



Universidade Federal de Campina Grande
Centro de Engenharia Elétrica e Informática
Departamento de Engenharia Elétrica
Coordenação de Graduação de Engenharia Elétrica

Relatório da Disciplina Estágio Integrado de Engenharia Elétrica

Aluno: Natalino Francisco Gonçalves
Orientador: Bruno Barbosa Albert
Empresa: Teccel Tecnologia da Construção Civil e Elétrica Ltda

Campina Grande, junho de 2006.



Biblioteca Setorial do CDSA. Fevereiro de 2021.

Sumé - PB

Agradecimentos

Agradeço a DEUS pela vida, a minha família pela paciência e ajuda financeira, aos meus amigos e companheiros de trabalho da Teccel (Tecnologia da Construção Civil e Elétrica), mais precisamente, às equipes de construção, manutenção e manutenção emergencial (Plantão) pelo apoio e conhecimentos obtidos e o auxílio oferecido ao longo do estágio, também ao orientador professor Bruno Barbosa Albert, ao coordenador da manutenção Danilo e ao gerente Antônio Rolim.

Sumário

1	Introdução.....	1
2	A Empresa.....	2
3	Conceitos Básicos.....	4
3.1	Sistema de Distribuição.....	4
3.2	Rede Aérea de Distribuição Urbana.....	4
3.3	Rede Primária.....	4
3.4	Alimentador de Distribuição.....	4
3.5	Tronco de Alimentador.....	4
3.6	Ramal de Alimentador.....	4
3.7	Rede Secundária.....	4
3.8	Ramal de Ligação.....	5
3.9	Falta.....	5
3.9.1	Falta permanente.....	5
3.9.2	Faltas temporárias ou transitórias.....	5
3.10	Curto-Circuito.....	5
3.11	Corrente de Curto-circuito.....	6
3.12	Sobrecorrente.....	6
3.13	Sobretensão.....	6
4	O Estágio.....	7
4.1	Segurança no trabalho.....	7
4.1.1	Regras de Ouro.....	7
4.1.1.1	Desligar-1º Regra.....	7
4.1.1.2	Impedir-2º Regra.....	8
4.1.1.3	Constatar- 3º Regra.....	8
4.1.1.4	Aterrar-4º Regra.....	9
4.1.1.5	Sinalizar-5º Regra.....	10

4.1.2	Equipamentos de proteção coletiva (EPC's).....	10
4.1.3	Equipamentos de proteção individual (EPI's).....	11
4.2	Equipamentos, materiais e ferragens elétricas	12
4.2.1	Acessórios	13
4.2.1.1	Arruela quadrada	13
4.2.1.2	Arruela redonda.....	13
4.2.1.3	Elo fusível.....	13
4.2.1.4	Seccionador de cercas	14
4.2.1.5	Espaçador de fases.....	15
4.2.2	Cabos	15
4.2.2.1	Condutores de alumínio (CA)	15
4.2.2.2	Condutores de alumínio com alma de aço (CAA)	16
4.2.2.3	Cabos concêntricos.....	16
4.2.2.4	Cabo pré-reunido ou de alumínio multiplexado.....	17
4.2.3	Equipamentos	17
4.2.3.1	Equipamentos de iluminação pública (IP).....	17
4.2.3.2	Chave seccionalizadora tipo faca	18
4.2.3.3	Chave fusível.....	18
4.2.3.4	Pára-raios de distribuição	18
4.2.3.5	Transformador de distribuição	19
4.2.4	Ferragens Eletrotécnicas.....	20
4.2.4.1	Armação secundária de um ou dois estribo.....	20
4.2.4.2	O gancho olhal, a manilha sapatilha e o olhal para parafuso	20
4.2.5	Isoladores.....	21
4.2.5.1	Tipo castanha.....	21
4.2.5.2	Tipo Roldana	21
4.2.5.3	Tipo disco	21
4.2.5.4	Tipo pino	21
4.2.6	Amarrações.....	22
4.2.6.1	Alças pré-formadas.....	22
4.2.6.2	Laço preformado para roldana	22
4.2.6.3	Fio nu de alumínio recozido e fita de alumínio.....	23
4.2.7	Conexões	23

4.2.7.1	Conector perfurante.....	23
4.2.7.2	Conector paralelo bimetálico.....	23
4.2.7.3	Luva de emenda.....	23
4.2.7.4	Conector tipo cunha.....	24
4.2.7.5	Grampo de linha viva	24
4.2.8	Postes.....	24
4.2.9	Cruzetas.....	25
5	<i>Inspeções em campo</i>	25
5.1.1	Manutenção do sistema de distribuição.....	25
5.1.2	Construção de redes elétricas	33
5.1.2.1	Interpretação do projeto.....	33
5.1.2.2	Planejamento da obra	33
5.1.2.3	Separação de materiais.....	34
5.1.2.4	Transporte de pessoal, equipamentos e materiais.	34
5.1.2.5	Sinalização da área de trabalho	34
5.1.2.6	Locação de estruturas	34
5.1.2.7	Abertura de cavas	35
5.1.2.8	Distribuição e fincamento de postes.....	35
5.1.2.9	Lançamento, nivelamento, tensionamento de condutores.....	36
5.1.2.10	Instalação de equipamentos.....	37
5.1.2.11	Aterramentos	37
5.1.2.12	Revisão da rede	38
6	<i>Conclusões</i>	39
7	<i>Bibliografia</i>	40

Lista de Figuras

Figura 1: Operação de abertura de chaves fusíveis e chaves facas.	8
Figura 2: Placas de advertência (Perigo não opere este equipamento) contra religamentos indevidos.....	8
Figura 3: Constatando ausência de tensão.....	9
Figura 4: Ilustração do Aterramento das redes de alta e baixa tensão.	9
Figura 5: Sinalização da área.....	10
Figura 6: Arruela Quadrada.....	13
Figura 7: Arruela redonda.	13
Figura 8: Elo fusível.....	14
Figura 9: Seccionador de cerca.	15
Figura 10: Espaçador de fases.	15
Figura 11: Chave seccionadora tipo faca.	18
Figura 12: Chave Fusível.	18
Figura 13: Pára-raios.	19
Figura 14: Transformadores monofásico (fase-neutro), monofásico (fase-fase) e trifásico.	19
Figura 15: Armação secundária de um estribo.....	20
Figura 16: Gancho olhal, manilha sapatilha e o olhal para parafuso, respectivamente.	20
Figura 17: Isolador de castanha.....	21
Figura 18: Isolador de roldana.....	21
Figura 19: Isolador de disco (porcelana).....	21
Figura 20: Isolador tipo pino.....	22
Figura 21: Alças preformadas e utilizações.	22
Figura 22: Laços preformados de roldanas e utilizações.	22
Figura 23: Conector perfurante.	23
Figura 24: Conector paralelo bimetálico.....	23
Figura 25: Luva de emenda.....	23
Figura 26: Conector tipo cunha.....	24
Figura 27: Grampo de linha viva.....	24
Figura 28: Curto-circuito na proteção secundária trifásica.	26
Figura 29: Vegetação sobre a rede.	27
Figura 30: Isolador da chave fusível quebrado.	28

Figura 31: Elo atuado em chave de ramal, fechamento da chave.	28
Figura 32: Elo atuado em chave de trafo, causa descarga atmosférica.	29
Figura 33: Curto-circuito no medidor.	30
Figura 34: Cabo quebrado no cruzamento aéreo de redes baixa tensão.....	30
Figura 35: Substituição de ramal de ligação monofásico.....	31
Figura 36: Cabo quebrado de BT.	31
Figura 37: Defeito em conexão.	32
Figura 38: Cabos entrelaçados.	32
Figura 39: Abertura de cava em terreno normal para substituição de poste.	35
Figura 40: Implantação de poste utilizando caminhão muck.....	36
Figura 41: Lançamento de condutores convencionais e fixação do moitão para tracionamento dos cabos.	37

