 INSTRUÇÕES DE SEGURANÇA PARA MANUTENÇÃO EM LINHAS DE TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA**

Neste capítulo está definido cada um dos oito processos de manutenção selecionados, foram definidos os recursos humanos e materiais necessários, a seqüência para a realização das atividades e como estas atividades devem ser realizadas para garantir um processo seguro de trabalho:

- ✓ Inspeção Detalhada.
- ✓ Supressão Vegetal Total, Vão e Acesso.
- ✓ Recuperação Acesso.
- ✓ Seccionamento e Aterramento de Cercas.
- ✓ Manutenção em Linha Energizada com Cadeia de Suspensão Lateral.
- ✓ Manutenção em Linha Energizada com Cadeia de Suspensão Central.
- ✓ Manutenção em Linha Energizada com Cadeia de Ancoragem.
- ✓ Manutenção em cabos condutores.

### **4.1 INSPEÇÃO DETALHADA**

Todos os componentes de uma linha de transmissão, ou seja: ferragens das torres, isoladores, condutores, pára-raios etc. estão sujeitos a danos por atos de vandalismos bem como pela própria deterioração dos materiais causada por agentes como ventos, descargas atmosféricas, produtos químicos, poluição do solo ou do ar.

A atividade de inspeção de linhas de transmissão é a responsável pela verificação de todos os componentes para apontar pontos falhos ou em desenvolvimento que possam trazer danos imediatos ou futuros, causando interrupção no fornecimento de energia.

Os resultados da inspeção serão os pontos de partida para a decisão da execução de uma manutenção dentro dos padrões de confiabilidade desejados.

#### **4.1.1 Coordenação dos Serviços**

Para todo e qualquer serviço que se torne necessária à intervenção da manutenção em caráter de emergência, o inspetor deverá entrar em contato via telefone com seu superior hierárquico para informar-lhe sobre a situação e registrar no formulário de inspeção.

Os defeitos encontrados deverão ser registrados no formulário de inspeção e entregues ao responsável pela manutenção para a devida programação, se possíveis respeitando a periodicidade previamente estabelecida.

#### **4.1.2 Recursos necessários**

##### **a) Recursos Humanos**

Equipe de Inspeção: 2 eletricitas ou inspetores e 2 auxiliares

##### **b) Material Utilizado para inspeção**

Faz parte da equipagem padrão para uma inspeção, todos os EPI's, uma caixa de ferramentas com chaves compatíveis com as ferragens e parafusos das estruturas, binóculos, foice, facão, machado, martelo de borracha, uma caixa com diversos tipos de parafusos, porcas, contra-porcas, arruelas, palnuts (acessório de travamento de porcas no parafuso), arame e grampos de cerca, pré-formados para seccionamento de cercas, tintas, lixas, solventes, para uma eventual necessidade de correção.

#### 4.1.3 Inspeção terrestre

Este tipo de inspeção é executado pela equipe de manutenção que percorrerá a linha utilizando-se de veículo próprio para transporte. Basicamente existem duas maneiras de se executar a inspeção: Inspeção detalhada ou rápida.

Na inspeção detalhada o inspetor deverá subir em todas as estruturas buscando identificar de forma minuciosa todos os defeitos possíveis de serem encontrados numa linha de transmissão.

Na inspeção rápida, o inspetor fará a inspeção do pé da torre com a obrigação de subi-la apenas em casos de dúvidas.

##### 4.1.3.1 Pontos a serem verificados

A seguir serão listados os pontos a serem verificados durante uma inspeção, mas fica na responsabilidade do inspetor identificar defeitos menos freqüentes, aqui não relacionados.

A seguir serão listados os pontos a serem verificados durante uma inspeção.

##### a) **Acessos**

Este é um dos principais componentes de uma linha e que mais dificulta as atividades de inspeção e de manutenção. Desde a saída da sede ou do hotel para a LT a ser inspecionada já se iniciam suas atividades, observando as condições das estradas de acesso à faixa de servidão da linha, incluindo pontes, bueiros, canaletas, porteiras, colchetes, necessidades de muros de arrimo, erosões e vegetações obstruindo a passagem dos veículos.



Um item importantíssimo a ser considerado é o relacionamento do inspetor com os proprietários das terras ao longo de uma LT. Sempre que houver uma situação de embargo de acesso por parte do proprietário, deverá ser registrado o nome e endereço do proprietário e o motivo pelo qual ele está impedindo a passagem.

**b) Faixa de Servidão**

O inspetor deverá registrar as condições da faixa de servidão correspondente ao vão entre a torre inspecionada e a seguinte. Assim, quando da inspeção em uma determinada torre, deverão ser verificadas as condições da faixa nos vãos adjacentes a esta torre, de modo que quando a próxima torre for inspecionada, o vão de ré tenha sido completamente visualizado.

Deverá ser verificada a existência de qualquer cultura ou vegetação que possa por em risco a operação da LT, por queima acidental ou provocada,

Deverá ser observada a altura da vegetação em relação aos cabos condutores além do permitido. Deverá ser observada também a existência de vegetação de crescimento rápido, que apesar da distância dos cabos, poderá escapar ao controle e provocar indisponibilidade da LT, tais como: bracatinga, kiri, bambu, taquara ou taboca, etc.

Deverá ser observada a existência de árvores de grande porte mesmo fora da faixa de servidão, que se caírem ou mesmo pelo balanço próprio ou dos cabos condutores venham a causar danos ou desligamento da LT.

Deve ser verificada a existência e o estado do aterramento e seccionamento das cercas próximas da LT dentro da faixa de servidão.

Deve ser verificada a existência de obras de outras concessionárias de energia elétrica ou estradas passando sob a LT ou nas proximidades. Nestes casos, deverá ser feito levantamento dos dados referentes às distâncias entre as obras e a LT.

**c) Fundações - verificar as condições gerais da fundação, buscando identificar os defeitos:**

- ✓ Limpeza em torno da base da torre de modo que facilite a inspeção das fundações e permita a aproximação das equipes de manutenção;
- ✓ Sinais de erosão ou escavações junto ou próximas da base que possam vir a comprometer a estabilidade da torre;
- ✓ Existência de sinais de deslocamento, afundamento ou arrancamento da fundação;
- ✓ Sinais de corrosão nas partes metálicas próximas ao concreto ou solo (montantes, stubs(dispositivos acoplados às fundações de concreto, com objetivo de fixação da estrutura metálica), grelhas, chumbadores);
- ✓ Potencial de corrosão, para avaliação do estado das partes metálicas enterradas e que não podem ser visualizadas.

**d) Sistema de Aterramento - analisar do estado dos cabos contrapeso:**

- ✓ Conexão destes com a torre se existem, estão firmes ou possuem corrosão;
- ✓ Sinais de afloramento ou rompimento.

**e) Estruturas – verificar:**

- ✓ Visualmente sua verticalidade e alinhamento;
- ✓ Estado geral da galvanização de todas as peças, observando a necessidade de troca ou recuperação;
- ✓ O estado da pintura, quando for o caso de sinalização para inspeção aérea;
- ✓ Peças frouxas através de martelo de borracha golpeando a estrutura;
- ✓ Falta de peças ou existência de peças deformadas;
- ✓ Aperto e estado de galvanização de porcas, contraporcas, arruelas, palnuts.

**f) Cabos Condutores e Pára-Raios – verificar:**

- ✓ O estado geral dos cabos condutores e pára-raios inclusive a existência de objetos estranhos.

- ✓ Com o auxílio de binóculos e se necessário deslocando-se ao longo do vão, a existência de tentos(componentes de formação do cabo condutor) rompidos ou danificados, pontos escuros que indiquem ocorrência de fenômenos elétricos, químicos (corrosão) ou poluição.
- ✓ A ocorrência de vibração principalmente nas proximidades dos grampos de suspensão e ancoragem;
- ✓ Sinais de trincas nos grampos de suspensão e ancoragem;
- ✓ Possibilidade de aproximação dos “jumpers”( enlace de continuidade do circuito elétrico) da estrutura, ocasionada por balanço destes;
- ✓ Deslocamento de esferas de sinalização aérea;

**g) Cadeia de Isoladores – verificar:**

- ✓ Existência de isoladores danificados;
- ✓ Estado quanto à poluição;
- ✓ Existência de corrosão;
- ✓ Posicionamento ou falta de contra pinos.

**h) Acessórios – verificar:**

- ✓ Deslocamento ou desprendimento dos amortecedores de vibração;
- ✓ Desprendimento ou quebra de garras dos espaçadores;
- ✓ Fixação das armaduras pré-formadas;
- ✓ Estado geral das ferragens, como cavalotes(acessório superior da cadeia de isoladores), prolongadores, sua galvanização e desgastes.

#### **4.1.4 Relacionamento com proprietários**

Uma empresa responsável pela manutenção de uma LT tem a necessidade de passar freqüentemente pelas propriedades ao longo desta linha, portanto todos os esforços deverão ser realizados para manter-se um bom relacionamento com os proprietários.

#### 4.1.5 Resultados esperados

Inspeção bem realizada, relatando todas as não conformidades e mantida boa relação com os proprietários das terras.

### 4.2 RECUPERAÇÃO DE ACESSO

#### 4.2.1 Recursos necessários

##### a) Humanos

- ✓ Eletricista – Responsável pela Equipe; Ajudantes.

##### b) Materiais

- ✓ Todos os EPI's; Arame (liso/farpado);Areia;Cimento;
- ✓ Dobradiças apropriadas para porteiras; Ferramentas manuais diversas;
- ✓ Haste metálica galvanizada; Machado, Foice e/ ou Facão;
- ✓ Madeira apropriada para colchete;
- ✓ Madeira apropriada para recuperação de porteira;
- ✓ Parafusos de fixação tipo prisioneiro e presilha-trava de fechamento;
- ✓ Pedras de mão; Porteira confeccionada na madeireira;
- ✓ Suporte de fixação;
- ✓ Vigotas de madeira reforçadas para fixação no sentido longitudinal;
- ✓ Vigotas que serão fixadas no sentido transversal.

#### 4.2.2 Atividades

Realizar inspeções terrestres periódicas, de modo a manter as estradas de acesso disponíveis para o trânsito dos veículos da manutenção e inspeção, sem alterar o meio ambiente.

##### 4.2.2.1 Passagem molhada - a vau (Passagem de água no acesso)

Antes de iniciar os trabalhos deve ser preparado um local adequado para recebimento dos materiais, que serão utilizados na confecção da passagem molhada.

Verificar o local apropriado para instalação das pedras de mão, de acordo com o fluxo de escoamento de água.

Distribuir as pedras de mão (pedras utilizadas para fazer base de construção ou drenos) de forma uniforme e nivelada possível. O início e o término da construção da passagem molhada serão de até 1,5 m de distância das bordas do leito do córrego/rio, no mesmo sentido do acesso.

Veja na figura 1 o desenho da passagem molhada a ser construída, com medidas e detalhamentos, com o volume de concreto para confecção do magro com 50 cm de altura.

# PASSAGEM MOLHADA - DETALHES OBRA ARTE Nº01

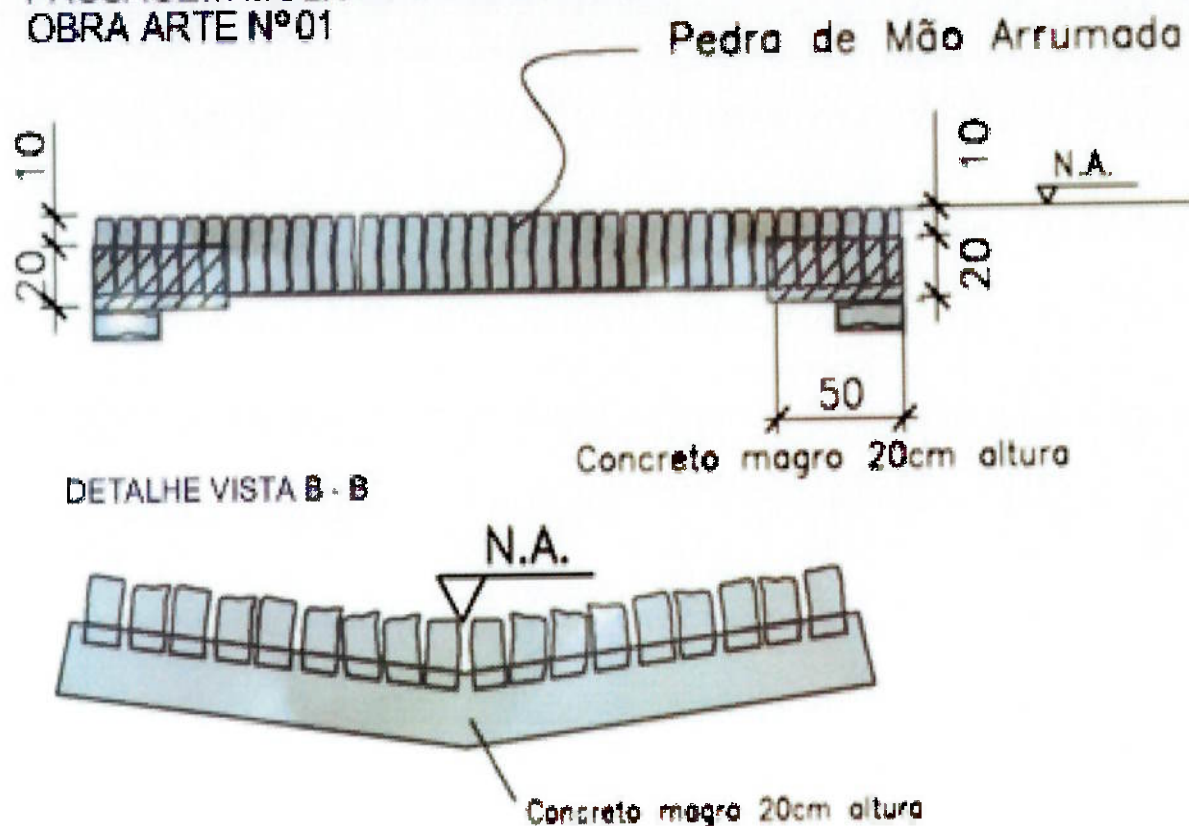


Figura 1 – Passagem molhada

Fonte: Empresa Padrão 10 abr. 2007

## 4.2.2.2 Confeção, Instalação e Reforma de Porteiras

### a) Identificação

- ✓ A confecção e instalação de porteira nova serão realizadas quando da falta da mesma nos acessos e acordado com o proprietário.
- ✓ A reforma será necessária quando na inspeção forem observadas avarias na estrutura do quadro de madeira da porteira existente.

**b) Serviços preliminares**

Instalação de uma nova porteira, deverão ser feitas inicialmente as escavações para instalação dos moirões com profundidade de  $\pm 70$  cm conforme terreno, os mourões principais devem ser fixados observando-se o nivelamento e as distâncias dos mesmos.

**c) Montagem da Porteira**

Efetuar os furos no lado morto do mourão (poste mais grosso, que se finca entre os esticadores, no qual se pregam os fios da cerca de arame) para fixação dos prisioneiros de sustentação do quadro da porteira. Instalar a porteira verificando o movimento de abertura/fechamento, instalar a presilha de trava de fechamento.

**4.2.2.3 Confeção, Instalação e Reforma de Colchetes****a) Serviços preliminares**

Antes de iniciar os trabalhos de instalação ou reforma dos colchetes, deve ser efetuada a limpeza do local.

Classificamos em dois tipos de colchetes: 1) arame liso. 2) arame farpado. O arame a ser utilizado depende daquele existente na cerca.

A confecção de colchete novo será realizada quando o acesso estiver interrompido por uma cerca.

A reforma de colchetes será necessária quando na inspeção forem observadas avarias nos fios metálicos ou nas madeiras de fixação/sustentação do quadro do colchete.

Montar o quadro do colchete utilizando quatro madeiras no sentido vertical. A quantidade de fios, na posição horizontal, será igual ao número de fios da cerca existente.

Efetuar uma cava de 50 cm de profundidade para fixação dos mourões principais da cerca, observando o nivelamento. Fixar no mourão, em uma das extremidades da cerca, uma das madeiras do colchete pré-montado. Na outra extremidade ficará uma alça para permitir a abertura e o fechamento do colchete.

#### 4.2.2.4 Reforma e instalação de mata-burro

Antes de iniciar os trabalhos, preparar um local adequado para recebimento dos materiais que serão utilizados na reforma de mata-burros.

A reforma será necessária quando na inspeção forem detectadas avarias nas madeiras ou desmoronamento na cabeceira dos mata-burros. Ela implica na substituição dos materiais danificados ou corrigindo erosão nas cabeceiras.

Preparar a cavidade, na cabeceira do mata-burro, para sustentação dos pranchões transversais. Logo em seguida fixar os pranchões longitudinais de passagem dos veículos, nos pranchões transversais.