Lista de Tabelas

Tabela 1: Estrutura das equipes de manutenção.....	2
Tabela 2: EPC's características do material e função.	11
Tabela 3: EPI'S características do material e função.	12
Tabela 4: Tipos de elos fusíveis em transformadores monofásico-1 Buchas.....	14
Tabela 5: Tipos de elos fusíveis em transformadores monofásico-2 Buchas.....	14
Tabela 6: Tipos de elos fusíveis em transformadores trifásicos.....	14
Tabela 7: Caracterização dos condutores CA.....	16
Tabela 8: Caracterização dos condutores CAA.....	16
Tabela 9: Descrição do cabo concêntrico utilizado conforme tipo de fornecimento e carga instalada.	17
Tabela 10: Caracterização dos condutores multiplexados.	17
Tabela 11: Tipo de postes.....	25

Lista de Abreviações

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica
DNAEE - Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica
TECCEL - Tecnologia da Construção Civil e Elétrica Ltda
COELCE - Companhia Energética do Ceará
EPI - Equipamentos de Proteção Individual
EPC - Equipamentos de Proteção Coletiva
AWG - American Wire Gage
CA - Condutores de Alumínio Simples
CAA - Condutores de Alumínio com Alma de Aço
IP - Iluminação Pública
NF - Normalmente Fechada
NA - Normalmente Aberta
BT - Baixa Tensão
MT - Média Tensão
COD - Centro Operação de Distribuição
TRAFO - Transformador
UC - Unidade Consumidora
RDR - Rede de Distribuição Rural
RDU - Rede de Distribuição Urbana
N - Estrutura tipo Normal
M - Estrutura tipo Meio Beco
B - Estrutura tipo Beco

Resumo

O setor elétrico brasileiro tem sofrido grandes transformações nos últimos anos, resultantes das mudanças na estrutura e da privatização de empresas fornecedoras de energia elétrica. As organizações preocupam-se, cada vez mais, em satisfazer seus clientes da melhor maneira possível, procurando eliminar falhas no sistema elétrico e concentrando atenções na qualidade dos serviços prestados.

Devido ao o maior controle da qualidade no fornecimento por parte da ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) as empresa fornecedoras de energia elétrica precisaram desenvolver, com primazia, as atividades de manutenção e construção de redes novas no sistema de distribuição de energia elétrica.

Este trabalho visa apresentar as atividades executadas na manutenção e construção de redes no sistema de distribuição, ao longo do período de estágio, na empresa Teccel. As principais atividades desenvolvidas foram:

- Familiarização com equipamentos de segurança;
- Familiarização com equipamentos e materiais elétricos;
- Familiarização com ferramental utilizado na manutenção e construção de redes elétricas;
- Inspeções em redes de distribuição;
- Análise dos defeitos nos componentes do sistema de distribuição;
- Acompanhamento da manutenção e construção de redes elétricas no sistema de distribuição.

1 Introdução

O objetivo do estágio curricular é tornar o aluno apto a colar grau no curso de Graduação em Engenharia Elétrica do Centro de Engenharia Elétrica e Informática da Universidade Federal de Campina Grande e também proporcionar ao aluno a possibilidade de inserção no competitivo mercado de trabalho.

O relatório de estágio descreve os conhecimentos adquiridos e as práticas desenvolvidas durante o estágio integrado, o qual foi realizado na empresa Teccel (Tecnologia da Construção Civil e Elétrica Ltda), situada na cidade de Juazeiro do Norte, com duração de 800 horas, que corresponde a 22 créditos. O estágio foi orientado pelo professor Bruno Barbosa Albert e supervisionado pelo gerente de manutenção e administrativo Antônio Rolim Braga Filho.

2 A Empresa

A Teccel (Tecnologia de Construção Civil e Elétrica Ltda) é uma empresa que atua nos ramos de construção e manutenção de redes de distribuição de energia elétrica. Foi fundada em 24 de junho de 2001. Sua sede é localizada na Rua Benedito Gomes de Sousa, 197, cidade de Cajazeiras - Pb, e conta com uma filial na Rua Clotilde Norões Mota, 64, cidade de Juazeiro do Norte - Ce. Na filial, onde foi desenvolvido o estágio curricular, a empresa possui várias equipes de manutenção e construção de redes de distribuição de energia elétrica, prestando serviço a Companhia Energética do Ceará (Coelce). As equipes apresentam-se distribuídas na região sul do estado do Ceará, nos centros de serviços de Juazeiro do Norte, Crato, Milagres e Campos Sales. A Tabela 1 resume a organização das equipes de manutenção.

Tabela 1: Estrutura das equipes de manutenção.

CENTRO DE SERVIÇO	ESTRUTURA EQUIPES	Cidades atendidas
JUAZEIRO	4 Equipes manutenção Emergencial	Juazeiro / Caririçu / Barbalha e Jardim
	1 Turma Manutenção	Centro de Serviço
	1 Turma Manutenção	Juazeiro
	1 Turma Poda Árvores	Centro de Serviço Juazeiro e Milagres
	1 Turma Iluminação pública (IP)	Centro de Serviço
	1 Turma de Construção	Centro de Serviço
CRATO	2 Equipes manutenção Emergencial	Crato
	1 Turma Manutenção	Crato
	1 Turma Manutenção	Farias Brito
	1 Turma Manutenção	N. Olinda / Altaneira / Santana do Cariri
	1 Turma Poda Árvores	C Serviço Crato e C Sales
MILAGRES	1 Turma Manutenção	Milagres / Abaiara e Missão Velha
	Apoio Operacional	Mauriti
	1 Turma Manutenção	Barro /Ipaumirim / Baixio / Umari
	1 Turma Manutenção	Brejo Santo / Jati / P forte / Porteiras
	1 Turma de Construção	Centro de Serviço
CAMPOS SALES	1 Turma Manutenção	Campos Sales / Salitre
	1 Turma Manutenção	Araripe / Potengi
	Apoio Operacional	
	1 Turma Manutenção	Antonina / Aiuaba / Saboeiro

Conforme a Tabela 1, verifica-se que a maioria das atividades exercidas pelos funcionários da Teccel são de manutenções (preventiva e corretiva) e construções de redes.

Em termos organizacionais, a empresa possui com os seguintes setores ou departamentos: Diretoria, gerência, manutenção e construção. Os profissionais do quadro da empresa são qualificados e oriundos do setor elétrico brasileiro, sempre buscando eficiência na qualidade dos serviços prestados.

Em termos de estrutura, a Teccel possui escritório, almoxarifado de materiais e ferramental, além de garagem para frota.

A frota da empresa possui veículos revisados constantemente tornando-os confiáveis para as realizações das atividades de construção e manutenção em redes de distribuição da Coelce.

3 Conceitos Básicos

3.1 Sistema de Distribuição

É a parte de um sistema de potência destinado ao transporte e distribuição de energia elétrica, a partir do barramento secundário de uma subestação até os pontos de consumo.

3.2 Rede Aérea de Distribuição Urbana

Parte integrante do sistema de distribuição aérea localizada dentro de perímetro urbano de cada localidade.

3.3 Rede Primária

Parte da rede de distribuição que alimenta transformadores de distribuição e/ou pontos de entrega sob uma mesma tensão primária nominal.

3.4 Alimentador de Distribuição

É a parte (em tensão primária) do sistema elétrico de distribuição que alimenta diretamente ou por intermédio de seus ramais, os transformadores da concessionária e consumidores.