Os pranchões longitudinais deverão ser fixados na cabeceira do mata-burro, através dos parafusos prisioneiros de fixação. Atentar para o espaçamento entre os pranchões longitudinais. Instalar suporte de fixação dos pranchões longitudinais, a fim de evitar deslocamento dos mesmos.

#### 4.2.2.5 Bueiro

Antes de iniciar os trabalhos, preparar um local adequado para recebimento dos materiais que serão utilizados na construção de bueiro.



Consiste em um buraco circular construído num muro ou afim, com uma tubulação nele embutida para dar escoamento de águas pluviais, riachos, pequenos rios etc. que faça ligar uma margem a outra que suporte vazão linear de água de acordo com o leito de água.

Nas figuras 2, 3 e 4 apresentamos os desenhos típicos de bueiro a ser construído, com medidas e detalhamentos de materiais para serem utilizados na construção.

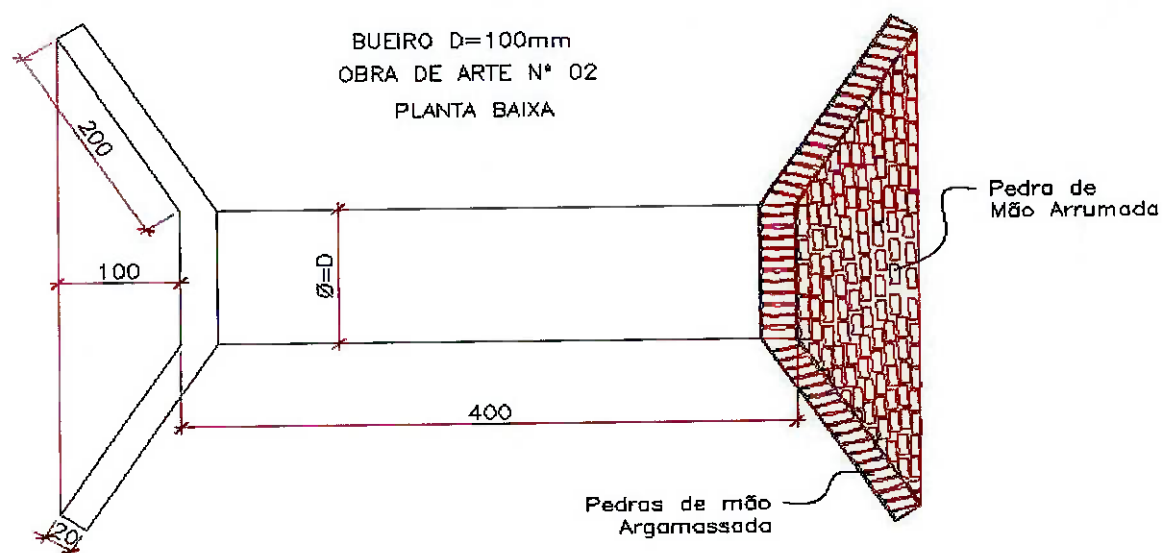


Figura 2 – Planta baixa do bueiro

Fonte: Empresa Padrão 10 abr. 2007

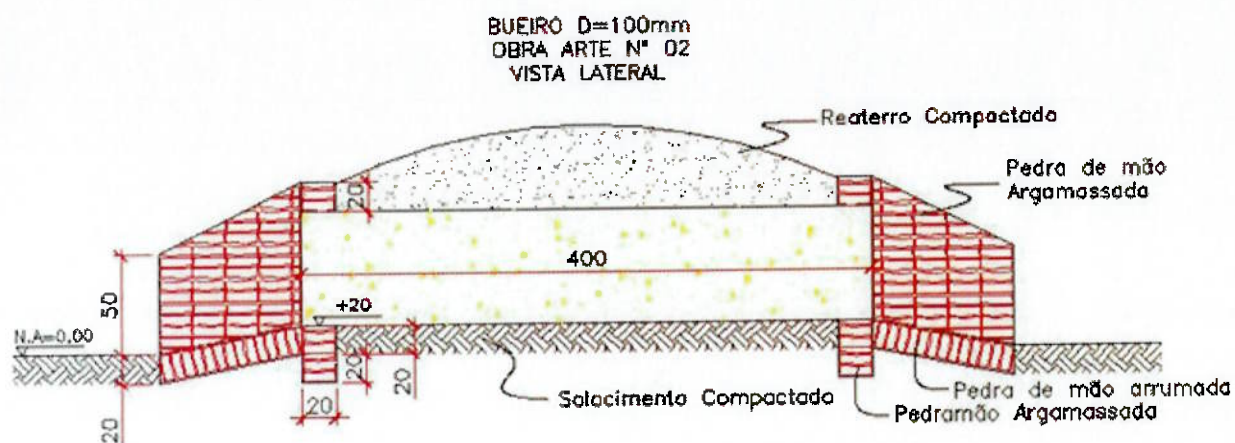


Figura 3 – Vista lateral do bueiro

Fonte: Empresa Padrão 10 abr. 2007

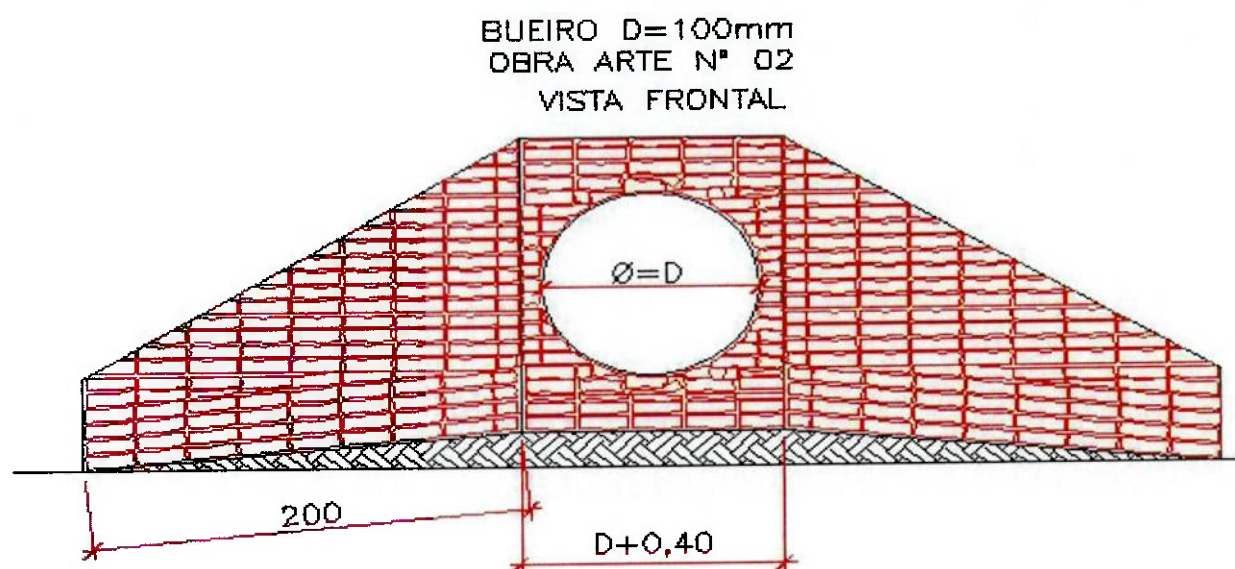


Figura 4 – Vista frontal do bueiro

Fonte: Empresa Padrão 10 abr. 2007

#### 4.2.2.6 Ponte

Antes de iniciar os trabalhos, preparar um local adequado para recebimento dos materiais que serão utilizados na construção de ponte.

Construção que consiste em estabelecer uma interligação no mesmo nível entre dois pontos separados por um curso de água ou qualquer depressão do terreno. Uma ponte será necessária quando no trecho do acesso percorrido houver uma grande quantidade de torres dependente dele, ou seja, quando houver uma grande concentração de fluxo de veículos.

As figuras 5, 6 e 7 apresentam os desenhos típicos de ponte a ser construída, com medidas e detalhamentos de materiais para serem utilizados na construção.

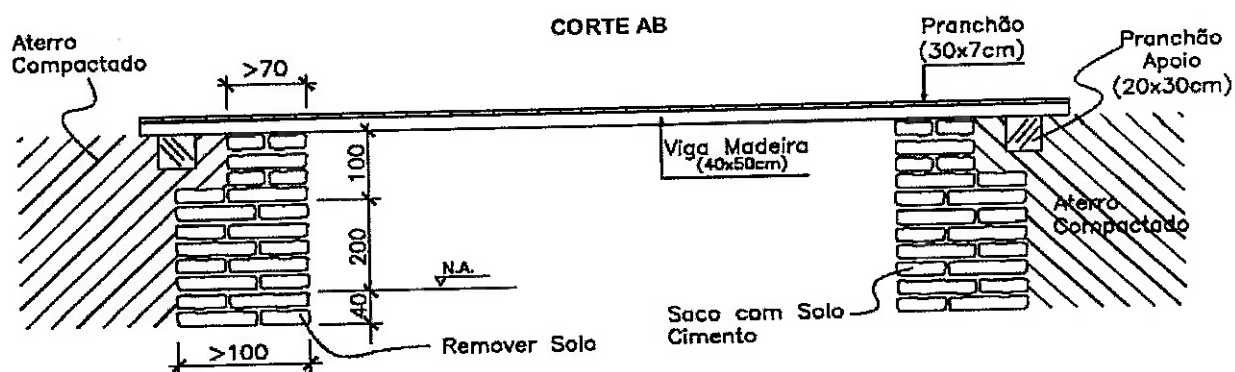


Figura 5 – Ponte corte AB

Fonte: Empresa Padrão 10 abr. 2007

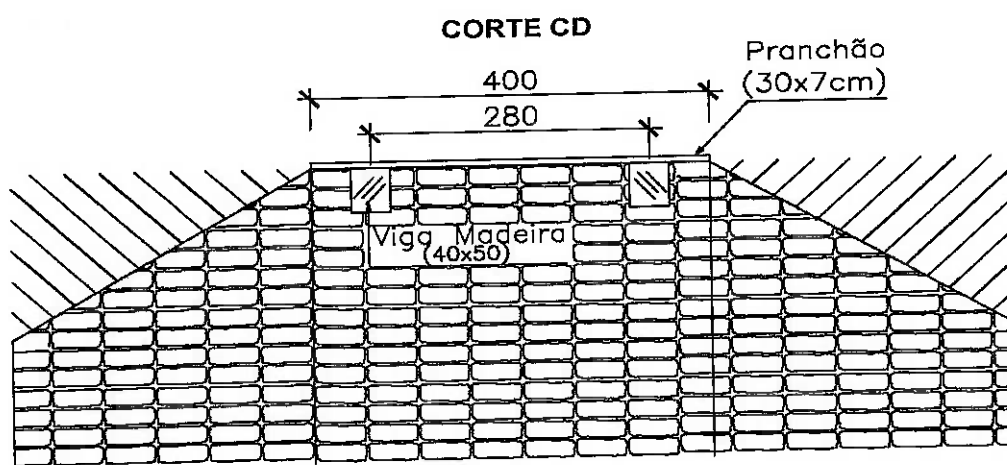


Figura 6 – Ponte corte CD

Fonte: Empresa Padrão 10 abr. 2007



Figura 7 – Ponte executada

Fonte: Empresa Padrão 10 abr. 2007

#### 4.2.2.7 Curva de Nível ( Camaleão)

Será necessário construir um camaleão (de nível para escoamento de águas nas vias de transporte) quando num acesso íngreme ocorrer uma queda de água de grande velocidade podendo causar erosões no acesso às torres.

È feito um desvio de água em solo de cimento ou solo de cascalho mais elevado que o piso plano para escoamento da água evitando erosões.

Na figura 8 temos os desenhos típicos de camaleão a ser construído, com medidas e detalhamentos de materiais para serem utilizados na construção.

DESVIO D'ÁGUA "CAMALHÕES" EM SOLO CIMENTO  
OBRA DE ARTE Nº03

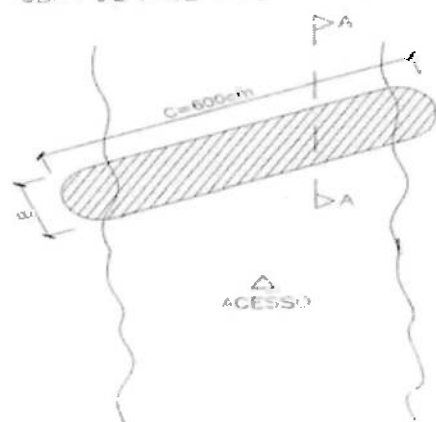


Figura 8 – Camaleão

Fonte: Empresa Padrão 10 abr. 2007

#### 4.2.3 Resultados esperados

As devidas recuperações dos acessos e obras de artes, permitindo tráfegabilidade, respeitando os aspectos ambientais.

### 4.3 SUPRESSÃO VEGETAL TOTAL NO VÃO E ACESSO DA FAIXA DE SERVIDÃO

#### 4.3.1 Recursos necessários

##### a) Humanos

- ✓ Eletricista – Responsável pela Equipe; Ajudantes.

**b) Materiais**

- ✓ Todos os EPI's;
- ✓ Moto-serra (com licença de uso);
- ✓ Machado, Foice e/ ou Facão.

**4.3.2 Atividades****4.3.2.1 Identificação do Corte Seletivo**

A indicação da vegetação a ser suprimida será efetuada por uma inspeção da faixa de servidão realizada pela equipe de inspeção/manutenção.

Devem ser identificadas as árvores situadas dentro do limite da faixa de servidão, cuja copa, no seu estágio final de crescimento, ultrapasse a distância de segurança entre o topo da vegetação e o cabo condutor, de modo que não comprometa a operação da linha de transmissão.

Devem ser identificadas também árvores na área marginal à faixa de servidão, cuja altura ofereça risco potencial ao funcionamento da linha de transmissão, caso ocorra tombamento e movimentação em função do vento.

**4.3.2.2 Limpeza da Faixa, Caminhos e Acessos.**

O responsável pela equipe deve mobilizar o pessoal e os equipamentos necessários, para dar início às seguintes atividades:

**a) Praça da Torre:**

Devem ser roçados todos os arbustos até uma altura máxima de 20 cm do solo em forma de círculo, com raio de 20 metros, tendo como centro o piquete central da torre. Nas torres estaiadas este desbaste deverá se estender até o ponto de ancoragem dos estais(cabos de sustentação da torre ancorados no chão) no solo;

Não podem ficar tocos que possam danificar os pneus dos veículos de manutenção ou da supervisão;

Todos os materiais devem ser removidos da área para as laterais da faixa;

Nas áreas sujeitas as queimadas deve ser feito um aceiro(terreno que se limpou na faixa de servidão para evitar a propagação de incêndios, em torno das torres para salvaguardá-la das queimadas) de raio de 2 a 3 metros dos estais, das fundações, dos mastros ou pernas das torres. O terreno deve ficar limpo (solo nu), de tal forma que na eventualidade de uma queimada seja reduzida à possibilidade do fogo ou o calor por ele produzido danificar as estruturas (PVC, Sinalizadores, placas, pinturas, argamassa e a proteção zincada da ferragem).

**b) Na Faixa de Servidão**

A distância mínima do cabo à vegetação, medida verticalmente, não poderá ser inferior a 6,54 metros (NBR 5422/1985).

Somente para as áreas sujeitas as queimadas, após a roçada, os restos vegetais (capins, palhadas, galhos finos, etc.) devem ser removidos do local e amontoados, de forma organizada, dos dois lados da faixa de servidão;

O material lenhoso, com possibilidade de aproveitamento, também deverá ser empilhado nos dois lados da faixa e protegido contra a combustão.

**c) Caminhos e Acessos:**

Evitar alteração do traçado das estradas de acesso, sem o prévio consentimento dos proprietários;

Controlar o crescimento da vegetação nas margens das estradas;

Instalar aceiros nos locais onde as estradas de acesso atravessam pastagens, sempre que forem necessários.

Manter as estradas de acesso permanentemente disponíveis para o trânsito de veículos da manutenção e inspeção, eliminando erosões e a invasão da vegetação marginal.

**d) Armazenamento do Material Retirado**

Rebaixar no local a galharia fina (inferior a 10 cm de diâmetro) proveniente da supressão.

Segmentar a madeira suprimida (superior a 10 cm de diâmetro) e empilhar no limite da faixa de servidão.

**e) Entrega do Material**

Preencher o *Termo de Aceite* e, quando possível, tornar o proprietário ou responsável pelo local, ciente da existência do material lenhoso, lembrando-o que o material lenhoso suprimido é seu pertence.

Deve ser registrada no Termo de Aceite a quantidade em m<sup>3</sup> de madeira suprimida superior a 10 cm de diâmetro.

**4.3.3 Resultados esperados**

Manter as condições de vegetações dentro dos padrões de garantia da funcionalidade da Linha de Transmissão.