3.5 Tronco de Alimentador

Parte de um alimentador de distribuição que transporta a parcela principal da carga.

3.6 Ramal de Alimentador

Parte de um alimentador de distribuição que deriva do tronco de alimentador e que alimenta diretamente os transformadores de distribuição e/ou pontos de entrega de consumidores em média tensão.

3.7 Rede Secundária

Parte da rede de distribuição energizada pelo secundário do transformador de distribuição.

3.8 Ramal de Ligação

Conjunto de condutores e acessórios que liga uma rede de distribuição a um consumidor ou grupo de consumidores.

3.9 Falta

Fenômeno acidental que impede o funcionamento normal de um sistema ou equipamento elétrico.

3.9.1 Falta permanente

São interrupções de fornecimento sustentadas. É necessária a intervenção das equipes de manutenção emergencial antes de se religar o sistema com equipamento operado.

3.9.2 Falta temporárias ou transitórias

São aquelas em que, havendo a operação de um equipamento de proteção (religador, seccionadora ou disjuntor com religamento), desaparece a causa do defeito e o circuito funciona normalmente depois de religado. Causas comuns de defeitos transitórios:

- Descargas atmosféricas;
- Contato momentâneo entre condutores;
- Abertura de arco elétrico;
- Materiais sem isolamento adequada.

Cerca de 80% das faltas ocorrentes no sistema de distribuição são provenientes de fenômenos transitórios.

3.10 Curto-Circuito

Ligação intencional ou acidental entre dois ou mais pontos de um circuito, através de impedância desprezível.

3.11 Corrente de Curto-circuito

Sobrecorrente que resulta de um curto circuito.

3.12 Sobrecorrente

Intensidade de corrente superior à máxima permitida para um sistema, equipamento ou componente elétrico.

3.13 Sobretenção

Valor de tensão superior à máxima tensão permitida para o sistema, equipamento ou componente elétrico.

4 O Estágio

As atividades desenvolvidas no estágio abordaram principalmente o conhecimento dos equipamentos de segurança, dos materiais e ferramentas elétricas, a familiarização com alguns equipamentos elétricos, as inspeções em campo com análise dos defeitos no sistema de distribuição e o acompanhamento da construção de extensões de redes primárias e secundárias. Essas atividades podem ser divididas em etapas, as quais serão apresentadas a seguir.

4.1 Segurança no trabalho

A segurança no trabalho é um assunto importante e merece atenção especial. Os profissionais devem estar sempre em alerta com os riscos, evitando os atos inseguros. A Coelce, juntamente com as empresas prestadoras de serviço, expõe através de reuniões semanais informações indispensáveis na prevenção de acidentes.

4.1.1 Regras de Ouro

As regras de ouro para trabalho em redes de distribuição de energia elétrica são ferramentas utilizadas no combate aos acidentes. São cinco as regras de ouro:

4.1.1.1 Desligar-1º Regra

É realizada através da abertura de um equipamento (chave seccionadora tipo faca ou chave fusível) que permita ver o corte de todas as fases do circuito (Figura 1). As chaves devem ser abertas na seqüência correta para atenuar a intensidade do arco.

- Nas estruturas tipo normal(N) e meio-beco(M) é obrigatório abrir inicialmente a chave externa do lado da cruzeta que possui duas chaves, em seguida a chave da outra extremidade e por último, a chave mais próxima do poste.
- Nas estruturas tipo Beco(B), abrir inicialmente a chave da fase central, em seguida da extremidade da cruzeta e por última a mais próxima do poste.

A seqüência de fechamento de chaves nesses tipos de estruturas segue a seqüência contrária à abertura.

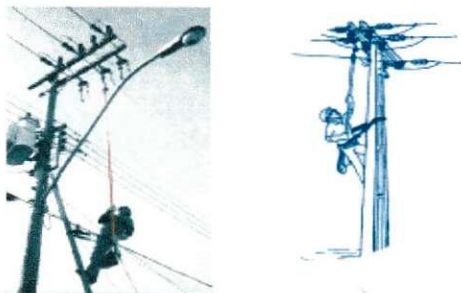


Figura 1: Operação de abertura de chaves fusíveis e chaves facas.

4.1.1.2 Impedir-2º Regra

A 2º regra de ouro propõe algumas medidas para evitar acidentes. São elas:

- Depois de abertas as chaves fusíveis, retirar os cartuchos fusíveis;
- Solicitar bloqueio do religador da subestação quando forem feitos trabalhos em trechos do alimentador, a fim de evitar religamentos automáticos e indesejados;
- Usar invólucros nas chaves para impedir religamentos indevidos;
- Utilizar placas de advertência “Atenção-Não opere este equipamento” (Figura 2).

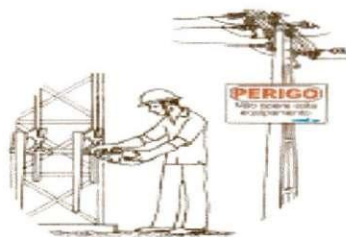


Figura 2: Placas de advertência (Perigo não opere este equipamento) contra religamentos indevidos

4.1.1.3 Constatar- 3ºRegra

Depois de desligada a rede e impedido religamentos indevidos, verifica-se a desenergização da rede. Isso é feito através do detector de tensão (Figura-3), responsável pelo teste de todas as fases da rede. Antes de testar se a rede esta energizada, é obrigatório verificar se o detector de tensão está em pleno funcionamento através do teste automático.

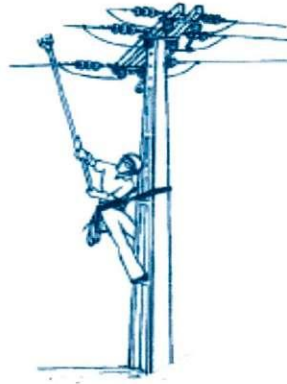
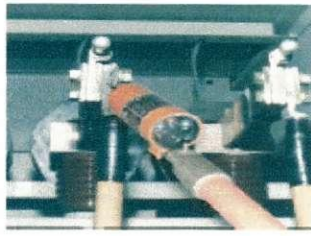


Figura 3: Constatando ausência de tensão.

4.1.1.4 Aterrar-4º Regra

O aterramento temporário é a conexão temporária das fases para a terra, através de cabos e haste metálica. A finalidade deste equipamento é proteger o pessoal de “campo” contra choques elétricos causados por correntes elétricas indesejáveis. As correntes indesejáveis podem ser provocadas por:

- Erro de manobras;
- Tensões induzidas por linhas vizinhas;
- Contato acidental da rede com outras energizadas;
- Descargas atmosféricas;
- Geradores de fábricas e hospitais.

São dois os conjuntos de aterramento temporário, um utilizado em redes de média tensão (MT) (13,8kV) e outro em redes de baixa tensão (BT) (380/220V).

O aterramento do trecho deverá ser o mais próximo do local onde será realizado o trabalho. A Figura 4 ilustra os aterramentos de Média Tensão-MT e Baixa Tensão-BT, respectivamente.

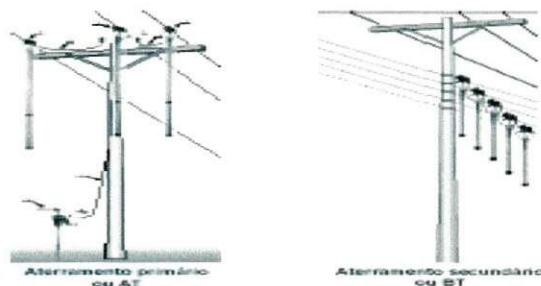


Figura 4: Ilustração do Aterramento das redes de alta e baixa tensão.

4.1.1.5 Sinalizar-5ªRegra

Para realizar qualquer das regras citadas anteriormente, é imprescindível a delimitação e sinalização da área de trabalho, através de cones, cordas ou fitas de sinalização. A sinalização resguarda os transeuntes de abalroamentos, acidentes devido à queda de ferramentas, etc. Na Figura 5 apresenta-se o isolamento da área de trabalho através da sinalização.

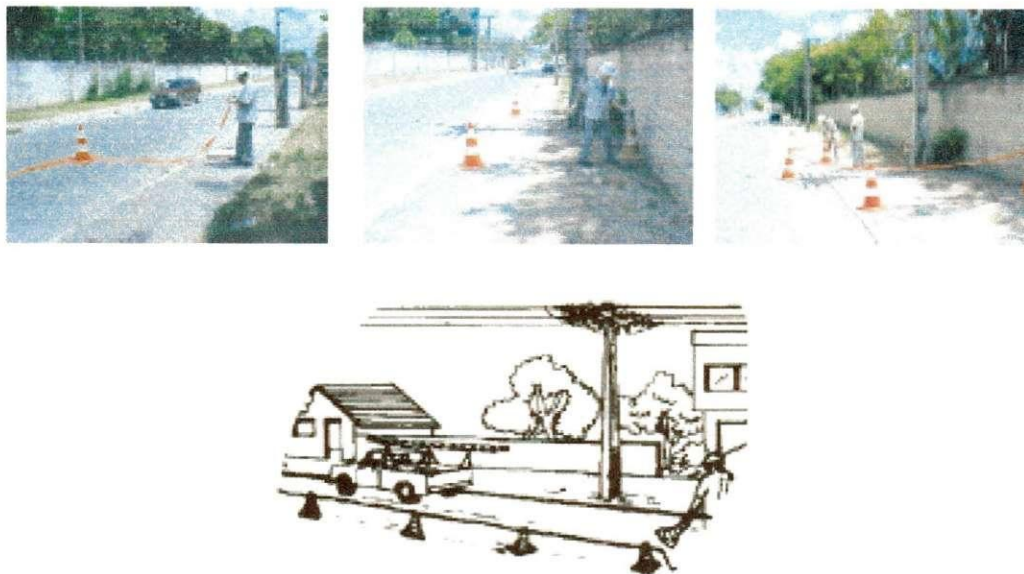


Figura 5: Sinalização da área.

4.1.2 Equipamentos de proteção coletiva (EPC's)

Os equipamentos de proteção coletiva (EPC's) são equipamentos, dispositivos ou materiais destinados à proteção dos operários expostos, tornando o ambiente seguro e saudável. Os EPC's devem eliminar ou reduzir os riscos à saúde e segurança na fonte geradora do risco ou na sua trajetória até os trabalhadores.

Segundo a NR 10 (2004), em todos os serviços executados com instalações elétricas devem ser previstas e adotadas, medidas de proteção coletiva aplicáveis, mediante procedimentos, às atividades a serem desenvolvidas, de forma a garantir a saúde e segurança no trabalho.

Os EPC's de maior importância e/ou os mais utilizados no trabalho com eletricidade no sistema de distribuição são listados na Tabela 2:

lâmpadas. Os equipamentos utilizados na montagem de IP nesse tipo de comando são: bases para relé fotoelétrico, reatores, relés fotoelétrico NA, luminárias, chave magnética de iluminação e lâmpada. O problema desse comando reside no fato de um defeito poder deixar boa parte da cidade “às escuras”.

4.2.3.2 Chave seccionalizadora tipo faca

Dispositivo cuja finalidade é seccionar circuitos para fins de manobras tais como: desligamento de trechos para manutenções, corte visual do circuito, transferências de carga, facilitar a identificação de trechos defeituosos e permitir o “by pass” para manutenção de equipamentos (Figura 11).

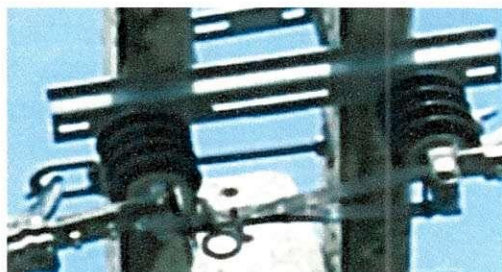


Figura 11: Chave seccionadora tipo faca.

4.2.3.3 Chave fusível

Dispositivo de proteção contra sobrecorrentes, utilizados em transformadores, troncos e ramais das redes primárias. Na ocorrência do defeito o elo fusível da chave se funde (Figura 12).



Figura 12: Chave Fusível.

4.2.3.4 Pára-raios de distribuição

Os equipamentos estão sujeitos à ocorrências de fenômenos de sobretensões elétricas, cujas magnitudes superam os valores nominais do isolamento dos materiais e equipamentos elétricos. Os Pára-raios (Figura 13) são dispositivos de proteção contra

sobretensões, utilizadas de forma geral nos trafos, seccionadores, saída de subestações, religadores, reguladores de tensão, banco de capacitores, etc.



Figura 13: Pára-raios.

4.2.3.5 Transformador de distribuição

São máquinas elétricas estáticas que, por meio da indução eletromagnética, transferem energia do circuito primário para o secundário. Estas máquinas reduzem a tensão primária para a tensão de distribuição secundária. Quanto ao número de fases pode ser classificado como: trifásico, bifásico ou monofásico. Os transformadores trifásicos encontrados em redes de distribuição urbana da Coelce são de: 10, 15, 30, 45, 75, 112, 5, 150, 225 e 300kVA: os bifásicos e monofásicos, mais encontrados em redes de distribuição rural são de 5, 10 e 15kVA. Na Figura 14 estão ilustrados os tipos de trafos encontrados no sistema de distribuição.



Figura 14: Transformadores monofásico (fase-neutro), monofásico (fase-fase) e trifásico.

4.2.4 Ferragens Eletrotécnicas

4.2.4.1 Armação secundária de um ou dois estribo

São ferragens de aço carbono montadas no poste que, juntamente com isoladores de roldana, irão sustentar e fixar os condutores da rede secundária e os ramais de ligação dos consumidores. Suporta esforço mínimo de 180 daN quando instalada com isolador de roldana(Figura 15).



Figura 15: Armação secundária de um estribo.

4.2.4.2 O gancho olhal, a manilha sapatilha e o olhal para parafuso

São ferragens utilizadas em redes primárias em estruturas de fim ou dois fins de linha. Quanto ao material podem ser de aço, forjado, ferro fundido maleável ou ferro fundido nodular. O uso da Manilha-Sapatilha é recomendado para aumentar a superfície de contato entre o olhal do isolador de disco e o “loop” da Alça Preformada(Figura 16).



Figura 16: Gancho olhal, manilha sapatilha e o olhal para parafuso, respectivamente.

4.2.5 Isoladores

4.2.5.1 Tipo castanha

É um isolador de porcelana empregado nas ligações de fim de redes, derivação de ramais e ligação de consumidores de baixa tensão (Figura 17).



Figura 17: Isolador de castanha.

4.2.5.2 Tipo Roldana

É um isolador de porcelana de forma cilíndrica e com furo axial. Estes isoladores são utilizados juntamente com as armações secundárias na fixação dos condutores (Figura 18).



Figura 18: Isolador de roldana.

4.2.5.3 Tipo disco

Os isoladores de disco, quanto ao material, podem ser de dois tipos: vidro ou porcelana (Figura 19). São utilizados em cadeia, ou seja, no mínimo dois, nas redes de média e alta tensão.