#### 4.4 MANUTENÇÃO - SECCIONAMENTO E ATERRAMENTO DE CERCAS

Uma cerca construída paralela ou transversal a uma linha de transmissão energizada sofre os efeitos de fenômenos eletromagnéticos e eletrostáticos.

O campo eletrostático de uma LT, causado pela tensão nominal de operação nela aplicada, pode gerar tensões bastante elevadas numa cerca, em função daquela tensão e da distância entre ambas, devido ao acúmulo de cargas elétricas.

O campo magnético de uma LT, causado pela corrente elétrica, pode também induzir tensões e correntes numa cerca.

Para evitar que estas tensões e correntes induzidas nas cercas, paralelas ou transversais à LT, causem danos a pessoas ou animais, é que usamos o aterramento e Seccionamento das mesmas.

##### 4.4.1 Recursos necessários

###### a) Recursos Humanos

- ✓ 1 Eletricista;
- ✓ 2 Auxiliares.

###### b) Material Utilizado

- ✓ Todos os EPI's;
- ✓ Fio nº. 9 BWG (6 metros/aterramento);
- ✓ Seccionador pré-formado para cercas "PLP"; 2
- ✓ Hastes de aterramento galvanizadas com conectores de compressão.

#### **4.4.2 Atividades**

##### **4.4.2.1 Serviços Preliminares**

Antes de iniciar os trabalhos de aterramento e seccionamento, o eletricitista deverá fazer um aterramento provisório dos arames da cerca, de ambos os lados do local da execução do trabalho, o eletricitista deverá agir como se estivesse aterrando uma linha de distribuição, com toda segurança necessária e nunca usar o aterramento da LT ou contrapeso da LT próxima.

##### **4.4.2.2 Tipos de Cercas**

Existem dois tipos, que são: cercas paralelas a LTs e cercas transversais a LTs. Para cercas de arame liso e farpado, devem ser usados seccionadores apropriados para carga de ruptura.

###### **4.4.2.2.1 Cercas Paralelas a Linhas de Transmissão**

Todas as cercas paralelas a LTs e situadas dentro da faixa de segurança, deverão ser seccionadas e aterradas nos limites da faixa e os pontos de aterramento intermediário deverão ser espaçados de 50 em 50 metros aproximadamente.

Para LTs de 500KV, as cercas paralelas com mais de 200 metros de extensão, situadas a uma distância igual ou inferior a 50 metros do eixo da LT, deverão ser aterradas(quando se acha isolada e conectada rigidamente a terra, com suas

partes curto-circuitadas) de 50 em 50 metros, aproximadamente, e seccionadas ao se afastarem definitivamente do limite mencionado.

#### **4.4.2.2 Cercas Transversais a LTs**

Todas as cercas transversais à faixa de segurança deverão ser seccionadas e aterradas nos limites de faixa. Dentro dos limites da faixa de segurança, deverão ser aterradas em distâncias regulares iguais ou inferiores a 50 metros.

#### **4.4.2.3 Métodos de Seccionamento**

##### **a) Método dos Pares de Moirões**

Consiste em fazer o seccionamento, colocando moirões de um lado e outro da cerca, separados por uma distância mínima de 10 centímetros.

Os moirões de seccionamento deverão ser pintados com esmalte sintético, cor vermelha.

##### **b) Método da Descontinuidade dos Fios da Cerca**

Consiste em fazer a separação através da descontinuidade nos fios da cerca. Cada fio que chega a um moirão sai no mínimo a 10 centímetros acima ou abaixo do ponto que chegou.

O moirão de descontinuidade dos fios da cerca deverá ser pintado com esmalte sintético, cor vermelha.

##### **c) Método do Seccionamento com Pré-formado para Cerca**

Consiste no uso de um seccionador pré-formado para cerca que é composto de 1 isolante e 2 alças preformadas.



Figura 9 – Seccionador pré-formado

Fonte: Empresa Padrão 10 abr. 2007

O seccionador é aplicado com as mãos, dispensando o uso de qualquer ferramenta ou equipamento. O arame deve ser seccionado após aplicação total do conjunto, utilizando-se para isto, um alicate de corte.

#### Seqüência de Aplicação:

c1) Com as alças introduzidas no isolante, aplique a primeira alça sobre o arame da cerca. As extremidades da alça não devem coincidir com as farpas do arame.



Figura 10 – Etapa 1 da aplicação do seccionador pré-formado

Fonte: Empresa Padrão 10 abr. 2007

c2) Complementada a aplicação da primeira alça, aplique, do mesmo modo, a segunda alça.



Figura 11 – Etapa 2 da aplicação do seccionador pré-formado

Fonte: Empresa Padrão 10 abr. 2007

c3) Com as duas alças totalmente aplicadas corte o arame entre as alças e afaste as extremidades cortadas do arame.





Figura 12 – Etapa 3 da aplicação do seccionador pré formado

Fonte: Empresa Padrão 10 abr. 2007

#### c4) Isolador Aplicado.



Figura 13 – Etapa 4 da aplicação do seccionador pré-formado

Fonte: Empresa Padrão 14 set. 2007

#### 4.4.2.4 Métodos de Aterramento

##### a) Método da Utilização da Haste Metálica

Após as amarrações com os arames da cerca, a extremidade do fio de aterramento nº 9 BWG deverá ser conectada a uma haste de aterramento (cantoneira L de sucata de estruturas de LT) através de parafuso e chapa de fixação, ou presilha bifilar, conforme figura 14.

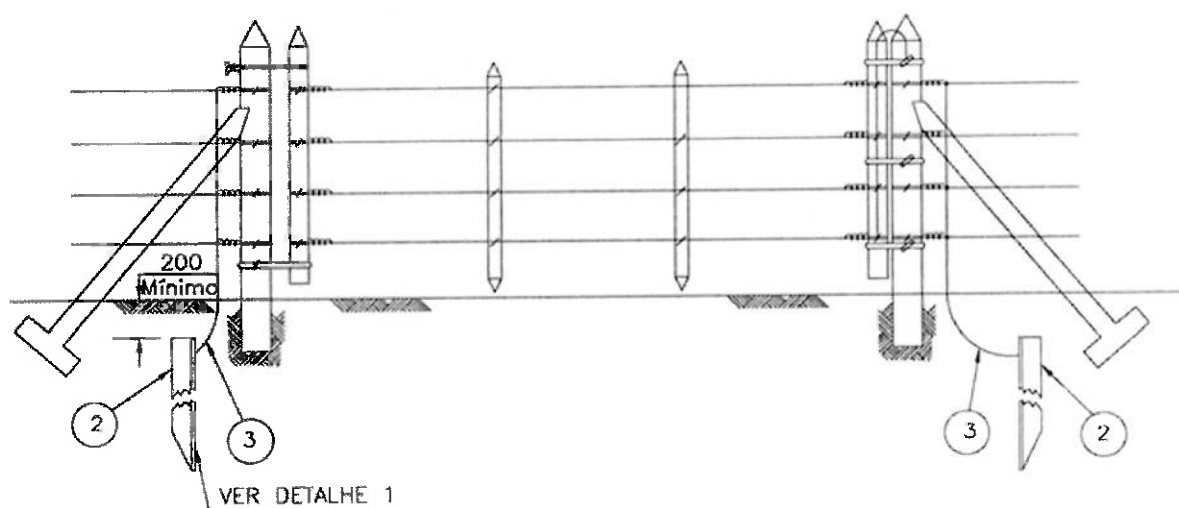


Figura 14 – Aterramento de cerca

Fonte: Empresa Padrão 10 abr. 2007

O aterramento da cerca não deve ser conectado ao sistema de aterramento da linha de transmissão. Após a instalação da haste metálica a terra deverá ser recolocada em camadas bem compactadas.

##### b) Cercas Eletrificadas

Quando da observação, durante a inspeção de LT's, de cercas eletrificadas nas proximidades de uma linha de transmissão, o inspetor deverá registrar no relatório de inspeção.

### **c) Aterramento de Colchetes e Porteiras**

O aterramento de colchetes e porteiras obedece às mesmas condições de aterramento da cerca, de ambos os lados.

#### **4.4.3 Resultados esperados**

Fazer um bom sistema de aterramento para evitar danos às pessoas e animais na ocorrência de descargas atmosféricas ou queda de linhas de transmissão.

### **4.5 MANUTENÇÃO EM LINHA ENERGIZADA**

Para realização de trabalhos com linhas energizadas, exemplificado neste processo em 500 kv, a equipe deverá ter no caminhão equipado com todos os materiais e ferramentais necessários para a intervenção de manutenção corretiva. Recursos humanos e de materiais básico para qualquer atividade que venha a ser desenvolvida na frente de trabalho ou anomalias identificadas para correções, segue recursos básicos necessários para manutenção com linhas energizadas.

#### **4.5.1 Recursos necessários**

##### **a) Recursos Humanos**

- ✓ 3 profissionais na parte superior da torre;
- ✓ 1 profissional no potencial;
- ✓ 6 profissionais no solo;
- ✓ 1 chefe de equipe ( profissional qualificado, habilitado e capacitado).



**b) Material Utilizado**

- ✓ Todos os EPI's;
- ✓ Isoladores suficientes para substituição;
- ✓ 02 Conjunto de Roupas de Linha energizada - Calça, Camisa, Luvas, Meias e Bastão de contato potencial; 01 Corda auxiliar; 01 Capanga individual;
- ✓ 01 Gerador de Energia 220 VCA Monofásico - Com extensão monofásica de  $\pm 20$  m de comprimento;
- ✓ 01 Kit material de Limpeza - Acetona, Tecido para limpeza e Tecido Siliconado;
- ✓ 02 Lonas Impermeáveis 3 X 4 m;
- ✓ 01 Par de cavaletes para bastão;
- ✓ 03 Roldana de ferro [para desvio da direção da corda, facilitando o içamento];
- ✓ 01 cavelete; 01 Corda de serviço com carretilha de alumínio e estropo;
- ✓ 01 Suporte para carretilha com fixação em estrutura metálica;
- ✓ 01 Balde de lona com: 01 Bastão de aterramento estático; 01 Parafuso do Jugo lado Morto; 01 Chave de Fenda; 01 Alicates Universal; 02 Chaves catracas para munhão; 02 Porcas de segurança; 01 Saca contrapinos;
- ✓ 01 Jugo lado morto [com munhão];
- ✓ 01 Escada Seccionável Ø 64 mm - 2 extensões - Com corda de Rabo e Balde de lona;
- ✓ 01 Aparelho Micro Amperímetro; 03 Bastões Trilho; 01 Conjunto [bastão mastro/lança/torniquete];
- ✓ 01 talha 1 ton [tirante náilon]; 01 conjunto de bastão tração com (2) balancim/moitão;
- ✓ 01 Bastão Tensor regulável [com Jugo Lado Vivo e munhão lado morto];
- ✓ 01 Bastão Tensor regulável [com encaixe jugo Lado Vivo e munhão lado morto];
- ✓ 01 Garfo Bola com pedaço de corda de  $\pm 2$  m; 02 Pedacos de corda de  $\pm 2$  m;
- ✓ 02 Estropos; 01 Moitão de corda capacidade 600 kg.
- ✓ Cadeirinha de transporte ao potencial.
- ✓ Emendas pré-formadas suficientes para reparo no cabo condutor;

## 4.5.2 MANUTENÇÃO EM LINHA ENERGIZADA CADEIA DE SUSPENSÃO LATERAL

### 4.5.2.1 Atividades – Preparação do Trabalho

Deve ser realizada a medição de continuidade da roupa condutiva. Após a liberação da LT pela operação, se limpa o pé da estrutura e o local onde se montará os materiais a serem utilizados, afastando-os uns cinco metros da torre.

Em seguida estende-se sobre o local limpo uma lona, onde se colocará todos os equipamentos, ferramentas e materiais necessários à execução da intervenção.

Realizam-se a limpeza e colocação dos bastões no suporte adequado e em seguida as montagens dos bastões de potencial.

Eletricistas da equipe sobem na torre utilizando um “talabarte em Y” fixado no cinturão.



Figura 15 – Subida na Torre utilizando “talabarte em Y”

Fonte: Empresa Padrão 05 out. 2007

#### 4.5.2.1.1 Instalação do Material na Torre

Os eletricitas sobem simultaneamente na torre com a corda de serviço, com um espaçamento que facilite o auxílio ao eletricista que está levando a corda de serviço, conforme a figura ao lado.

Durante a escalada os eletricitas de montagem e topo auxiliam sustentando a corda de serviço.



Figura 16 – Escalada dos eletricitas com as cordas

Fonte: Empresa Padrão 20 ago. 2007

O eletricista de apoio instala a corda de serviço na junção do tirante na mísula com a cantoneira da estrutura ou na lança da corda de serviço, enquanto outro eletricista permanece posicionado na ponta da mísula (estrutura para sustentação de cabos pára-rios e condutores).

Sempre instalar as cordas em série com os bastões, pois as mesmas, embora isolantes, absorvem umidade e os bastões isolantes de fibra de vidro que não absorvem água.

#### 4.5.2.1.2 Escada de Auxiliar

Transportar a escada que levará o eletricitista ao potencial com a corda de serviço com auxílio de sua corda de fixação para evitar balanços e eventuais choques mecânicos contra a estrutura.

Os eletricitistas na torre recebem a escada, deslocando a corda de serviço o máximo possível a fim de aproximar a escada do seu ponto de instalação.

É iniciado o transporte da escada, ultrapassando pelas treliças, e instalando a mesma verticalmente, a uma distância de  $D=3,60\text{m}$  da Linha para 500 kv.

Caso se decida utilizar a cadeira de potencial em substituição à escada, monta-se a cadeira com trava queda na corda de serviço.

Fixar trava-quedas do eletricitista da cadeira na corda de serviço.



Figura 17 – Içamento da escada para torre

Fonte: Empresa Padrão 20 ago. 2007



#### 4.5.2.1.3 Bastões de Potencial

Os bastões devem ser içados com cuidado para que não toquem na torre.



Figura 18 – Içamento dos Bastões de Potencial

Fonte: Empresa Padrão 20 ago. 2007

Instalar as cordas em série com os bastões, pois as mesmas, embora isolantes, absorvem umidade e os bastões isolantes de fibra de vidro que não absorvem água.

#### 4.5.2.1.4 Instalação dos Equipamentos de Medição de Corrente de Fuga

Com a escada já instalada é medida a corrente de fuga com micro amperímetro, podendo ter uma corrente máxima de 144  $\mu\text{A}$  para linhas 500 KV.



Figura 19 – Instalação de micro amperímetro para medição corrente de fuga

Fonte: Empresa Padrão 20 ago. 2007

#### 4.5.2.1.5 Subida do Eletricista ao Potencial

Um eletricista com roupa condutiva é levado ao potencial com uma escada puxada pelos eletricistas do solo com movimento contínuo ou com a cadeira de potencial sendo içada respeitando as distâncias de segurança.

Fixar trava-quedas do eletricista da cadeira na corda de serviço.



Figura 20 – Subida do eletricista ao potencial pela cadeira

Fonte: Empresa Padrão 20 ago. 2007

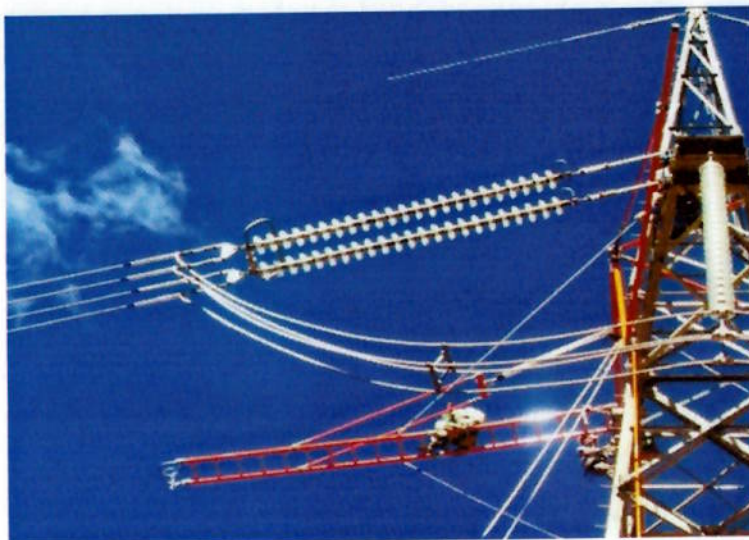


Figura 21 – Subida do eletricitista ao potencial pela escada

Fonte: Empresa Padrão 20 ago. 2007

#### 4.5.2.1.6 Jugo Lado Morto

Transportar o jugo para estrutura metálica e instalação no lado morto(sem tensão).

Instalação do jugo com soquete no ressalto do prolongador – lado morto.

Retirar a porca borboleta do parafuso de fixação e introduzir o mesmo no orifício do jugo. Introduzir o parafuso de fixação e completar a instalação do jugo ao apertar a porca borboleta.



Figura 22 – Instalação jugo lado morto

Fonte: Empresa Padrão 20 ago. 2007

#### 4.5.2.1.7 Jugo Lado Vivo

O eletricista do potencial encaixa o jugo lado vivo pré-montado com o bastão tensor no dente do quadruplicador (sustenta os cabos condutores) tomando cuidado para não trocar a posição de encaixe.



Figura 23 – Instalação jugo lado vivo

Fonte: Empresa Padrão 20 ago. 2007



### 4.5.3 Retirada e Manutenção da Cadeia Suspensão Lateral

Os bastões são tracionados pela chave catraca pelos eletricitistas de mísula.

Para segurança, contra o rompimento dos munhões, as porcas de segurança são rosqueadas junto às chaves catracas.

O eletricista de topo recebe o bastão tensor e apóia o "jugo vivo" sobre os subcondutores.

Em seguida promove o giro do bastão a fim de introduzir o "jugo" entre os subcondutores.

O eletricista de topo introduz o parafuso tensor no encaixe do jugo para estrutura metálica, tendo cuidado de travá-lo.

Os bastões são tracionados pelo eletricista de mísula (chave catraca).

Para segurança, contra o rompimento dos munhões, as porcas de segurança são rosqueadas junto às chaves catracas.

#### 4.5.3.1 Etapas para retirada da cadeia de isoladores em suspensão Lateral

- ✓ São afastados os contra pinos do último e do primeiro isolador (peça formada por material isolante, na qual se prendem os condutores, a fim de não tocarem uns nos outros ou nos suportes) da cadeia para possibilitar sua retirada.
- ✓ Os eletricitistas da torre e do condutor instalam bastões de equalização de potencial para afastamento da cadeia evitando pequenas descargas elétricas sobre eles.

- ✓ A cadeia de isolador é retirada o por meio do bastão colher.
- ✓ A manutenção é realizada e a cadeia é recolocada na posição original
- ✓ Terminada a manobra o material é retirado na seqüência inversa ao que foi instalado.

#### **4.5.4 Resultados esperados**

Os isoladores quebrados/queimados devem ser corrigidos, permanecendo as características de funcionalidade da linha e seus componentes. A cadeia montada e instalada na estrutura.

### **4.6 MANUTENÇÃO EM LINHA ENERGIZADA CADEIA DE SUSPENSÃO CENTRAL EM 'V' – “MÉTODO POTENCIAL”**

#### **4.6.1 Recursos humanos e materiais.**

Os recursos humanos e materiais a serem utilizados, seguem os padrões dos recursos básicos para trabalhos com linhas energizadas.

#### **4.6.2 Atividades**

##### **4.6.2.1 Instalação do ferramental**

O posicionamento geral dos eletricitistas e ferramental deve seguir a figura 25.

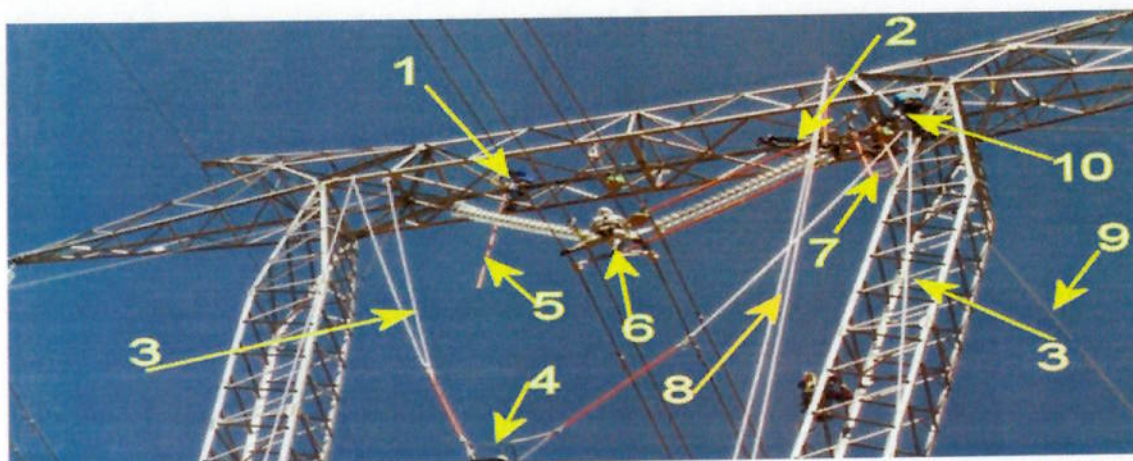


Figura 24 – Posicionamento geral de eletricitas e ferramentais na estrutura

Fonte: Empresa Padrão 20 ago. 2007

Sendo:

- |                                  |                             |
|----------------------------------|-----------------------------|
| 1. Eletricista auxiliar          | 6. Eletricista ao potencial |
| 2. Eletricista auxiliar          | 7. Escada auxiliar          |
| 3. Corda da cadeira de potencial | 8. Corda de serviço         |
| 4. Cadeira de potencial          | 9. Corda da escada auxiliar |
| 5. Bastão auxiliar               | 10. Eletricista jugo morto  |

#### 4.6.2.2 Instalação de Bastões, Berço e Moitão

Já posicionado todos os eletricitas no corpo da estrutura, inicialmente instala-se o bastão de tração lado morto (estrutura), levando-o até os cabos condutores, em seguida é içado e instalado o segundo bastão tensor na chapa do lado energizado.

Instalar o moitão conforme figura. Na seqüência é içado e instalado o berço o bastão torniquete com aro e o moitão.

Os bastões tensores são tracionados com as chaves catraca pelo eletricista do mastro.

Para segurança contra o rompimento dos munhões são rosqueadas com as mãos porcas de segurança junto às chaves catracas.



Figura 25 – Instalação de bastões, berço e moitão

Fonte: Empresa Padrão 20 ago. 2007

#### 4.6.2.3 Troca dos isoladores

São afastados os contra pinos do 1º isolador pelo eletricista da torre e do último isolador pelo o eletricista do potencial para possibilitar a retirada da cadeia.

Os eletricistas da torre e do condutor empregam bastões de equalização de potencial para afastamento da cadeia evitando pequenas descargas elétricas sobre eles, conforme figuras abaixo.

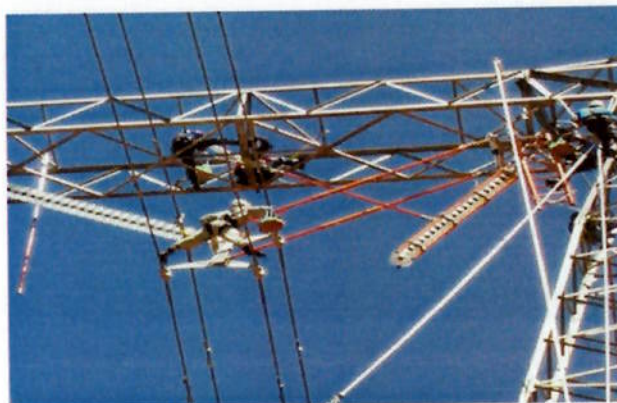


Figura 26 – Instalação de bastão de equalização

Fonte: Empresa Padrão 20 ago. 2007



Figura 27 – Retirada de contrapinos cadeia central

Fonte: Empresa Padrão 20 ago. 2007

Berço posicionado, já suportado pelo semi-aro com moitão.

Desengate da cadeia, lado morto.

Descida da cadeia para a posição vertical com auxílio do moitão.



Figura 28 – Descida de cadeia de isoladores para vertical

Fonte: Empresa Padrão 20 ago. 2007

#### **4.6.3 Resultados esperados**

Os isoladores danificados na cadeia central devem ser substituídos. A cadeia montada e instalada na estrutura.

### **4.7 MANUTENÇÃO EM LINHA ENERGIZADA CADEIA DE ANCORAGEM – MÉTODO DE POTENCIAL**

#### **4.7.1 Recursos humanos e materiais.**

Os recursos humanos e materiais a serem utilizados, seguem os padrões dos recursos básicos para trabalhos com linhas energizadas.

#### **4.7.2 Atividades**

##### **4.7.2.1 Içamento e Instalação do Ferramental na Torre**



Içar o balde com as ferramentas e o bastão de potencial.

Poderá ser usada a cadeira de potencial ou escada para levar o eletrícista ao potencial.

#### 4.7.2.2 Escada Auxiliar

A escada deverá ser pré-montada com balancim(dispositivo/acessório destinado para acoplamento e sustentação dos cabos condutores ou feixes de sub-condutores),bastões e tração/moitão de corda.

Içar a escada que levará o eletrícista ao potencial com a corda de serviço.

Junto ao moitão são içadas duas cordas auxiliares para locomoção horizontal da escada no topo da torre.

Os eletrícistas da torre recebem a escada.



Figura 29 – Instalação de escada auxiliar

Fonte: Empresa Padrão 20 ago. 2007

A escada é deslocada e instalada no seu ponto ideal quando for girada, o eletricitista na extremidade oposta da escada deverá atingir os cabos condutores junto à cadeia.

Na seqüência são içados e instalados o bastão mastro, os trilhos e o conjunto lança/ torniquete/ talha.

Outro eletricitista sobe e, no alto da torre, veste a roupa condutiva para ir ao potencial. O berço de ancoragem, pré-montado com um bastão tensor e jugo lado morto, é içado para o eletricitista da escada isolante, através do bastão lança.



Figura 30 – Subida do berço de ancoragem

Fonte: Empresa Padrão 20 ago. 2007

O eletricitista com roupa condutiva coloca-se na extremidade da escada e em seguida é deslocado até os condutores pela movimentação das cordas acionadas por eletricitistas situados na viga.





Figura 31 – Deslocamento eletricista ao potencial através da escada auxiliar

Fonte: Empresa Padrão 20 ago. 2007

Faz o contato ao potencial através do bastão de potencial.

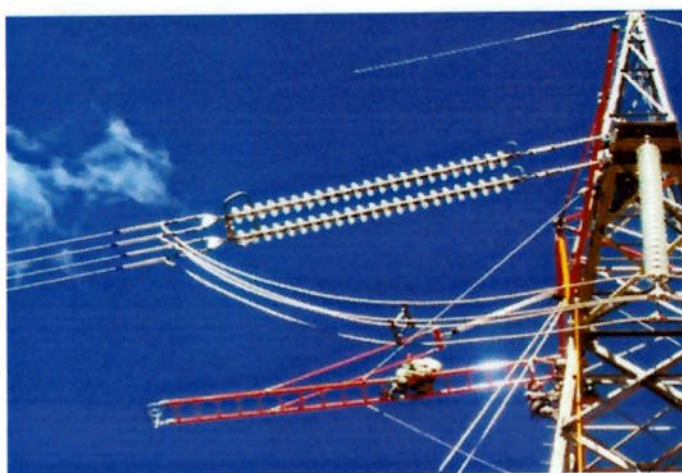


Figura 32 – Contato do eletricista ao potencial através da escada auxiliar

Fonte: Empresa Padrão 20 ago. 2007

Se necessário para encaixe dos bastões tensores e berço, o eletricista do potencial retira o anel de potencial que é fixado por cordas no condutor, temporariamente.

Os eletricitistas da torre e do solo içam o conjunto de bastões de ancoragem pré-montado [formado pelo berço, tensores e jugos].

Os eletricitistas da torre e do potencial encaixam o conjunto de bastões de ancoragem/berço nas extremidades da cadeia a ser mantida.

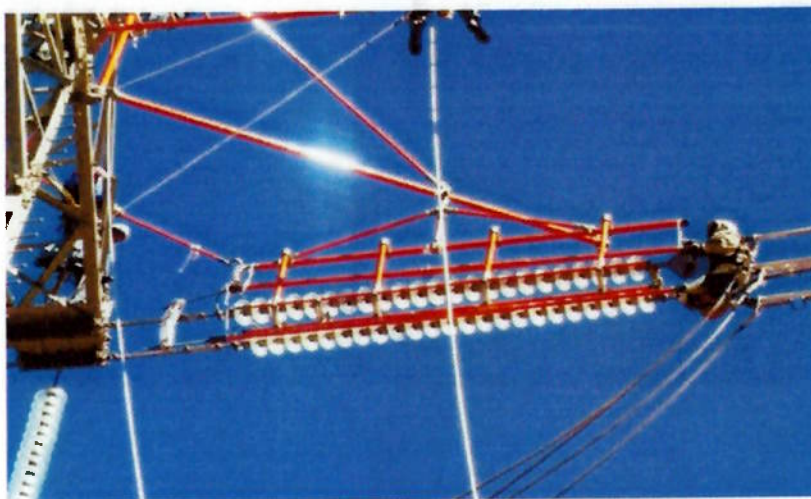


Figura 33 – Eletricista no potencial nos cabos condutores

Fonte: Empresa Padrão 20 ago. 2007

No caso de cadeia quádrupla é necessário somente um bastão tensor. Nesse caso, o jugo (equipamento utilizado com o bastão tensor ajustável para liberar a tensão mecânica das cadeias de isoladores, para suspensão ou ancoragem) lado vivo [composto de 2 partes] é instalado na ferragem da cadeia e no garfo do tensor pelo eletricitista do potencial.

Os eletricitistas da torre e do condutor instalam bastões de equalização de potencial para afastamento da cadeia, evitando pequenas descargas elétricas sobre eles.

Então são afastados os contrapinos das extremidades da cadeia para possibilitar sua retirada.



Figura 34 - Instalação berço de ancoragem na cadeia de isoladores

Fonte: Empresa Padrão 20 ago. 2007

Em seguida, o eletricitista da mísula aciona a chave catraca, tracionando o bastão tensor.

Para segurança contra o rompimento dos munhões porcas de segurança são rosqueadas junto às chaves catracas.

A cadeia é liberada sobre o berço.

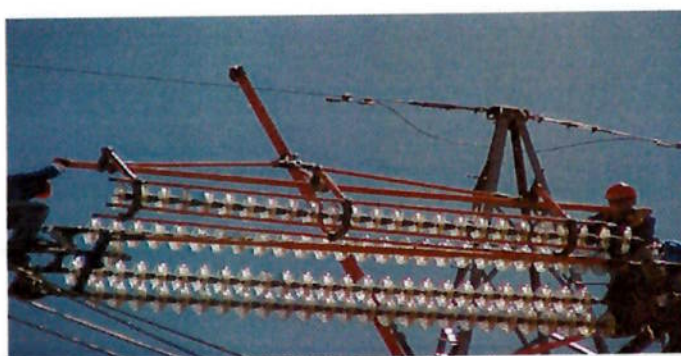


Figura 35 – Retirada de contrapinos na cadeia de isoladores em ancoragem

Fonte: Empresa Padrão 20 ago. 2007

O berço (suporte destinado para acomodar cadeia de isoladores) é girado até a extremidade da mísula, onde os isoladores danificados são trocados.



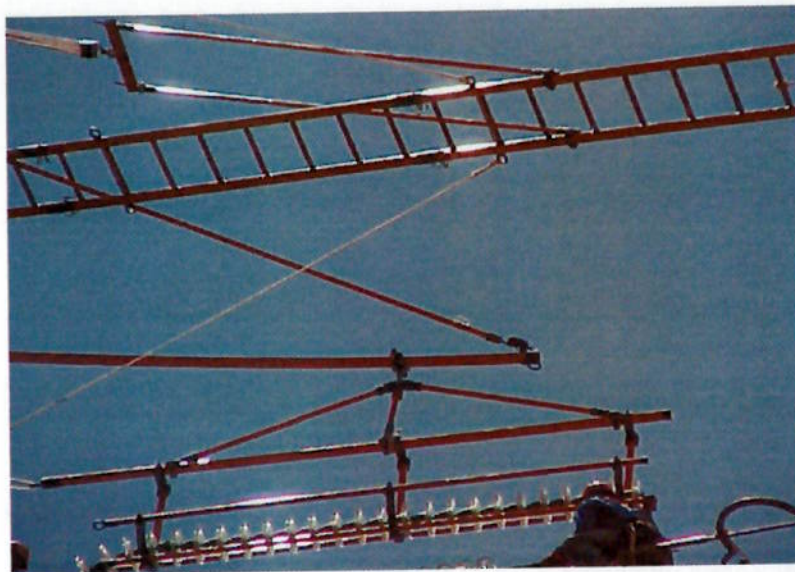


Figura 36 – Deslocamento da cadeia de ancoragem para horizontal

Fonte: Empresa Padrão 20 ago. 2007

#### 4.7.2.3 Manutenção da cadeia de ancoragem

A manutenção é realizada e a cadeia é recolocada na posição original.

Terminada a manobra o material é retirado na sequência inversa ao que foi instalado. Por medida de segurança os bastões tensores só poderão ser retirados após os contra pinos serem recolocados em ambas as extremidades na cadeia.

#### 4.7.3 Resultados esperados

Os defeitos devem ser corrigidos e a linha deve estar apta para operação no tempo estimado. A cadeia montada e instalada na estrutura.