Figura 19: Isolador de disco (porcelana).

4.2.5.4 Tipo pino

Os isoladores de pino são comumente encontrados em construção de porcelana (Figura 20), contudo, com a evolução das ciências dos materiais surgiu o isolador de

pino polimérico. Estes isoladores são utilizados nas redes de média tensão e possui um sulco para fixação dos condutores e um furo para a fixação do pino ou pino topo de montagem.



Figura 20: Isolador tipo pino.

4.2.6 Amarrações

4.2.6.1 Alças pré-formadas

São componentes do sistema de distribuição constituídos de fios de aço carbonos entrelaçados em sentido anti-horários. São amplamente utilizados em amarrações ancoragem, na fixação do neutro do cabo multiplex para execução de pontos finais mecânicos junto ao isolador de disco ou no secundário diretamente ao isolador de roldana. Apresentam-se algumas aplicações na Figura 21.



Figura 21: Alças preformadas e utilizações.

4.2.6.2 Laço preformado para roldana

É um componente fabricado com fios de aço revestidos de alumínio. É utilizado para fixar condutores ou o condutor neutro do cabo multiplex em estruturas de alinhamento ou tangente nas roldanas (Figura 22).

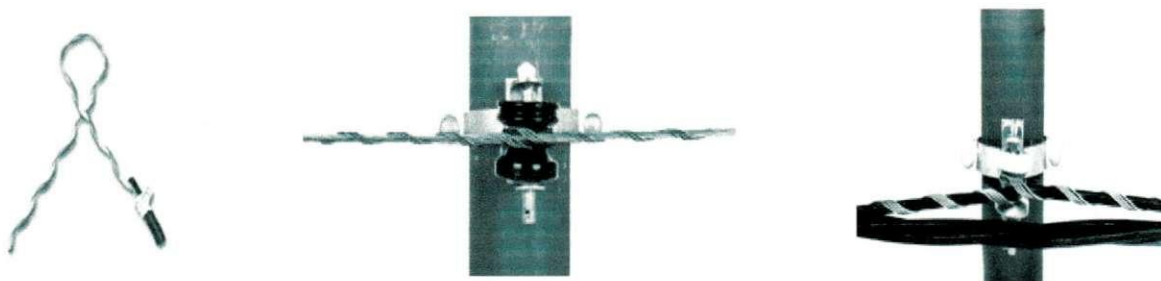


Figura 22: Laços preformados de roldanas e utilizações.

4.2.6.3 Fio nu de alumínio recozido e fita de alumínio

São componentes utilizados nas amarrações em isoladores tipo pino. O fio nu de alumínio envolve os condutores na amarração, enquanto a fita de alumínio protege os condutores contra danos.

4.2.7 Conexões

As conexões entre elementos num circuito são realizadas através dos seguintes conectores:

4.2.7.1 Conector perfurante

Utilizado principalmente na rede pré-reunida (Figura 23).

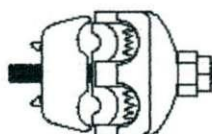


Figura 23: Conector perfurante.

4.2.7.2 Conector paralelo bimetálico

Fabricado em alumínio de alta condutividade elétrica e composto anti-oxidante. É utilizado em conexões em redes primárias e secundárias (Figura 24).



Figura 24: Conector paralelo bimetálico.

4.2.7.3 Luva de emenda

Utilizada nas manutenções corretivas para emendar cabos quebrados (Figura 25).



Figura 25: Luva de emenda.

4.2.7.4 Conector tipo cunha

Fabricado em vários tipos de materiais (ligas de alumínio, liga de cobre, alumínio, etc). São empregados em conexões de ramais com a rede da concessionária, na rede primária em cruzamentos aéreos, etc (Figura 26).

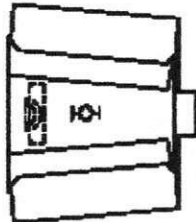


Figura 26: Conector tipo cunha.

4.2.7.5 Grampo de linha viva

É encontrado em vários tipos de materiais: latão, bronze, liga de alumínio. Pode ser utilizado na conexão das chaves fusíveis com a rede primária, em redes de linha viva e/ ou derivações (Figura 27).



Figura 27: Grampo de linha viva.

4.2.8 Postes

Os postes de concreto duplo “T” são hastes de concreto fincadas a prumo no solo, para servir de suporte aos isoladores sobre os quais estão os condutores. A Tabela 11 ilustra os tipos de postes definidos pelo padrão de estrutura da rede de distribuição aérea de energia elétrica urbana e rural da Coelce.

Tabela 11: Tipo de postes.

Comprimento	Esforço (daN)
9	150
	300
	600
10	150
	300
	600
	1000
10.5	150
	300
	600
	1000
12	300
	600
	1000

4.2.9 Cruzetas

As cruzetas, quanto ao material, são de concreto armado. É comum no sistema de distribuição Coelce a utilização das cruzetas tipo: Normal(N), Beco(B) e Meio beco(M). O comprimento das cruzetas padronizadas é 1,90m, mas existem cruzetas instaladas nas estruturas, no padrão antigo, no comprimento de 1,70m.

5 Inspeções em campo

Esta etapa descreve e ilustra as atividades exercidas “em campo”, no acompanhamento das equipes de manutenção emergencial e em menor intensidade na equipe de construção. As atividades foram divididas em duas partes:

5.1.1 Manutenção do sistema de distribuição

As atividades de manutenção são imprescindíveis dentro de qualquer empresa, pois um programa bem elaborado de manutenção é uma política importante na utilização racional de energia elétrica nas empresas.

As grandes empresas, normalmente, possuem um setor ou departamento que elabora as diretrizes desse setor. São três os tipos de manutenção:

- **Manutenção preventiva:** É a manutenção voltada para redução ou eliminação das falhas. Sua finalidade é evitar quebras de componentes e interrupções de fornecimento no sistema, tornando-o mais confiável e com maior qualidade;

- Manutenção corretiva: É a reparação, geralmente de emergência e a um custo mais alto, de instalações e equipamentos. Trata-se da manutenção para eliminação do defeito;
- Manutenção Preditiva: É baseado no conhecimento do estado do sistema, através de medições periódicas e contínuas de um ou mais parâmetros significativos.

A seguir serão relacionados alguns estudos de casos verificados no acompanhamento das equipes de manutenção. Os consumidores ao verificar uma anomalia na rede ou interrupção de fornecimento telefonam para a Central de Teletendimento da Coelce, pedindo normalização do fornecimento. A partir daí, o Centro de Operação de Distribuição-COD distribui as tarefas para as equipes de manutenção emergencial.

Caso 1:

Problema: Interrupção de fornecimento em vários consumidores.

Motivo: Curto-circuito fase-fase na proteção secundária trifásica (Figura 28), devido a entrada de água nos contatos do disjuntor.

Atuação da proteção: Pelo fato do defeito ter ocorrido na proteção secundária trifásica, a proteção da rede primária atuou como retaguarda com o intuito do defeito não causar uma maior amplitude na interrupção do fornecimento, pois o alimentador primário alimenta vários transformadores que por sua vez, alimentam os consumidores.

Serviço Executado: Substituição do disjuntor trifásico danificado e reposição dos elos fusíveis para posterior fechamento das chaves.