## **4.8 MANUTENÇÃO EM CABOS CONDUTORES NO PONTO DANIFICADO**

### **4.8.1 Recursos humanos e materiais.**

Os recursos humanos e materiais a serem utilizados, seguem os padrões dos recursos básicos para trabalhos com linhas energizadas.

### **4.8.2 Atividades**

#### **4.8.2.1 Procedimento para Reparo do Cabo Condutor**

O eletricista já no potencial deve-se deslocar até o ponto com cabo danificado, munido dos materiais necessários para manutenção/reparo do cabo condutor. Após a instalação do reparo no cabo condutor, aguardar o retorno do eletricista até a cadeia de isoladores, para que o mesmo seja içado ao solo através da cadeira de potencial. Após a chegada do eletricista ao solo e retirada de todos os ferramentais, materiais e eletricistas, a ordem de serviço pode ser finalizada e entregue para Gerência de Operação de Linha da Região, para os transmites de finalização do OS.

### **4.8.3 Resultados esperados**

Realizar os reparos necessários no cabo condutor, permanecendo as características originais de condutibilidade e mecânica.



Figura 37 – Reparo em cabo Condutor

Fonte: Empresa Padrão 27 mar. 2008

## **5. PRINCIPAIS PRECAUÇÕES DE SEGURANÇA NA MANUTENÇÃO DE LT'S**

As empresas de manutenção de linhas de transmissão com linhas energizadas devem atender requisitos legais da NR-10:

- a) Medidas de proteção coletiva – NR10 -10.2.8
- b) Medidas de proteção individual – NR10 -10.2.9
- c) Treinamento de segurança – NR10 – 10.6.1.1; 10.7.2.
- d) Procedimentos específicos de trabalho NR10 – 10.6.2; 10.7.6; 10.11
- e) Ordem de serviço – NR10 – 10.7.4
- f) Análise de risco e análise preliminar da tarefa – NR10 – 10.7.5
- g) Equipamentos e ferramentas – NR10 – 10.7.8
- h) Comunicação da equipe e centro de operação – NR10 – 10.7.9
- i) Exame médico compatível com a função – NR10 – 10.8.7
- j) Situação de emergência – NR10 - 10.12

### **a) Procedimentos de Trabalho**

Deve ser elaborado um conjunto de procedimentos para cada atividade de trabalho padronizado pela empresa, a ser executado pelas equipes conforme modelos apresentados no capítulo 5 desta monografia.

### **b) Procedimentos de Segurança**

Deve ser elaborado um conjunto de procedimentos de segurança para cada atividade de trabalho padronizado pela empresa, a ser executado pelas equipes conforme modelos apresentados nos capítulos 4 e 5 deste trabalho.

**c) Equipes**

Devem ser realizados:

- ✓ ASO – Análise de Saúde Ocupacional (exames médicos) de cada funcionário de acordo com o PCMSO;
- ✓ Treinamentos sobre os procedimentos de trabalho, de segurança, curso básico, curso complementar, resgate em altura e procedimento de remoção de acidentados – PRA. Os treinamentos ministrados deverão ter o controle de frequência, o conteúdo ministrado, o instrutor e o responsável legalmente habilitados;
- ✓ Os funcionários capacitados, qualificados e habilitados tem que ter autorização (individual) formal da empresa.

**d) Ferramental**

- ✓ Cada ferramenta deverá ter sua especificação técnica, controle de entrega e treinamento de uso;
- ✓ Cada equipamento deverá ter sua especificação técnica, laudo de aferição, treinamento de uso, etc;
- ✓ Cada EPI deverá ter sua especificação técnica, ficha de entrega e treinamento de uso;
- ✓ Cada EPC deverá ter sua especificação técnica, ficha de entrega e treinamento de uso;
- ✓ Um plano de emergência deve ser elaborado e testado. Os funcionários de cada equipe deverão ter os equipamentos, e assim como o treinamento a respeito do procedimento de resgate em altura e remoção de acidentados e kit de primeiros socorros;
- ✓ O motorista deverá ser habilitado para o transporte de pessoas e ter treinamento de direção defensiva, bem como a ficha de vistoria / inspeção do veículo e seu kit de ferramentas.

**e) Requisitos para a execução das atividades**

Todas as manutenções programadas devem ter:

- ✓ Plano de Trabalho;
- ✓ Autorização para o serviço;



- ✓ Ordem de serviço;
- ✓ Análise de Risco (no local de trabalho);
- ✓ Meios de comunicação;
- ✓ Procedimentos.

#### **f) Documentação**

os registros do atendimento aos requisitos especificados devem ser documentados, assim como todos os procedimentos, planos e instruções de trabalho.

#### **g) Realização das atividades**

Antes de iniciar um processo de inspeção, o responsável pela equipe deve revisar os procedimentos básicos de segurança, conforme esta cláusula, nos seguintes itens:

- 5.1 Pré requisitos gerais de segurança;
- 5.2 Procedimento geral de segurança para manutenção com linhas energizadas;
- 5.3 Procedimento geral de segurança para manutenção com linhas desenergizadas;
- 5.4 Identificação de Perigos, Riscos e Controles de Saúde e Segurança Ocupacional”, devendo este último item, ser revisado para verificar a existência de novos perigos, assim como a necessidade da definição e aplicação de novos controles, utilizando os formulários dos anexos B e C, para garantir que todas as precauções foram ou estão sendo tomadas.

Antes do início das atividades, o responsável pela equipe deverá ter em mãos a Licença de Operação da Linha de Transmissão, e a área onde a manutenção será realizada deve ser completamente limpa. Após a realização das tarefas, deve ser efetuada a limpeza e a revisão geral do local de trabalho.

#### **h) Legislação**

O dispositivo legal, que disciplina a Segurança e Medicina do Trabalho, está assegurado em nível de legislação ordinária, disciplinada pela CLT - Consolidação das Leis do Trabalho / Decreto-lei n. 5.452, de 1943, regulamentada no Título II, Capítulo V, artigos 154 a 201 da CLT, destacando que os referidos artigos têm sua redação atual baseada na Lei n. 6.514/77. Tais

artigos estipulam os direitos e obrigações do Governo, quer municipal, estadual ou federal e, inclusive, dos empresários e dos trabalhadores no campo da Segurança e da Medicina do Trabalho, e foram regulamentados conforme a Portaria n. 3.214/78, que institui as NR's - Normas Regulamentadoras do Trabalho Urbano, Rural e Marítimo.

## 5.1. PRÉ-REQUISITOS GERAIS DE SEGURANÇA

Para garantir um processo de manutenção seguro é necessário que as equipes atendam a pré-requisitos de segurança e utilizem EPI's adequados.

### 5.1.1 Pré-Requisitos da Equipe

- ✓ Curso de NR-10 – Curso básico – Segurança em instalações e serviços com eletricidade;
- ✓ Curso NR-10 – SEP – Curso complementar – Segurança no sistema elétrico de potência (SEP) e em suas proximidades;
- ✓ Curso de Manutenção em Linha Energizada de Cadeia de suspensão Lateral, Central, Ancoragem e Manutenção em cabos condutores - Método ao Potencial;
- ✓ Curso de Direção defensiva;
- ✓ Curso de utilização de Motosserra (8 Horas).
- ✓ Habilitada/ capacitada e autorizada para realização da atividade

### 5.1.2 EPI's – a serem utilizados por eletricitistas e ajudantes

Capacete com jugular; botina condutiva; luva de vaqueta (couro); uniforme; óculos de proteção; vestimenta condutiva (trabalho ao potencial); cinto tipo pára-quedista; perneira; kit primeiros socorros e maca.

## 5.2. PROCEDIMENTO GERAL DE SEGURANÇA PARA MANUTENÇÃO COM LINHAS ENERGIZADAS

A seguir os principais requisitos necessários para a realização dos serviços de Manutenção em Linha Energizada como trocas de isoladores, acessórios de cadeias e similares:

- ✓ Todos os eletricitistas devem estar equipados com capacete, cinto de segurança, botas, luvas, óculos escuros, em fim todos os Epis necessários para realização da atividade;
- ✓ Para trabalho ao potencial, o eletricitista deve estar utilizando a vestimenta condutiva completa;
- ✓ As equipes devem possuir recursos e treinamento para prestação de primeiros socorros e resgate a acidentados;
- ✓ Qualquer serviço que se suspeite de falta de segurança não deverá ser iniciado sem um estudo adequado do mesmo, com direito de recusa para realização do mesmo.
- ✓ As equipes de manutenção devem estar utilizando equipamentos de comunicação eficientes para manter contato, a qualquer tempo e de qualquer lugar, com as demais áreas da empresa;
- ✓ O encarregado da equipe deve agir prontamente e interromper os trabalhos diante de fatores adversos e imprevisíveis, como mudança das condições meteorológicas, indisposição física de profissionais da equipe etc.;

- ✓ O Supervisor é responsável pela escalação de eletricitas capacitados para as atividades, verificando se o mesmo está em ótimas condições físicas e psicológicas.

### **5.2.1 Condições mínimas para execução de manutenção**

#### **5.2.1.1 Condições meteorológicas para serviço em linha energizada**

Ventos e a umidade do ar influem na possibilidade de realização da manutenção, a umidade afeta diretamente a capacidade de isolamento dos bastões e demais ferramentas, a medição de umidade relativa deve ser realizada antes e durante os trabalhos, sua intensidade pode provocar condensação nos bastões e no ferramental isolante fazendo com que aumente a corrente de fuga e conseqüentemente o risco de descarga elétrica.

O ferramental de fibra de epoxiglass deve estar com a superfície bem conservada para garantir sua capacidade de isolamento. A redução do brilho aumenta a porosidade, retenção de sujeira e umidade, como conseqüência aumenta risco de descarga elétrica sobre o eletricitista em serviço.

Para a pronta determinação dessas condições, o chefe da Equipe deve estar atento às condições do ferramental e também às possíveis mudanças nas condições climáticas e imediatamente suspender os trabalhos.

### 5.2.1.2 Bloqueio de religamento

Deve ser bloqueado o sistema automático de religamento e colocados cartões de segurança no comando do disjuntor da linha, nas SUBESTAÇÕES adjacentes, para impedir que eventual falha seja sustentada por eletricidade.

Obs: Caso as SE's adjacentes sejam telecomandadas, o bloqueio do religamento automático do comando do disjuntor da linha em manutenção deve ser efetuado remotamente.

### 5.2.1.3 Isolamento mínimo para serviço

Como referência, para Linhas de 500 kV não devem ser executados serviços em isoladores, acessórios e similares nas cadeias cujo número de unidades intactas seja inferior a 15.

O número mínimo de isoladores não inclui unidades quebradas, com fendas, contaminadas severamente, ou que sejam abrangidas pelas partes metálicas do ferramental de manutenção (por exemplo: parafuso do bastão tensor) ou acessórios metálicos da própria cadeia (por exemplo: anel anti-corona).

Poderão ser incluídos na isolação mínima, os isoladores de vidro que estiverem marcados superficialmente por descargas, desde que eles não tenham outros defeitos.

Para cadeias de isoladores de porcelana, no caso de dúvida quanto à unidade danificada, faz-se necessário ensaiar os isoladores com aparelho apropriado (ex: isolômetro ou buzz-tester - aparelho portátil que permite localizar rapidamente um isolador defeituoso na cadeia de isoladores).

No caso de cadeias múltiplas (ex: cadeia dupla ou tripla composta de pencas de isoladores em paralelo) é necessário considerar que cada isolador quebrado numa cadeia anula os demais do mesmo plano.

#### 5.2.1.4 Distância de segurança

Para a LT 500 kV, a distância mínima entre o eletricista e qualquer parte energizada, empregando o “método à distância” é de 3,40m (três metros e quarenta centímetros). Pelo “método ao potencial” a distância permanece a mesma (3,40m) entre o eletricista ao potencial e qualquer parte da torre ou material metálico que estiver em contato com ela.

#### 5.2.1.5 Ferramental

O ferramental de Linha energizada tem alto valor de isolamento elétrico (100 kV a cada 30 cm) e de resistência mecânica (especificado no catálogo do fabricante). Para que essas condições sejam mantidas durante sua vida útil são necessários cuidados especiais no transporte, armazenamento e conservação. Sua utilização em serviço deve obedecer às indicações dos fabricantes.

O ferramental deverá ser rigorosamente inspecionado, limpo e ensaiado, antes de ser utilizado, para garantir que suas condições elétricas e mecânicas são as exigidas para a execução dos serviços.

Para serviço pelo “método ao potencial” a escada isolante deve ser submetida (no local de trabalho) a um ensaio com um micro amperímetro para verificação de seu isolamento. O instrumento deve ser conectado à torre e à escada por um fio de cobre para medir a corrente de fuga que passa por ela ao tocar o condutor energizado. Este ensaio deve ser feito antes de o eletricista ser levado ao

potencial. O valor medido não pode ser igual ou superior a  $140\mu\text{A}$  (cento e quarenta micros amperes).

Se o valor medido for superior a esse, a escada deve ser limpa e ensaiada novamente. Permanecendo os valores a escada deve ser considerada sem condições de uso.

#### 5.2.1.6 Itens importantes a observar

- ✓ Não podem ser alteradas as posições nem a seqüência de instalação do ferramental indicado para cada tarefa;
- ✓ Não podem ser alterados o tipo e quantidade do ferramental especialmente projetado para suportar as cargas elétricas e mecânicas previstas em cada tarefa;
- ✓ Não podem ser aplicadas cargas mecânicas ao ferramental (bastões, ferragens ou cordas) superiores às cargas de trabalho especificadas pelos fabricantes;
- ✓ Não pode ser utilizado ferramental isolante com comprimento menor do que o indicado (3,40 m para 500 kV) para o nível de tensão máxima da Linha;
- ✓ Não podem ser feitas adaptações de ferramental para execução de manobras não padronizadas (sem um estudo detalhado da situação);
- ✓ Esses quesitos (posição, seqüência de instalação, tipo e quantidade de ferramental) devem constar de instruções técnicas de serviço ou serem ministradas nos treinamentos por profissionais especializados e experientes nos serviço de campo.

### 5.2.1.7 EPIS/ EPCS especiais

#### a) Calçado Condutivo

É um coturno de couro com solado condutivo, composto de borracha grafitada, cuja resistência elétrica máxima deve ser de 10.000 (dez mil) ohms. É indicado nos serviços em instalações energizadas com tensões iguais ou superiores a 230 kV, com uso restrito em estruturas metálicas não sendo recomendado usar no solo, o que ocasiona desgaste desnecessário com perda de suas características elétricas, além da diminuição da resistência do corpo do eletricitista na tensão de passo (o risco aumenta nas subestações).

O calçado condutivo deve ser enviado para ensaio sempre que for notada deficiência no uso diário, ou seja, choques ou formigamento nos eletricitistas devido alteração das características do solado.

#### b) Vestimenta Condutiva

A vestimenta condutiva, empregada no método ao potencial, tem a finalidade de proteger o eletricitista, que faz contato com o condutor, contra os efeitos do campo elétrico existente em torno dos condutores (como uma gaiola de Faraday - fenômeno no qual uma superfície condutora eletrificada possui campo elétrico nulo em seu interior, dado que as cargas se distribuem de forma homogênea na parte mais externa da superfície condutora). É composta de calça, jaqueta, luvas e meia de tecido contendo fibras microscópicas de aço inoxidável.

A roupa deve ser retirada de uso e encaminhada para análise sempre que for notada deficiência no uso diário, ou seja, choques ou formigamento nos eletricitistas,

A vestimenta deve ser lavada a seco ou em lavadora elétrica com lavagem por tombamento da roupa.



### c) Cordas Isolantes

A utilização de cordas sintéticas em contato com partes energizadas tem causado controvérsias entre diversas empresas de energia elétrica, tanto no âmbito nacional como internacional. Isso porque, se por um lado seu uso pode facilitar vários tipos de trabalho, reduzindo tempo e ferramental, por outro lado, apresenta dois problemas principais:

- ✓ (1º) absorção de poluição e umidade não detectável visualmente;
- ✓ (2º) eventual perda progressiva de resistência mecânica devido à circulação de correntes de fuga aliada ao baixo ponto de fusão.
- ✓ Devido a essas questões é imprescindível que os seguintes "procedimentos especiais" para sua utilização e armazenamento sejam tomados:
- ✓ Intercalar entre a corda e o ponto energizado um bastão isolante com comprimento adequado à classe de tensão;
- ✓ Adotar cordas de cor branca para facilitar a identificação de sujeira;
- ✓ Adotar cordas fabricadas de polipropileno, preferencialmente multifilamento, por ter absorção nula de água pelas fibras, maior facilidade de manuseio e maior resistência a elevadas temperaturas;
- ✓ Realizar teste de umidade (Isolação), com testador de bastões antes de iniciar qualquer serviço ao potencial;
- ✓ Manter as cordas em recipientes próprios (sacolas de lona por não reterem a umidade) durante transporte e serviços de campo, não permitindo seu contato com o solo (utilizá-las sobre a lona);
- ✓ Não usar cordas de linha energizada (aquelas que podem tocar o condutor) em outros tipos de serviço;
- ✓ Evitar que as cordas sejam friccionadas contra cantoneiras ou superfícies abrasivas, pois devido ao seu baixo ponto de fusão, o calor provocado pela fricção pode fundir fios e reduzir sua resistência;
- ✓ Nunca arrastar, pisar ou deixar cair objetos pesados sobre as cordas, para não deteriorar suas características mecânicas e elétricas por abrasão e contaminação;

- ✓ Examinar rigorosamente as cordas quanto à umidade e sujeira antes de cada serviço. Havendo suspeita de condições inseguras, elas devem ser substituídas;
- ✓ Periodicamente, deverá ser feita uma inspeção visual para verificar a existência de cortes, abrasão ou contaminação;
- ✓ Armazenar em local seco, onde não absorva umidade;
- ✓ Nunca armazenar cordas (de linha energizada) sujas ou molhadas;
- ✓ Lavar as cordas com sabão neutro, sempre que necessário, colocando-as para escorrer e secar a sombra para não receber raios ultravioletas. O local deve ser livre de poluição.
- ✓ Evitar utilizar cordas para suportar um eletricista em qualquer situação de serviço que envolver seu contato entre fase e terra ou entre fases.
- ✓ Não permitir que cordas toquem o condutor energizado em regiões com alto nível de poluição (industrial ou salina).
- ✓ Respeitar sempre os limites das cordas (carga de ruptura e de trabalho), conforme tabela abaixo:

Tabela 3 – Cargas de ruptura e máxima de trabalho para cordas

<b>Diâmetro (polegadas)</b>	<b>Diâmetro (mm)</b>	<b>Carga de ruptura (kgf)</b>	<b>Carga máxima de trabalho (kgf)</b>
1/2 "	12,7	1809	381
5/8"	15,8	2671	508
3/4"	19	3662	726

Fonte: Manual de Manutenção em Instalações Energizadas - ELETROBRÁS/CCON

#### 5.2.1.8 Comunicação

As equipes de manutenção devem ter à mão sistemas e equipamentos de comunicação eficientes para manter contato, em qualquer tempo e de qualquer lugar do campo, com as demais áreas da empresa e órgãos de operação. Antes de iniciar o serviço de campo, deve ser testada a eficácia do sinal entre o local de trabalho e a Coordenação da Operação.

Caso os sistemas disponíveis não tenham sinal suficiente (telefonia celular ou por satélite), devido a obstáculo ou por ser área de sombra, é imprescindível que se estabeleça um sistema de “ponte de comunicação” utilizando-se de rádios manuais de alcance local (radio tipo “Talk About” com abrangência de 3 km, ou similar).

Para isso a equipe deverá estar equipada com comunicação principal “via celular”, com no mínimo 2 (dois) aparelhos, com retaguarda “via satélite” instalada em dois veículos e, para comunicação local com 2 (dois) conjuntos de rádio manual (um para comunicação torre-solo, principalmente em situações de vento, e outro para “comunicação por ponte”, como citado).

Nos formulários “PTL LE – Permissão para Trabalhos em Linhas – Linha Energizada” deverá constar que o religamento da LT (caso ela se desligue), somente poderá ser realizado com expressa autorização do responsável pela equipe de campo, indicado no documento.

Não deve ser permitida a execução de serviços em linha energizada sem comunicação eficaz que preserve a segurança do pessoal e do sistema de transmissão. Para assegurar a existência de sinal durante todo o serviço, testes de comunicação devem ser realizados a cada 30 (trinta) minutos entre o campo e o órgão de operação. O Chefe da Equipe deve suspender o serviço quando o sinal for deficiente.

#### 5.2.1.9 Regras gerais de segurança

- ✓ Uma vez que não há interrupção no fornecimento de energia durante a execução dos serviços de campo, o tempo de execução não é fator importante e jamais deverá interferir na aplicação integral das normas de segurança.

- ✓ No caso de paralisação dos serviços já iniciados (devido a condições meteorológicas desfavoráveis), deve-se retirar da torre todo ferramental que esta sendo utilizado. Caso não seja possível retirá-los devem-se fixar todos os componentes instalados, antes da paralisação, para suportar ventos e vibrações e comunicar ao Órgão de Operação / Encarregado Geral;
- ✓ Verificar se o sistema de aterramento da estrutura está em perfeitas condições;
- ✓ Todo material metálico ao ser içado para a estrutura deve tocar nela antes do eletricista;
- ✓ Qualquer material metálico deve ser encostado no condutor para equalização de cargas elétricas antes de ser tocado pelo eletricista ao potencial, Isso evitará pequenos choques que poderão resultar em desconforto e acidentes (quanto maior a massa do material maior será o choque pela carga acumulada);
- ✓ No método ao potencial, para fazer contato com o condutor energizado, o eletricista deve usar o bastão de contato ao potencial;
- ✓ Antes de soltar a cadeia de isoladores, o eletricista da torre deve aterrará-la no isolador mais próximo da extremidade com o bastão de aterramento estático (composto de bastão isolante com conector e cabo de cobre isolado). Da mesma forma, o procedimento de equalização de cargas estáticas deve ser executado pelo eletricista ao potencial, quando afastar a outra extremidade da cadeia. Esse procedimento evitará choques devido à diferença de potencial entre a cadeia e o eletricista. Procedimento inverso deve ser usado para retornar com a cadeia à sua posição original, depois de realizada a manutenção;
- ✓ Peças ou acessórios de pequeno porte devem ser colocados em sacolas apropriadas e presas à torre durante o serviço, evitando incidentes;
- ✓ Nas LT em que os cabos pára-raios são isolados, eles não devem ser tocados em nenhum momento. O Chefe de Equipe deve ficar atento em todas as etapas de execução, alertando aos executantes sobre o risco de choque elétrico.

- ✓ Se para execução do serviço for necessária constante aproximação dos cabos, eles devem ser aterrados para prevenção contra descargas elétricas;
- ✓ Não devem ser usados relógios, pulseiras e outros adornos metálicos durante a realização de qualquer serviço na torre para evitar os efeitos da indução;
- ✓ O eletricitista em serviço na torre não pode fumar, mantendo o máximo de atenção ao que está sendo executado;
- ✓ Deve ser proibida a ingestão de bebida alcoólica ou medicamentos que possam alterar o comportamento e o reflexo do eletricitista;
- ✓ Os eletricitistas do solo devem prestar o apoio necessário aos eletricitistas em serviço na torre;

#### 5.2.1.10 Relacionamento com a gerência de operação de linhas da região

Devem ser seguidos os seguintes passos para Liberação da Linha:

- ✓ Encaminhamento à Gerência de Operação de Linha, com 12 dias de antecedência, do formulário "PTL LE", devidamente preenchido pelo Coordenador;
- ✓ Aprovação e comunicação do "PTL LE" pela Gerência de Operação de Linha;
- ✓ O responsável pela manutenção deve fazer a solicitação de liberação para o Supervisor de Operação de Linhas da Região e este para o "COS – Centro Operação Sistema" pedindo liberação, conforme "PTL LE";
- ✓ O Supervisor de Operação de Linhas da Região confirma a liberação para o responsável da manutenção com o EI – Notificação de Entrega de Instalação;
- ✓ Após o término dos serviços, o responsável pela manutenção informa ao Supervisor de Operação de Linhas da Região a liberação da linha e este ao despacho, através do documento EI – Notificação de Entrega de Instalação.

### 5.3. PROCEDIMENTO GERAL DE SEGURANÇA PARA MANUTENÇÃO COM LINHAS DESENERGIZADAS

A seguir são definidos os procedimentos e normas a serem adotados pelas equipes de manutenção para a execução de serviços em linhas de transmissão desenergizadas para a troca de isoladores, reparos em cabos condutores, substituição de acessórios de cadeias, etc.

#### 5.3.1 Desenergização

A desenergização é um conjunto de ações coordenadas, seqüenciadas e controladas, destinadas a garantir a efetiva ausência de tensão no circuito, trecho ou ponto de trabalho, durante todo o tempo de intervenção e sob controle dos trabalhadores envolvidos.

Somente serão consideradas desenergizadas as instalações elétricas liberadas para trabalho, mediante os procedimentos apropriados e obedecida a seqüência a seguir, conforme Item da NR-10.5.1: **DICAS**

**Desligamento ou Seccionamento**

**Impedimento de reenergização**

**Constatação de ausência de tensão**

**Aterramento temporário com equipotencialização dos condutores dos circuitos**

**Sinalização de impedimento de reenergização**

##### **a) Desligamento ou Seccionamento**

É o ato de promover a descontinuidade elétrica total, com afastamento adequado entre um circuito ou dispositivo e outro, obtida mediante o acionamento de dispositivo apropriado (chave seccionadora, interruptor, disjuntor), acionado por

meios manuais ou automáticos, ou ainda através de ferramental apropriado e segundo procedimentos específicos.

#### **b) Impedimento de reenergização**

É o estabelecimento de condições que impedem, de modo reconhecidamente garantido, a reenergização do circuito ou equipamento desenergizado, assegurando ao trabalhador o controle do seccionamento. Na prática trata-se da aplicação de travamentos mecânicos, por meio de fechaduras, cadeados e dispositivos auxiliares de travamento ou com sistemas informatizados equivalentes.

Deve-se utilizar um sistema de travamento do dispositivo de seccionamento, para o quadro, painel ou caixa de energia elétrica e garantir o efetivo impedimento de reenergização involuntária ou acidental do circuito ou equipamento durante a execução da atividade que originou o seccionamento. Deve-se também fixar placas de sinalização alertando sobre a proibição da ligação da chave e indicando que o circuito está em manutenção.

O risco de energizar inadvertidamente o circuito é grande em atividades que envolvam equipes diferentes, onde mais de um empregado estiver trabalhando. Nesse caso a eliminação do risco é obtida pelo emprego de tantos bloqueios quantos forem necessários para execução da atividade.

Dessa forma, o circuito será novamente energizado quando o último empregado concluir seu serviço e destravar os bloqueios. Após a conclusão dos serviços deverão ser adotados os procedimentos de liberação específicos.

A desenergização de circuito ou mesmo de todos os circuitos numa instalação deve ser sempre programada e amplamente divulgada para que a interrupção da energia elétrica reduza os transtornos e a possibilidade de acidentes. A reenergização deverá ser autorizada mediante a divulgação a todos os envolvidos.

**c) Constatação da ausência de tensão**

É a verificação da efetiva ausência de tensão nos condutores do circuito elétrico.

Deve ser feita com detectores testados antes e após a verificação da ausência de tensão, sendo realizada por contato ou por aproximação e de acordo com procedimentos específicos.

**d) Instalação de aterramento temporário com equipotencialização dos condutores dos circuitos**

Constatada a inexistência de tensão, um condutor do conjunto de aterramento temporário deverá ser ligado a uma haste conectada à terra. Na sequência, deverão ser conectadas as garras de aterramento aos condutores fase, previamente desligados.

OBS.: Trabalhar entre dois pontos devidamente aterrados.

**f) Proteção dos elementos energizados existentes na zona controlada**

Define-se zona controlada como, área em torno da parte condutora energizada, segregada, acessível, de dimensões estabelecidas de acordo com nível de tensão, cuja aproximação só é permitida a profissionais autorizados, como disposto no anexo II da Norma Regulamentadora N°10. Podendo ser feito com anteparos, dupla isolação invólucros, etc.

**g) Sinalização de impedimento de reenergização**

Deverá ser adotada sinalização adequada de segurança, destinada à advertência e à identificação da razão de desenergização e informações do responsável.

Os cartões, avisos, placas ou etiquetas de sinalização do travamento ou bloqueio devem ser claros e adequadamente fixados. No caso de método alternativo, procedimentos específicos deverão assegurar a comunicação da condição impeditiva de energização a todos os possíveis usuários do sistema.

Somente após a conclusão dos serviços e verificação de ausência de anormalidades, o trabalhador providenciará a retirada de ferramentas,



equipamentos e utensílios e por fim o dispositivo individual de travamento e etiqueta correspondente.

Os responsáveis pelos serviços, após inspeção geral e certificação da retirada de todos os travamentos, cartões e bloqueios, providenciará a remoção dos conjuntos de aterramento, e adotará os procedimentos de liberação do sistema elétrico para operação.

A retirada dos conjuntos de aterramento temporário deverá ocorrer em ordem inversa à de sua instalação.

### **5.3.2 Metodologia**

#### **5.3.2.1 Aterramento temporário**

Tem a finalidade da proteção dos trabalhadores contra os fatores que podem aparecer numa linha desenergizada e que são:

- ✓ Descargas atmosféricas diretas ou indiretas;
- ✓ Queda dos condutores energizados de outras linhas na linha desenergizada;
- ✓ Tensão induzida por linhas paralelas energizadas;
- ✓ Erro de manobras nas subestações.

Caso haja contato do eletricitista a linha, e houver o aparecimento desses fenômenos, haverá uma descarga para a terra através do corpo da pessoa, com consequência fatal na maioria das vezes. Portanto, ninguém deverá entrar em contato com a linha desenergizada, sem que a mesma esteja perfeitamente aterrada.

### 5.3.2.2 Relacionamento com a gerência de operação de linhas da região

Para a execução de um serviço em linhas desenergizadas devem ser seguidos os seguintes passos para Liberação da Linha:

- ✓ Preenchimento e encaminhamento do formulário “PTL, pelo coordenador com 12 dias de antecedência para a Gerência de Operação de Linha”;
- ✓ Aprovação e comunicação do “PTL” pela Gerência de Operação de Linha e pelo ONS;
- ✓ 30 (trinta) minutos antes da hora aprovada para execução, o responsável da empresa de manutenção deverá se comunicar com o Supervisor de Operação de Linhas da Região informando estar em condições de executar os trabalhos;
- ✓ O Supervisor de Operação de Linhas da Região deve confirmar a liberação para o responsável da empresa de manutenção com o EI – Notificação de Entrega de Instalação, indicando que a LT está isolada (linha separada de qualquer fonte de alimentação, mas não necessariamente aterrada) e liberada;
- ✓ Após receber estas informações, o responsável da manutenção comandará a instalação dos aterramentos, que são de responsabilidade exclusiva do encarregado do trabalho;
- ✓ Se o trabalho for interrompido por qualquer motivo, o encarregado deverá informar ao Supervisor de Operação de Linhas da Região;
- ✓ Depois de concluído os trabalhos, deverão ser retirados todos os aterramentos, o responsável da empresa de manutenção deverá comunicar ao Supervisor de Operação de Linhas da Região que a LT está desaterrada (curvatura do cabo devido ao peso) e liberada para operação;

- ✓ Devem ser anotados os nomes dos envolvidos na liberação e na autorização para entrada na LT e devolução da linha para operação no documento EI – Notificação de Entrega de Instalações.

### 5.3.2.3 Procedimentos para o Trabalho de Manutenção

#### 5.3.2.3.1 Planejamento / Preparação

Tomar conhecimento do trabalho com antecedência e prever criteriosamente o tempo para a sua execução. Estudar a metodologia a ser utilizada na execução dos trabalhos levando em consideração a existência de considerações desfavoráveis, tais como:

- ✓ Cruzamentos com linhas de transmissão, sub-transmissão e distribuição;
- ✓ Travessias sobre rios, rodovias, ferrovias, etc.;
- ✓ Linhas com pára-raios isolados.

Preparar os equipamentos, ferramental necessário, veículos, certificando-se que estejam em perfeitas condições de utilização e adequados ao tipo de trabalho a ser desenvolvido.

Dar especial atenção aos conjuntos de aterramento, separando, revisando e qualificando-os para o tipo de trabalho a ser realizado, como também os equipamentos de segurança, individuais e coletivos.

Planejar e determinar a atribuição de cada eletricista na execução do trabalho de acordo com a capacitação de cada um.

#### 5.3.2.3.2 Considerações Iniciais

A equipe de manutenção deve ser dotada de meios de comunicação confiáveis. Todos os eletricitistas devem estar equipados com materiais de segurança exigidos: capacete, cinto de segurança, bota isolante e luvas. Devem possuir conjuntos de aterramento completos, tantos quantos forem necessários para execução de um eficiente aterramento.

Não devem ser alteradas as seqüências do trabalho estabelecidas e descritas nas instruções específicas ou quando acordadas no planejamento do trabalho.

Qualquer etapa do serviço, onde se verifique a falta de segurança, não deve ser iniciado sem um estudo detalhado da mesma (método de trabalho, capacidade dos equipamentos, etc.).

Em qualquer trabalho nas linhas com pára-raios isolado, o eletricitista deverá evitar se posicionar na pontina(ponta da torre onde são conectadas as cadeias de isoladores) da torre, próxima ao cabo pára-raios. Na necessidade de aproximação ou manutenção no próprio pára-raios, o mesmo deverá ser aterrado antes de qualquer manobra e deverá ser tratado como se fosse o cabo condutor.