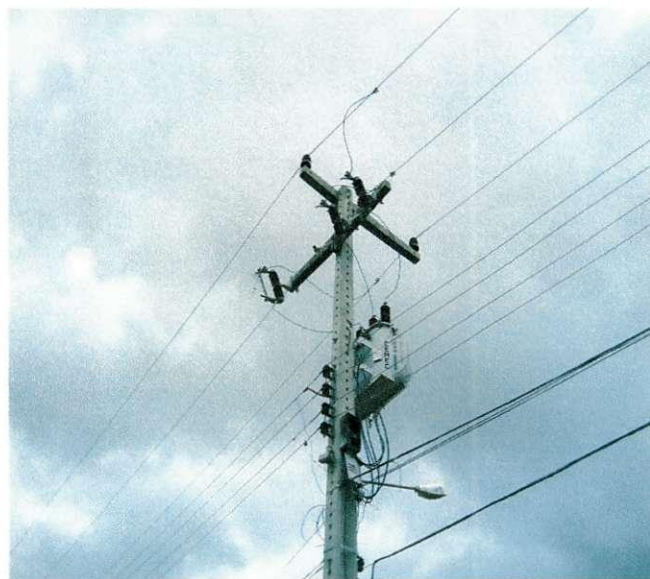


Figura 28: Curto-circuito na proteção secundária trifásica.

Caso 2:

Problema: Interrupção de fornecimento em vários consumidores.

Motivo: Curto-circuito fase-fase devido à ação do vento e a vegetação sobre a rede elétrica (Figura 29), causando o disparo da proteção secundária trifásica.

Atuação de proteção: Atuou a proteção secundária trifásica do transformador de distribuição, de forma a proteger os enrolamentos do transformador e também as unidades consumidoras (UC's) contra a corrente de defeito.

Serviço executado: Foi realizada a poda de árvore e rearmado o disjuntor para normalização dos clientes.



Figura 29: Vegetação sobre a rede.

Caso 3:

Problema: Interrupção de fornecimento em consumidor particular.

Motivo: Quebra do isolador da chave fusível da derivação ou ramal de um transformador particular que alimentava um consumidor especial (fase C). O defeito foi de origem mecânica (Figura 30).

Atuação de proteção: Atuou o elo fusível da chave de derivação ou ramal.

Serviço executado: Pelo risco de aterramento da linha devido à ação do vento, o COD preferiu deslocar a equipe de linha viva que executou a substituição da chave fusível sem desligamento da chave de derivação que alimentava um ramal de três consumidores especiais, evitando assim a interrupção de fornecimento às demais cargas.



Figura 30: Isolador da chave fusível quebrado.

Caso 4:

Problema: Interrupção de fornecimento em vários consumidores.

Motivo: Realizou-se a inspeção visual da estrutura e no ramal primário, entretanto, não a causa da atuação do elo fusível não foi encontrada.

Atuação da proteção: Atuou o elo fusível da chave de derivação ou ramal (Fase B).

Serviço executado: Foi repostado o elo fusível na chave de ramal e realizou-se a operação de fechamento da chave, conforme procedimento de segurança do trabalho – PRST 04, através da vara de manobra (Figura 31).

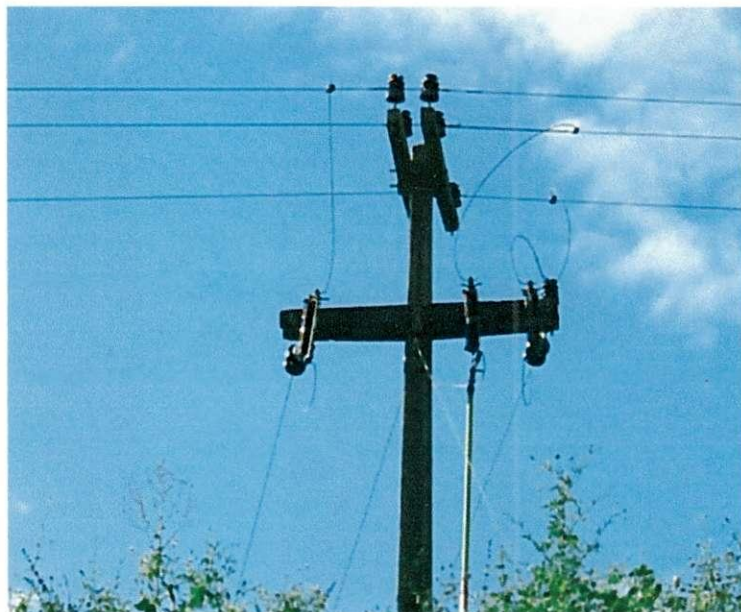


Figura 31: Elo atuado em chave de ramal, fechamento da chave.

Caso 5:

Problema: Interrupção de fornecimento em vários consumidores.

Motivo: Realizou-se inspeção visual do transformador e de seu circuito. Procuraram-se anormalidades tais como: existência de vazamento de óleo, rompimento de barramentos, deformação na carcaça do trafo, quebra de isoladores, curto-circuito nos condutores, condutores quebrados, árvores ou objetos na rede. Não encontrou-se nenhuma anormalidade. Devido ao fato do transformador não possuir proteção contra sobretensão, provavelmente o defeito deve ter sido provocado por descargas atmosféricas ou manobras no sistema de distribuição.

Atuação de proteção: Atuou o elo fusível da chave fusível do transformador (Fase C).

Serviço Executado. Repôs-se o elo fusível da chave fusível do trafo e realizou-se o fechamento da chave, conforme procedimento de segurança do trabalho – PRST 04, através da vara de manobra (Figura 32).



Figura 32: Elo atuado em chave de trafo, causa descarga atmosférica.

Caso 6:

Problema: Interrupção de fornecimento em UC.

Motivo: Curto-circuito no medidor provocado por vandalismo (tentativa de furto de condutor concêntrico).

Atuação da proteção: Não houve. O curto-circuito danificou o medidor e o disjuntor do consumidor.

Serviço executado: Desativou-se o ramal com o intuito de eliminar o risco de choque elétrico. A Figura 37 ilustra o motivo da interrupção do fornecimento (Figura 33).

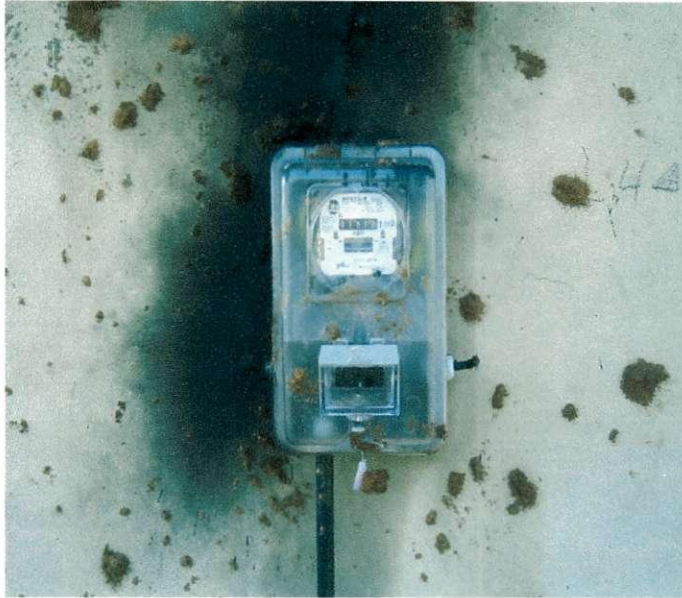


Figura 33: Curto-circuito no medidor.

Caso 7:

Problema: Interrupção de fornecimento em vários consumidores.

Motivo: Cabo quebrado (Fase B) em cruzamento aéreo de baixa tensão (fly-tap). A causa encontrada foi um ponto quente na conexão.

Atuação de proteção: Atuou o elo fusível do transformador de distribuição (Fase B).

Serviço executado: Realizaram-se a emenda no cabo e as conexões do cruzamento aéreo na normalização do circuito. Em seguida, repôs-se o elo fusível na chave e realizou-se a operação de fechamento, conforme procedimento de segurança do trabalho – PRST 04, através da vara de manobra (Figura 34).