O tempo é fator importante no desenvolvimento dos trabalhos em linhas desenergizadas, pois sempre ocorre a interrupção no fornecimento de energia, porém, não há nenhum trabalho em que a urgência de execução justifique negligência na observação das normas de segurança.

#### **5.3.2.3.3 Localização do Aterramento nos Casos de Trabalhos Especiais**

Nos trabalhos realizados eventualmente, como a construção de variantes de LT's, modificação de cadeias, substituição de condutores, etc., os aterramentos deverão ser estudados pelos técnicos responsáveis pelo trabalho.

#### **5.3.2.4 Composição da Equipe**

Para a execução dos aterramentos são necessários no mínimo dois eletricitistas.

#### **5.3.2.5 Condições Gerais de Segurança**

Durante a execução dos trabalhos deverão ser observadas as normas de segurança, a disciplina e o planejamento. O encarregado pelo trabalho não deve afastar-se do local de trabalho, sempre atento aos aspectos de segurança e nas técnicas de execução.

##### **5.3.2.5.1 Trabalhar sempre entre dois aterramentos.**

Sempre que o trabalho requeira interrupção de continuidade do circuito (desconexão ou corte de cabos), deverão ser colocados aterramentos auxiliares adjacentes a este ponto, ou manter-se a continuidade através de jumpers, antes da execução do trabalho.

Antes do aterramento, considerar todos os cabos como energizados, inclusive os cabos pára-raios isolados, e evitar aproximação com o ponto em que o conector do cabo de aterramento esta preso à estrutura.

Os eletricitas posicionados no solo, quando possível, devem manter-se afastados da estrutura que sejam atingidos por queda de ferramentas e para evitar choques, provenientes das tensões de "Toque" ou de "Passos".

Nenhum trabalho deverá ser iniciado sem que o aterramento da LT.

Após a conclusão dos trabalhos o encarregado determinará a retirada dos aterramentos instalados.

Para a retirada dos aterramentos primeiramente desconectar o grampo preso ao cabo condutor e posteriormente o grampo preso à estrutura.

Após a retirada dos aterramentos e descida dos eletricitas da estrutura, o encarregado comunica ao Supervisor de Operação da LT que os trabalhos estão encerrados e que a LT está liberada (linha isolada e liberada pelo centro de operação de transmissão para a realização dos serviços de manutenção, ou quando a linha desaterrada pela manutenção e liberada para energização, após a conclusão dos serviços de manutenção) para operação.

No caso de duas ou mais equipes trabalhando na mesma linha e em locais diferentes, cada responsável pela frente do trabalho deverá providenciar a instalação e retirada dos aterramentos.

Por medida de segurança, peças ou acessórios de pequeno porte deverão ser acondicionados em sacolas apropriadas quando do içamento e descida da estrutura.

Nas linhas em que os cabos pára-raios são isolados, os mesmos não devem ser tocados em hipótese alguma.

Nos trabalhos em estruturas de suspensão como nas de ancoragem, deve-se sempre que possível, empregar uma escada para realização dos trabalhos, evitando que os eletricitistas saiam na cadeia de isoladores.

Os trabalhos envolvendo o uso de combustíveis devem ser afastados tanto quanto possível da linha energizada (equipamento/instalação com tensão elétrica ativa, onde o contato é realizado ao potencial ou à distância).

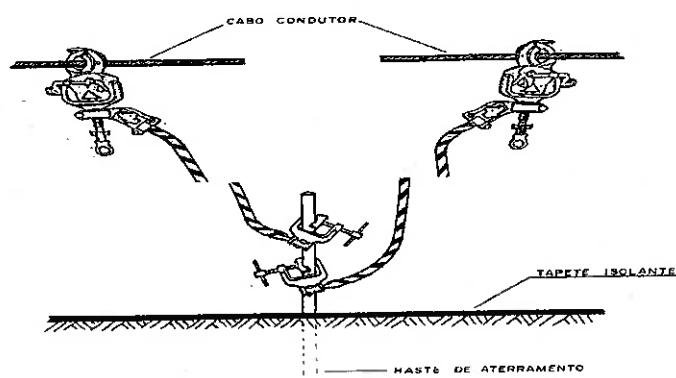


Figura 38 – Aterramento de cabos para emenda ou corte

Fonte: Empresa Padrão 15 abr 2007

Para a execução do aterramento é necessário manter a distância de segurança conforme tabela 3.

Tabela 4 – Distâncias de segurança

Classe de tensão (kv)	Distância para aterramento (m)
69	0,95
138	1,10
230	1,55
500/525	3,40

Fonte: Manual de manutenção em Instalações Energizadas – ELETROBRAS/CCON

#### 5.4 ELABORAÇÃO DAS TABELAS DE ANÁLISE DE RISCO E DEFINIÇÃO DOS CONTROLES A SEREM IMPLANTADOS

Conforme estabelecido no capítulo 3 foi elaborado para cada processo uma análise por atividade dos perigos, legislação aplicável e riscos considerando as preocupações de SSO – Saúde e Segurança do Trabalho, esta análise está documentada nos ANEXOS A e B. Com estes anexos às equipes tem informações relevantes sobre os controles necessários em cada processo e devem usá-los como subsídio para treinamento de novos profissionais e para revisão antes da realização de uma manutenção programada a fim de garantir que outros perigos não tenham surgido, e se tiverem deverão realizar a análise conforme anexo A para estes perigos e tomar as novas medidas de controle necessárias.



## 6 CONCLUSÕES

A Empresa Padrão, escolhida como referência, apresenta de fato uma estrutura de gestão de saúde e segurança ocupacional de nível internacional. Sua estrutura de procedimentos de trabalho e de treinamento dos profissionais é de excelente qualidade. Identificamos, porém, que a metodologia de análise de riscos aplicada pode ser aprimorada. Em vários pontos da documentação, foram encontrados riscos não identificados, que, na prática, eram considerados. Percebemos que isso ocorre devido ao fato de a Empresa Padrão não realizar análise de risco para cada atividade e cada processo de forma detalhada.

Consideramos muito importante que todos os riscos estejam documentados. Primeiro, porque todos os riscos e controles devem ser revisados antes de qualquer processo de manutenção, e a documentação facilita esta atividade. Segundo, porque, além disso, novos riscos devem ser identificados e documentados, antes do início dos trabalhos. Por último, para desenvolver nos profissionais o hábito da realização da tarefa de análise de riscos, a fim de preparar, tanto os profissionais experientes quanto aqueles que estão iniciando, para a realização das atividades de manutenção, considerando todas as precauções necessárias. Não devemos confiar apenas no treinamento do pessoal, quer seja ele experiente ou iniciante, pois, mesmo os profissionais experientes podem esquecer algum ponto importante, exatamente por se acreditarem completamente preparados.

Confirmamos ser fundamental o fato de a SSO ser uma das mais importantes preocupações da alta administração, pois, sem esta preocupação não há envolvimento, e, sem envolvimento, os recursos necessários como: equipe de pessoal, equipamentos, EPI's e treinamentos para a realização das atividades, podem não ser fornecidos com a qualidade necessária. Além do citado acima, é preciso que a organização estabeleça um sistema de gestão de saúde e segurança ocupacional, pois, mesmo havendo preocupação, por parte da alta

direção, isto não garante que as boas práticas sejam incorporadas à cultura da organização. Por esse motivo, é necessária a criação de um sistema que identifique problemas existentes e potenciais e tenha estrutura para promover ações corretivas e preventivas. A análise de risco detalhada e documentada é imprescindível e, em sequência a ela, ações e programas de prevenção devem ser definidos, buscando-se a melhoria dos processos de trabalho e a mitigação dos riscos. Os trabalhadores devem, além do que regulamenta a NR-10, ter treinamento específico para suas atividades e consciência dos riscos inerentes aos processos. As instruções de serviço devem ser explícitas e em linguagem de fácil compreensão para todos os trabalhadores envolvidos, além de serem completamente documentadas. Equipamentos, ferramentas, acessórios e instrumentos devem ser de excelente qualidade e sua manutenção deve obedecer criteriosamente às normas vigentes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASFAHL, C. R. **Gestão de segurança do trabalho e da saúde do trabalho**. Tradução: Sérgio Cataldi e Vera Visockis. São Paulo: Reichmann & Autores Editores, 2005. 446p.
- BARREIROS, D. *et al.* **Introdução a engenharia de segurança do trabalho**. USP. São Paulo. 2005. 134p.
- BENITE, Anderson Glauco. **Sistema de Gestão de Saúde e Segurança do Trabalho para Empresas Construtoras**. Dissertação apresentada à Escola Politécnica para obtenção do título de Mestre em Engenharia. São Paulo, 2004.
- BRASIL. Ministério do trabalho e do Emprego. **Normas Regulamentadoras**. Ed. Atlas. São Paulo. 2005. 803p.
- BRITO, S. S. de. **Energia, economia, meio ambiente: as fontes renováveis de energia no Brasil**. Revista Brasileira de Energia, Vol. 1, nº 3, 1990. Disponível em: <<http://sbpe.org.br/vln3t2>>. Acesso em: 26 jan. 2007.
- ELETROBRÁS/CCON. **Manual de Manutenção em Instalações Energizadas**.
- FABRO, Elton. **Modelo para planejamento de manutenção baseado em indicadores de criticidade de processo**. 2003. 99 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.
- ROCHA, Luiz Carlos Lumbreras. **Sindicato Mercosul – Bernardino Furtado**. Jornal Estado de Minas em: 21 mar. 2004.
- RIGGS, James L. **Administração da produção: planejamento, análise e controle**. São Paulo: Atlas, 1976.
- SLACK, Nigel et al. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 1997.
- TAVARES, Lourival. **Administração Moderna da Manutenção**. Rio de Janeiro. Editora Novo Pólo Publicações, 1999.

## BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

**A SEGURANÇA E SAÚDE DO TRABALHOCIAÇÃO BRASILEIRA DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA - ABRADEE.** Legislação. Leis. Apresenta índice de Leis Publicadas pela ANEEL e selecionadas. Disponível em: <<http://abradee.com.br/leis>>. Acesegurança e saúde do trabalho em: 30 out. 2006.

BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Atlas de energia do Brasil.** Brasília, MME, 2003.

COIMBRA, C. M. **A privatização do setor elétrico.** Disponível em: <<http://infojus.com.br/areas3/marciocoimbra>>. Acesegurança e saúde do trabalho em: 30 jan. 2007.

ONS - **Procedimentos de Rede referentes ao Acompanhamento da Manutenção dos Sistemas Elétricos** que inclui Programas Mensais e Plano Anual de Manutenção da Rede de Operação.

PANDAGGIS, L. R. **Legislação e Normas Técnicas.** USP. São Paulo. 2005. 224p.

RIBEIRO FILHO, L. F. **Sistema de gestão de segurança e saúde do trabalho – uma estratégia necessária nos tempos atuais.** Trabalho apresentado no 12º Congresso de segurança e saúde do trabalho da ANAMT. Goiânia. 2004. Não publicado.

SINDICATO DOS ENGENHEIROS NO ESTADO DE SÃO PAULO. **Avaliação da reforma do setor elétrico brasileiro.** São Paulo, janeiro de 2002. Disponível em: <<http://ilumina.org.br/reformaseesp>>. A segurança e saúde do trabalho em: 12 out. 2006.

HOLANDA, AURÉLIO BUARQUE DE. **Dicionário Aurélio 2ª edição.** Rio de Janeiro, Janeiro de 1988.

## GLOSSÁRIO

**Aceiro** - faixa de terreno que se limpou na faixa de servidão para evitar a propagação de incêndios, em torno das torres para salvaguardá-la das queimadas.

**Apud** - palavra latina usada para citações indiretas (citar documentos que não foram obtidos diretamente, mas através de outras obras).

**Aterrada** - se acha isolada e conectada rigidamente a terra, com suas partes curto-circuitadas.

**Bandolas** - equipamento para lançamento de cabos condutores, fixado na cadeia de isoladores.

**Balancim** - dispositivo/acessório destinado para acoplamento e sustentação dos cabos condutores ou feixes de sub-condutores.

**Berço** - suporte destinado para acomodar cadeia de isoladores.

**Buzz tester** - aparelho portátil para ensaios elétricos periódicos em bastões isolantes de linha viva.

**Cavalote** - acessório superior da cadeia de isoladores.

**Camaleão** - curva de nível para escoamento de águas nas vias de transporte.

**Camelongs** - esticadores destinados aos trabalhos de tracionamento de condutores.

**Catenária** - curvatura do cabo devido ao peso.

**Desaterrada** - linha isolada e ainda não conectada a terra ou quando o aterramento foi retirado após a conclusão dos trabalhos e antes de sua entrega à operação.

**Eletroplessão** – morte acidental ocorrida em virtude de carga elétrica.

**Epoxiglass** – resina que confere alta rigidez dielétrica e alta resistência mecânica.

**Estaiadas** – estrutura ancorada no chão por cabos de aço.

**Estais** - cabos de sustentação da torre ancorados no chão.

**Estropo** - cabo fechado nas pontas para içamento de peso.

**Ferro gusa** – é o produto imediato da fundição do minério de ferro com carvão e calcário, em um alto forno.

**Gaiola de Faraday** - fenômeno no qual uma superfície condutora eletrificada possui campo elétrico nulo em seu interior, dado que as cargas se distribuem de forma homogênea na parte mais externa da superfície condutora.

**Impedida** - linha que está com sua operação interdita até segunda ordem.

**Indutância** – propriedade de um circuito elétrico ou dois circuitos vizinhos, que determina a força eletromotriz que é induzida num dos circuitos, por uma determinada variação de corrente elétrica, no outro.

**Isolômetro** - aparelho portátil que permite localizar rapidamente um isolador defeituoso na cadeia de isoladores.

**Isolada** - linha separada de qualquer fonte de alimentação, mas não necessariamente aterrada.

**Isolador** – peça formada por material isolante, na qual se prendem os condutores, a fim de não tocarem uns nos outros ou nos suportes.

**Jugo** - equipamento utilizado com o bastão tensor ajustável para liberar a tensão mecânica das cadeias de isoladores, para suspensão ou ancoragem.

**Jumper** - enlace de continuidade do circuito elétrico.

**Linha liberada** - linha isolada e liberada pelo centro de operação de transmissão para a realização dos serviços de manutenção, ou quando a linha desaterrada pela manutenção e liberada para energização, após a conclusão dos serviços de manutenção.

**Linha viva** – equipamento/instalação com tensão elétrica ativa, onde o contato é realizado através de dispositivo de proteção isolante.

**Linha energizada** - equipamento/instalação com tensão elétrica ativa, onde o contato é realizado ao potencial ou à distância.

**Mata burro** – fosso escavado na boca dos cortes ou das porteiras, coberto por traves espaçadas, para impedir a passagem de animais.

**Misula** - estrutura para sustentação de cabos pára-rios e condutores

**Mourão** – poste mais grosso, que se finca entre os esticadores, no qual se pregam os fios da cerca de arame.

**Munhão** - equipamento rosqueável no parafuso tensor, através de auxílio da chave catraca para tensionar o condutor, transferindo a carga da cadeia para o conjunto tensionador.

**Palnuts** - acessório de travamento de porcas no parafuso.

**Pedras de mão** - pedras utilizadas para fazer base de construção ou drenos

**Pontina** - ponta da torre onde são conectadas as cadeias de isoladores.

**Rádio tipo talk about** - rádio portátil de alcance próximo a 03 quilômetros.

**Revil** - sistema de roldanas indispensáveis nas operações de movimentação e içamento de cargas.

**Stubs** - dispositivos acoplados às fundações de concreto, com objetivo de fixação da estrutura metálica.

**Tentos** - componentes de formação do cabo condutor.

**Termovisor** - filmadora sensível a raios infravermelhos, que permite a visão de pontos quentes.

---

**Tiror** - dispositivo para tração de cabos condutores e pára-raios.

**Vante** - vão à frente da torre de referência.

**Vau** - passagem de água no acesso.

**Visada** - campo de visão possível, a olho nu ou com binóculo.



## ANEXO A

## Relatório de Estatística de Acidentes do Setor Elétrico Brasileiro - 2006

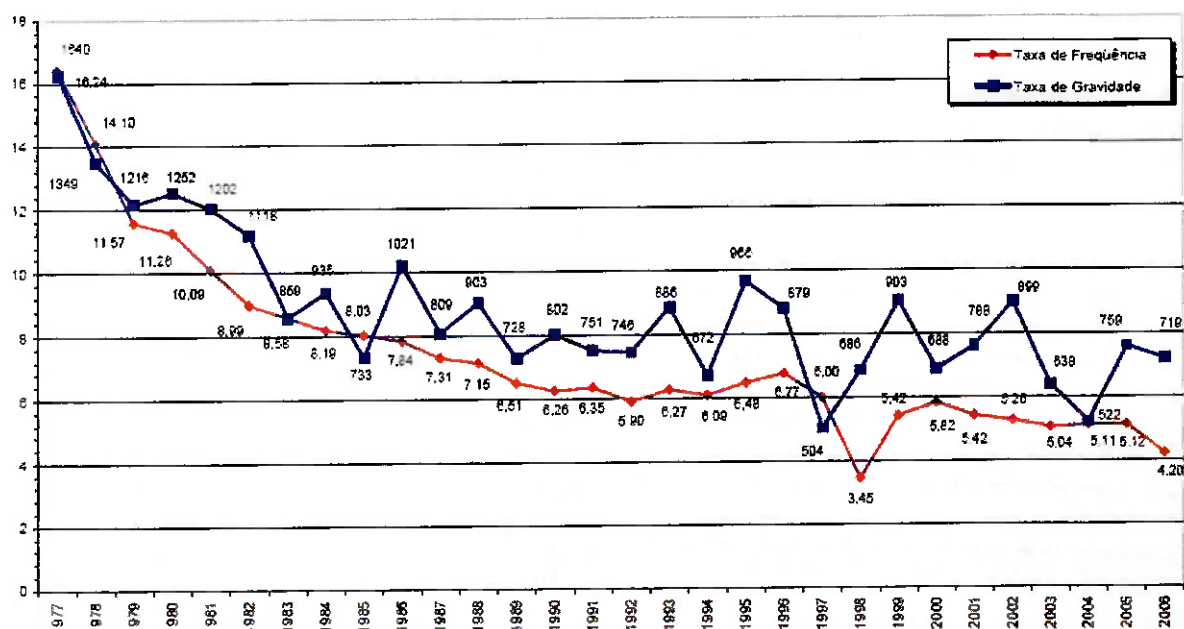
## Dados Globais

1 - Empresas	72
2 - Empregados próprios	101.105
3 - Horas-Homem de Exposição ao Risco	200.219.744
4 - Acidentados Típicos com Afastamento	840
5 - Tempo Computado (dias)	144.018
6 - Número Médio de Clientes	62.043.384

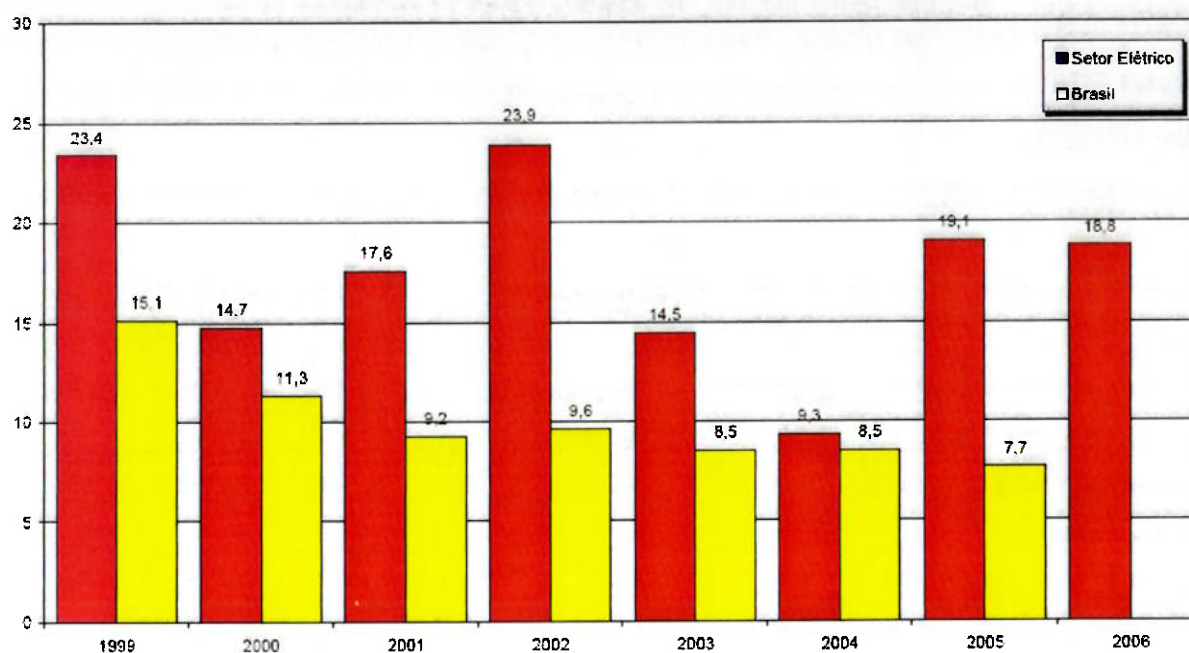
Fonte: fundação COGE – [www.funcoge.org.br](http://www.funcoge.org.br)

## Relatório de Estatística de Acidentes do Setor Elétrico Brasileiro - 2006

## Histórico das Taxas de Acidentados do Setor



Fonte fundação COGE – [www.funcoge.org.br](http://www.funcoge.org.br)

**Relatório de Estatística de Acidentes do Setor Elétrico Brasileiro - 2006****Nº de Acidentados Fatais Típicos por 100.000 Trabalhadores**

Fonte: site da Previdência Social em 11/05/2007

Fonte Fundação COGE – [www.funcoge.org.br](http://www.funcoge.org.br)

## ANEXO B

### IRPC - IDENTIFICAÇÃO DE RISCOS, PERIGOS E CONTROLES NAS FRENTES DE TRABALHO

EMPREENDIMENTO:	PROCESSO:	LT:
EQUIPE:	PERÍODO:	O.S:

ITEM	DESCRIÇÃO DO PROCESSO	ITEM DO PERIGO - PLANILHA GERAL DE IDENTIFICAÇÃO DE PERIGOS, RISCOS E CONTROLES
1	INSPEÇÃO DETALHADA	1,2,3,4,7,8,9,10,14,15,17,21
2	SUPRESSÃO VEGETAL TOTAL, VÃO E ACESSO	1,2,3,4,5,6,7,8,9,12,13,17,18,19,20,21
3	RECUPERAÇÃO DE ACESSO	1,2,3,4,5,6,7,8,9,12,13,17,18,19
4	SECCIONAMENTO E ATERRAMENTO DE CERCAS	1,2,3,4,8,9,11,12,13,17,18,21
5	MANUTENÇÃO EM LINHA VIVA CADEIA LATERAL	1,2,3,4,5,6,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17
6	MANUTENÇÃO EM LINHA VIVA CADEIA CENTRAL	1,2,3,4,5,6,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17
7	MANUTENÇÃO EM LINHA VIVA CADEIA DE ANCORAGEM	1,2,3,4,5,6,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17
8	MANUTENÇÃO EM CABOS CONDUTORES	1,2,3,4,5,6,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17

ITEM	TRABALHADORES ENVOLVIDOS NA ATIVIDADE	ASSINATURA
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

LOCAL/TORRE	RISCOS ENCONTRADOS NÃO PREVISTOS	MEDIDAS DE CONTROLES ADOTADAS	DATA	ASSINATURA DO RESPONSÁVEL

# ANEXO C

PLANILHA DE ANÁLISE DE RISCOS E DEFINIÇÃO DE CONTROLES

ANEXO 1 - FICHA DE AVALIAÇÃO DE RISCO E DE CONTROLE																
Identificação					Preocupações de SSO				Gerenciamento	Preocupações de SSO - Após Controle				Aceitação		
Item de perigo	Condições de Operação	Perigos	Legislação	Riscos	S E V	A B R	F R E	P R O D	Controles Operacionais	S E V	A B R	F R E	P R O D			
1	Anormal	Acidente de Carro - Colisões, capotamento e atropelamentos	NR-11: 11.1.6; NR-18: 18.14, 18.25.1, 18.25.2, 18.31	Lesões múltiplas/ Lesões graves e Acidente fatal	3	2	1	6	Obedecer sinalização de segurança e normas de trânsito; Realizar e controlar as manutenções preventivas e corretiva; Realizar treinamento de direção defensiva; Plano de emergência e contingência; Plano de primeiros socorros.	2	2	1	4	SIM		
2	Normal	Radiação Solar	NR-9: 9.3.5.4, 9.3.5.5; NR-10: 10.2.9; NR-15: Anexo 7; NR-16: 16.5; NR-21: 21.2	Lesões nos olhos e na pele; Câncer de pele	2	2	3	12	Todos devem utilizar óculos de proteção solar quando necessário e protetor solar no rosto, pescoço, braços e mãos; Uniforme manga longa e calçado de segurança.	1	2	2	4	SIM		
3	Anormal	Cortes e/ou ferimentos por ferramentas ou materiais	NR-12; NR-18: 18.25.5.e	Lesões contusas/ cortantes	2	2	1	4	1 - No transporte rodoviário: O material transportado, como ferramentas e equipamentos, deve estar acondicionado em compartimentos separados dos trabalhadores, de forma a não causar lesões aos mesmos numa eventual ocorrência de acidente com o veículo.	1	2	1	2	SIM		
4	Normal	Excesso de horas dentro do carro	NR-17: 17.6.1	Problemas osteomusculares;	2	2	1	4	Pausa de 10 minutos, após 2 horas de traslado.	1	2	1	2	SIM		
5	Anormal	Incêndio / explosão no transporte de inflamáveis; Manuseio de lubrificantes e produtos químicos para limpeza	NR-23: 23.11; NR-20: NR-18: 18.22.5, 18.31; NR-26	Lesões múltiplas/ queimaduras e Acidente Fatal	3	2	1	6	Armazenamento Adequado; Sinalização de Segurança; FISPQ's; Preparação e atendimento a emergências; Treinar com base na FISPQ's manuseio e transporte; Plano de primeiros socorros; Plano de emergência e contingência.	2	2	1	4	SIM		
6	Normal	Contato com líquidos combustíveis	NR-20; NR-23; NR-18	Intoxicação/ dermatite de contato	2	1	1	2	Treinar com base na FISPQ's manuseio e transporte; Utilização de EPIs: Luvas, máscara, Uniforme manga longa e calçado de segurança. Plano de primeiros socorros; Plano de emergência de derrames.	1	2	1	2	SIM		

PLANILHA DE ANÁLISE DE RISCOS E DEFINIÇÃO DE CONTROLES

Identificação				Preocupações de SSO				Gerenciamento				Preocupações de SSO - Após Controle				Aceitação	
Item de perigo	Condições de Operação	Perigos	Legislação	Riscos	S E V	A B V	F R E	P R O D	Controles Operacionais	S E V	A B V	F R E	P R O D	SIM		SIN	
7	Normal	Trabalhos em superfícies escorregadias e acidentadas	NR-16:16.5;NR-17: 17.6.2, NR-18:18.31;NR-24	Lesões por quedas ou morte;Sobrecarga muscular	2	2	2	8	Todos os EPI's devem ser inspecionados periodicamente, conforme orientações do fabricante;Usar calçado e luva de segurança; perneira; óculos de segurança e capacete com jugular; Realizar uma vistoria em toda área na qual se desenvolverão as atividades,	1	2	2	4	SIM			
8	Normal	Trabalho sujeito a ataque de animais peçonhentos ou insetos: cobras, escorpiões, abelhas	NR-17:17.5;NR-18;NR-21;NR-15	Lesões/ Picadas/ Mordeduras de insetos e animais	2	2	2	8	Todos os EPI's devem ser inspecionados periodicamente, conforme orientações do fabricante;Fazer uso constante de perneira de segurança em áreas com vegetação alta ou rasteira. Uniforme manga longa e calçado de segurança, passar repelente nas partes descob	1	2	1	2	SIM			
9	Anormais	Condições atmosféricas adversas - Descargas atmosféricas e queda de árvore	NR-10:10.7;NR-16:16.5;NR-17:17.6.2;NR-21;NR-24	Choque Elétrico,queimaduras, lesões e morte	2	2	1	4	Sob condições atmosféricas adversas os profissionais deverão aguardar em local adequado (carro ou casa, nunca sob árvores). Após melhora das condições climáticas, devem ser avaliadas as condições dos locais de trabalho, a fim, de amenizar os riscos de de	1	2	1	2	SIM			

PLANILHA DE ANÁLISE DE RISCOS E DEFINIÇÃO DE CONTROLES

Identificação					Preocupações de SSO				Gerenciamento		Preocupações de SSO - Após Controle				Aceitação	
Item de perigo	Condições de Operação	Perigos	Legislação	Riscos	S E V	A B R	F R E	P R O D	Controles Operacionais		S E V	A B R	F R E	P R O D	S/N	
10	Normal	Trabalho em alturas com exposição à radiação solar	NR-15 -Anexo 17; NR-17: 17.6.2; NR-21: 21.2; NR-24: 24.3, 10, 24.7.1.2	Queimaduras/ insolação e desidratação	2	2	2	8	Todos os EPI's devem ser inspecionados periodicamente, conforme orientações do fabricante; Os profissionais devem utilizar óculos de proteção para radiação UV, quando expostos ao sol; Utilizar-se de luvas de segurança, capacete com jugular, calçado de segu		1	2	2	4	SIM	
11	Normal	Trabalho com eletricidade	NR-10: 10.2.9, 10.2.9.2, 10.7; NR-16: 16.5; NR-17: 17.6.2; NR-18: 18.21.21, 18.23.3	Choque Elétrico, queimaduras, lesões e morte	3	2	2	12	Procedimento segurança de trabalhos com linha energizadas e linhas desenergizadas (veja capítulo 3 da Monografia - 3.1.3.2 e 3.3); Uso de EPIs adequados: óculos de proteção para radiação UV, quando expostos ao sol; Utilizar-se de luvas de segurança, capac		2	2	1	4	SIM	
12	Normal	Levantamento e transporte manual de peso e volumes em alturas e no solo	NR-17: 17.6.2; NR-18: 18.18.14.11, 18.22.15	Lesões osteomioarticulares	2	2	1	4	Treinamento operacional para movimentação de materiais; Materiais pequenos levados em capangas; materiais de grande porte/peso içados por cordas; Materiais de grande porte/peso no chão devem ser transportados por 2 pessoas ou mais e realizar a análise er		1	2	1	2	SIM	

PLANILHA DE ANÁLISE DE RISCOS E DEFINIÇÃO DE CONTROLES

PLANILHA DE ANÁLISE DE RISCOS E DEFINIÇÃO DE CONTROLES																
Identificação					Preocupações de SSO				Gerenciamento		Preocupações de SSO - Após Controle				Aceitação	
Item de perigo	Condições de Operação	Perigos	Legislação	Riscos	S E V	A B R	F R E	P R O D	Controles Operacionais	S E V	A B R	F R E	P R O D	S/N		
13	Normal	Trabalho sujeito a cortes ou ferimentos	NR-12: 12.3.3; NR-17: 17.6.2, 17.6.3; NR-18: 18.22.3, 18.22.9, 18.28.1	Lesões	1	2	3	6	Todos os EPI's devem ser inspecionados periodicamente, conforme orientações do fabricante; Utilizar-se de luvas de segurança, óculos de segurança, capacete com jugular, calçado de segurança; uniforme de manga longa e realizar as atividades com toda a atenç	1	2	2	4	SIM		
14	Normal	Trabalhos em altura / Queda de pessoas	NR-10: 10.7, 10.2.9.1, 10.2.9.2; NR-18: 18.22.15, 18.23.3	Lesões causadas por quedas	3	2	2	12	Todos os EPI's devem ser inspecionados periodicamente, conforme orientações do fabricante; Utilizar cinto de segurança tipo pára-quedistas conjugado com eletricista mantendo-o sempre a ponto seguro e resistente quando estiver acima de 2 metros de altura;	2	2	1	4	SIM		
15	Normal	Na Torre Arranjo físico inadequado e Postura Inadequada	NR-17: 17.6.2; NR-24; NR-18	Lesões contusas/ cortantes; Lesões osteomioarticulares	2	2	2	8	Análise Ergonomica: Seguir orientação quanto à postura adequada na movimentação de cargas, tais como: Posicionar-se o mais próximo possível da carga a ser movimentada; Manter o dorso plano, coluna vertebral reta; Trabalhar principalmente com as musculatur	1	2	2	4	SIM		
16	Anormal	Queda de materiais sobre pessoas e equipamentos	NR-09: 9.3.5.4; NR-10: 10.2.9; NR-18: 18.14, 18.22.9, 18.22.15	Lesões contusas/ cortantes e morte	3	2	1	6	Todos os EPI's devem ser inspecionados periodicamente, conforme orientações do fabricante; Usar calçado e luva de segurança; pemeira; óculos de segurança e capacete com jugular; Fazer uso de capanga de lona para acondicionamento e transporte de ferramentas	2	2	1	4	SIM		
17	Normal	Microbiológicos (bactérias, fungos e parasitas)	NR-18; NR-24: 24.3.10, 24.3.15, 24.7.1	Intoxicação alimentar	1	2	1	2	Utilização de Água da Rede Pública ou água mineral; Só utilizar restaurantes credenciados; Manter a higiene corporal.	1	2	1	2	SIM		