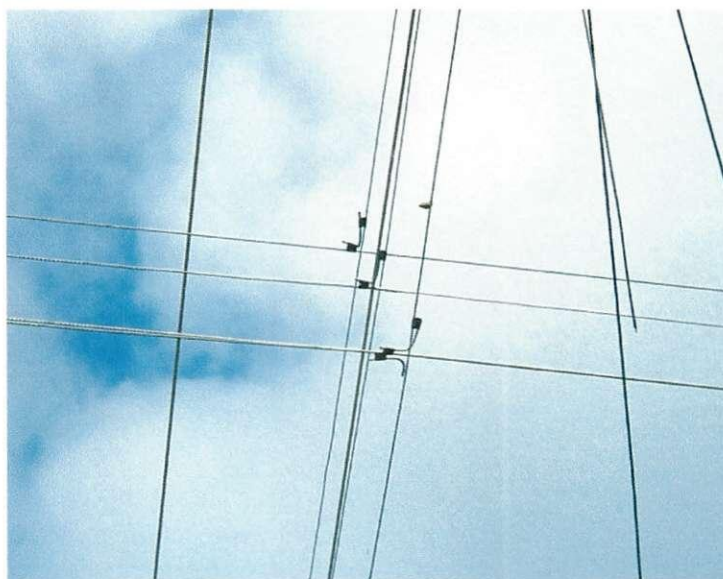


Figura 34: Cabo quebrado no cruzamento aéreo de redes baixa tensão

Caso 8:

Problema: Pedido de substituição de ramal de ligação.

Motivo: Condutores ressecados e risco de curto circuito pela ação do vento em ramais desnivelados.

Atuação de proteção: Nenhuma. Trata-se de uma medida preventiva.

Serviço executado: Realizou-se a substituição do ramal de ligação (Figura 35).



Figura 35: Substituição de ramal de ligação monofásico.

Caso 9:

Problema: Interrupção de fornecimento em vários consumidores.

Motivo: Cabo quebrado (Fase B) pela ação do tempo (Figura 36).

Atuação de proteção: Atuação de proteção secundária trifásica (disjuntor do trafo disparado).

Serviços executados: Realizaram-se a substituição do cabo e o rearme do disjuntor do trafo.



Figura 36: Cabo quebrado de BT.

Caso 10:

Problema: Cliente reclamando de meia luz.

Motivo: São duas as situações em que os clientes reclamam de meia luz: defeito em conexão (Figura 37) ou atuação de elo fusível em apenas uma fase da chave do trafo, ou mesmo da derivação.

Atuação de Proteção: Não houve. O defeito foi decorrente de subtensão.

Serviço executado: Realizou-se a substituição dos conectores.



Figura 37: Defeito em conexão.

Caso 11:

Problema Interrupção de fornecimento em vários consumidores.

Motivo: Curto circuito provocado pelos cabos entrelaçados pela ação do vento (Figura 38), devido desnivelamento dos condutores.

Atuação de proteção: Atuou a proteção secundária trifásica (disjuntor do trafo disparado).

Serviço executado: Desenrolaram-se os cabos através da vara de manobra e rearmou-se o disjuntor do trafo.

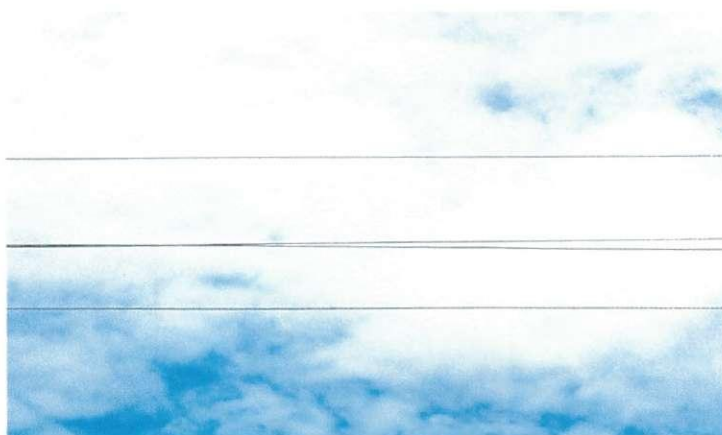


Figura 38: Cabos entrelaçados.

5.1.2 Construção de redes elétricas

As equipes de construção de redes de distribuição de energia elétrica atuam na construção de extensão de redes primárias e secundárias para o atendimento de novos clientes.

A composição das equipes de construção de redes de média e baixa tensão desenergizadas é apresentada a seguir:

- 01 Motorista “muckeiro”
- 02 Eletricistas
- 02 Montadores
- 02 Auxiliares
- 01 Chefe de turma

Os procedimentos para execução da obra podem ser divididos da seguinte forma:

5.1.2.1 Interpretação do projeto

Nessa etapa faz-se o estudo geral da obra. A partir do projeto são definidos todos os materiais utilizados em uma obra, quantidades de postes, cabos, armações, parafusos, isoladores, equipamentos de transformação, além de outros materiais. Após obtenção das pastas dos projetos deve-se recorrer ao almoxarifado para o recebimento dos materiais que serão utilizados em sua execução.

5.1.2.2 Planejamento da obra

Trata-se do ponto mais crucial na execução da obra. O planejamento deve ser realizado obedecendo às conformidades dos prazos legais estabelecidos pelos órgãos reguladores, levando em consideração a forte disputa no mercado entre as empresas empreiteiras buscando melhor qualidade nos serviços prestados.

É a etapa na qual são criados os documentos que autorizam a execução das obras com ou sem desligamento da rede elétrica e a quantificação dos dias e do pessoal necessário para execução da obra. É preciso que coordenadores, supervisores ou chefes de turma façam uma visita técnica ao local para analisar algumas anormalidades ou impedimentos que possam dificultar a execução da obra. Dessa forma, há um controle

dos riscos de cancelamento de programações. Muitas vezes, proprietários de terras dificultam o andamento de obras alegando as mais diversas desculpas.

É preciso estar sempre atento com relação à disponibilidade de materiais para o início e continuidade da obra.

5.1.2.3 Separação de materiais

As separações dos materiais são realizadas pelo almoxarife (responsável pelo controle dos materiais). Depois do recebimento das pastas, o almoxarife relaciona as obras do mesmo município e separa os materiais para posterior transporte.

5.1.2.4 Transporte de pessoal, equipamentos e materiais.

O transporte de pessoal, equipamentos e materiais são feitos no dia da programação da obra. Muitas vezes alguns materiais como os postes, são transportados com antecedência deixando os materiais de menor volume para o dia da programação. Não é permitido transportar pessoal junto com materiais, ferramentas, equipamentos e postes. O motorista muckeiro deve obedecer às leis de trânsito evitando, atropelamentos e colisões.

5.1.2.5 Sinalização da área de trabalho

A sinalização da área de trabalho é uma medida de segurança e deve ser feita de maneira que isole totalmente a mesma. Ela orienta os transeuntes a não adentrarem na área de trabalho e conseqüentemente, faz o controle de risco contra atropelamentos, quedas de ferramentas e materiais.

5.1.2.6 Locação de estruturas

A locação de estruturas é a localização dos pontos onde os postes serão implantados. Devem-se conferir os alinhamentos e preferencialmente, locar os postes em locais adequados, como nas divisas ou no meio dos lotes. Os técnicos e ou chefes de turmas devem verificar as condições do local e evitar locar as estruturas em locais inadequados como: proximidade de vitrines, portões de entrada e saída do pessoal, portões de entrada e saída de veículos, proximidade de bueiros em redes de distribuição urbana (RDU) e brejos, terrenos rochosos, vegetação densa e proximidade com outros tipos de redes de distribuições rurais (RDR).

5.1.2.7 Abertura de cavas

A cava é o local onde o poste será implantado. Elas podem ser classificadas em vários tipos: em terreno normal, mecanizadas com perfuratriz, em rocha manualmente, em rocha com compressor, em rocha com dinamite e em terreno alagadiço. Nas cavas devem ser observados em que esforços os poste serão implantados e então demarcá-las com as dimensões definidos por norma. Feito isso, iniciam-se as aberturas de cavas e retira-se a terra até atingir as dimensões corretas para implantação do poste (Figura 39).



Figura 39: Abertura de cava em terreno normal para substituição de poste.

5.1.2.8 Distribuição e fincamento de postes

Nessa etapa, os postes serão implantados e serão instalados as cruzetas e acessórios da estrutura usando ferramentas adequadas. O engastamento é dado por:

$$e = 0,6 + 0,1 * h$$

Sendo,

e engastamento (m)

h altura do poste(m).

Exemplo: para um poste de baixa tensão de altura(h)= 9 m , teremos o seguinte engastamento:

$$e = 0,6 + 0,1 * 9$$

$$e = 1,5m.$$

Em locais de fácil acesso para o fincamento de postes utiliza-se caminhão muck (Figura 40) e nos de difícil acesso, o tripé.



Figura 40: Implantação de poste utilizando caminhão muck.

5.1.2.9 Lançamento, nivelamento, tensionamento de condutores

Para o lançamento de condutores em redes convencionais, roldanas são instaladas em todos os postes com o objetivo de facilitar o deslocamento dos condutores. A bobina na qual se encontram os condutores é posicionada de maneira a liberar o cabo, que é fixado na extremidade da corda guia. Então, o condutor é puxado lentamente e entregue aos eletricitistas, que se encontram nas estruturas, até que a sua extremidade atinja a base do último poste. Fixam-se as extremidades dos condutores nas bases da primeira e última estrutura, cortando o cabo no tamanho suficiente para as conexões e amarrações. Os passos são repetidos para as demais fases. No último poste, as extremidades dos condutores são amarradas através de alças pré-formadas de distribuição para o cabo apropriado (encabeçamento). Prosseguindo, as roldanas de lançamento são retiradas e colocam-se isoladores nos trechos em alinhamento para realização das amarrações.

Feito isso, içar e instalar o moitão e o esticador no primeiro poste onde serão feitos os tracionamentos dos cabos. Por fim, encabeçar a outra extremidade do condutor.

- Nas estruturas tipo N e M, o primeiro condutor a ser tracionado é o central e posteriormente, os condutores laterais de modo simultâneo;
- Nas estruturas tipo B, o primeiro condutor a ser tracionado é o mais próximo do poste, em seguida, o condutor central, e por último o lateral. Sendo neste caso, obrigatório a aplicação de estai cruzeta – poste.

Para o lançamento de condutores pré-reunidos, verifica-se a extensão da rede. No caso de grandes extensões de rede utiliza-se a bobina. O processo é semelhante ao

da rede convencional: o cabo é lançado e entregue aos eletricitistas, no topo do poste, através da corda guia ate atingir a ultima estrutura, nela fixa-se a extremidade do condutor através da alça pré-formada, no isolador roldana inferior da armação secundaria. O nivelamento e o tensionamento dos condutores são feitos com a utilização do moitão e o esticador mordente. Os mesmos são instalados no primeiro poste. Nos postes em alinhamento, as amarrações são os laços enquanto nos ângulos e fim de redes, utilizam-se alças pré-formadas para fixar os condutores, conforme Figura 41.



Figura 41: Lançamento de condutores convencionais e fixação do moitão para tracionamento dos cabos.

5.1.2.10 Instalação de equipamentos

Após o lançamento, nivelamento e tensionamento dos cabos, podem ser instalados os equipamentos elétricos tais como: chaves fusíveis, transformadores, chaves facas, pára raios, etc. De forma geral, são içados os equipamentos e instalados através de suas ferragens de fixação e conexões. Sempre verificar a proximidade dos condutores com a cruzeta ou poste para evitar aterramento da linha.

5.1.2.11 Aterramentos

A função do aterramento é reduzir as sobretensões e garantir segurança e proteção aos sistemas de distribuição.

Na execução do realiza-se a abertura da vala e crava-se a haste de terra, com o auxílio de uma marreta, até que a mesma atinja uma posição desejada. Em seguida,

interligar as hastes com o cabo de aterramento (3x10AWG para fins de redes e 7x10AWG em equipamentos), através do conector de aterramento.

Utilizam-se aterramentos nos fins de rede de baixa tensão, nos equipamentos (trafo, seccionalizadoras, religadores) e na medição.

5.1.2.12 Revisão da rede

Trata-se do desfecho final, onde são realizadas as devidas revisões da rede, verificando conexões, nivelamento dos cabos, condições de instalações de isoladores, acabamentos, etc.

Ao final, retiram-se os aterramentos temporários e solicita-se ao centro de controle, a interligação da rede através do fechamento de chaves (interligação com linha morta) ou com a linha viva.

6 Conclusões

O período de estágio foi de extrema importância, pois possibilitou o contato com o ambiente profissional e o inter-relacionamento com as equipes nas atividades em “campo”. Vale ressaltar o conhecimento do “horizonte” do sistema de distribuição de energia elétrica e a possibilidade de associar os conhecimentos teóricos vistos durante o curso, com os práticos. Houve familiaridade com diversos tipos de equipamentos, ferramentas e materiais bastante utilizados nas redes de distribuição de energia elétrica. Além disto, houve familiaridade com os equipamentos e normas de segurança.

Com base na teoria e prática decorridas, verifica-se que a Teccel atua principalmente nas atividades de construção de redes elétricas e de manutenção corretiva e preventiva. As equipes de construção atuam nas obras de extensão de redes de distribuição primária e secundária, enquanto a manutenção preventiva ocorre nos desligamentos programados através de reformas da rede, renivelamento de condutores elétricos, nas inspeções minuciosas e nas atividades de poda. Já a manutenção corretiva, não programada e fruto de interrupções no sistema elétrico, é realizada diariamente pelas equipes de manutenção emergencial, corrigindo as falhas em equipamentos do sistema elétrico.

Portanto, conclui-se que, a manutenção e construção de redes de distribuição são atividades importantes, já que é necessária a expansão do sistema elétrico para atender novos clientes. Outro fator importante é a redução das interrupções de energia, pois representam gastos incomensuráveis às concessionárias de energia elétrica.

7 Bibliografia

- [1] ABNT-NBR 5434 Redes de distribuição de energia elétrica urbana – Padronização
- [2] ANEEL, Resolução 024/2000, Continuidade de Distribuição de Energia Elétrica.
- [3] Kagan, Nelson Introdução aos Sistemas de Distribuição de Energia Elétrica, Edgard Blucher, 2005
- [4] Eletrobrás- Comitê de distribuição Manutenção e operação de sistemas elétricos, Campus, 1982
- [5] Eletrobrás- Comitê de distribuição Proteção de sistemas aéreos de distribuição, Campus, 1982
- [6] Procedimentos de execução PEX, Execução de atendimento emergencial em redes aéreas de media tensão desenergizada e baixa tensão emergizada ou desenergizada, PEX-010/2005 R-08.
- [7] Procedimentos de execução PEX, Procedimentos para execução de redes aéreas de media e baixa tensão desenergizadas, PEX – 014/2005 R-08.