



Universidade Federal de Campina Grande
Centro de Ciências e Tecnologia
Departamento de Engenharia Elétrica
Coordenação de Estágio do DEE



Relatório de Estágio Integrado

Aluno: Carlos Gustavo Siqueira Souza

Empresa: Energy Eletricidade LTDA

Orientadora: Moema Soares de Castro

Campina Grande, novembro de 2005



Biblioteca Setorial do CDSA. Fevereiro de 2021.

Sumé - PB



Universidade Federal de Campina Grande
Centro de Ciências e Tecnologia
Departamento de Engenharia Elétrica
Coordenação de Estágio do DEE

Relatório de Estágio Integrado

Trabalho apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento às exigências para obtenção do Grau de Engenheiro Eletricista.

Carlos Gustavo Siqueira Souza
Aluno

Moema Soares de Castro
Orientadora

Campina Grande, novembro de 2005.

Agradecimentos

A DEUS que me protegeu nos momentos mais difíceis e me mostrou o caminho a ser seguido, por me provar que, por mais que passemos dificuldades, com muito esforço e empenho, podemos conseguir tudo o que quisermos.

Aos meus pais, Alcidésio e Terezinha, por me ajudarem quando necessitei, por me repreenderem quando errei, por me transformarem em uma pessoa infinitamente feliz e grata por vossa existência.

A professora Moema, por ser uma pessoa sincera e amiga, e pela imensa capacidade de colaboração.

Aos professores do DEE, pelo excelente ensino prestado.

Aos Engenheiros Luiz Alberto e Leonardo pela oportunidade oferecida e pelo incentivo prestado.

A Camila, pela compreensão e incentivo.

Aos amigos e colaboradores, pela ajuda nos momentos difíceis da vida.

Sumário

1. Introdução.....	2
1.1. Energy Eletricidade LTDA.....	2
1.2. Programa Luz Para Todos.....	2
1.3. Importância do Trabalho.....	3
2. Objetivos.....	4
3. Fundamentação Teórica e Prática.....	4
3.1. Sistema Monofilar com Retorno por Terra.....	4
3.2. Definições.....	7
3.3. Materiais, Técnicas e Métodos.....	9
3.3.1 Postes.....	9
3.3.1.1 Tipos.....	9
3.3.1.2 Comprimento.....	10
3.3.2 Vão.....	11
3.3.3 Estruturas.....	11
3.3.4 Tipos de Estruturas.....	12
3.3.5 Equipamentos nas Estruturas.....	21
4. Atividades Desenvolvidas.....	28
5. Aplicação Prática.....	29
6. Conclusão.....	30
7. Referências Bibliográficas.....	31
8. ANEXO.....	32
8.1 ANEXO 1 – Lista de Material das Estruturas.....	32
8.2 ANEXO 2 – Utilização dos Furos.....	35
8.3 ANEXO 3 – Plantas de Obras.....	39

1. Introdução

1.1. Energy Eletricidade LTDA

A Energy Eletricidade LTDA é uma empresa de Campina Grande, fundada a cinco anos, localizada à Rua Dorinha Vasconcelos, 10, Santa Rosa. Conta com aproximadamente 60 funcionários. Realiza e desenvolve projetos no âmbito de eletrificação urbana e rural, possuindo também uma loja na Rua João Pessoa, Campina Grande, onde comercializa materiais elétricos em geral.

A empresa atualmente está executando projetos do Programa do Governo Federal “Luz Para Todos”. Que em virtude de ter por objetivo levar energia para as regiões rurais, trabalha basicamente com Sistema Monofilar com Retorno por Terra (MRT).

1.2. Programa Luz Para Todos

O Programa Luz Para Todos, lançado pelo Governo Federal, tem como meta eletrificar 12 milhões de residências até 2008. Este número corresponde a uma população equivalente à soma do número de habitantes dos estados do Piauí, Mato Grosso do Sul, Amazonas e Distrito Federal. Com o programa, o Governo antecipará em sete anos a universalização da energia elétrica no País, já que, pela legislação atual, as concessionárias de energia teriam prazo até dezembro de 2015 para eletrificar todos os domicílios no Brasil. Segundo o “Em Questão” a exclusão elétrica é maior nas áreas com menor Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e entre as famílias de baixa renda. Cerca de 90% das famílias sem acesso ao serviço de energia elétrica têm renda inferior a três salários mínimos e 84% das famílias sem luz vivem em municípios com IDH abaixo da média nacional. A instalação da energia elétrica até os domicílios será gratuita para as famílias de baixa renda.

Com o “Luz para Todos”, o objetivo do Governo Federal é utilizar a energia elétrica como instrumento para o desenvolvimento econômico das comunidades e para a redução da pobreza e da fome.

O “Luz Para Todos” é voltado para o meio rural, que concentra 80% da exclusão elétrica do País. Como as regiões Norte e Nordeste são as que apresentam os

menores índices de eletrificação, elas representam o maior desafio do programa. Na região Norte, por exemplo, 62,5% da população rural (cerca de 2,6 milhões de pessoas), não têm acesso à eletricidade. No Nordeste, este percentual é de 39,3% dos moradores da área rural (cerca de 5,8 milhões de pessoas).

1.3. Importância do Trabalho

A necessidade de se alocar criteriosamente os recursos públicos na construção e manutenção dos serviços de utilidade pública conduz, tanto os países desenvolvidos como os subdesenvolvidos, a construir suas redes elétricas rurais no sistema monofásico. As principais razões para isso são:

- a) as cargas nas zonas rurais são geralmente tão pequenas que raramente são necessários três condutores para atender a capacidade de transporte das mesmas;
- b) a virtual impossibilidade de obter as vantagens teóricas das três, a saber: sua maior capacidade de carga para uma dada queda de tensão e peso do condutor, devido à dificuldade prática de balancear uma pequena carga nas três fases e às limitações, por razões mecânicas, quanto à utilização de condutores de seção bem reduzida;
- c) economia de custo.

Para se entender a dificuldade de balanceamento das cargas rurais é necessário entender a natureza das mesmas. Com consumidores situados, um a cada 1,5 km e, com demandas médias de 2 kVA, há pouca carga para equilibrar em um ramal de 15 ou 30 km de comprimento. Um exame das curvas de cargas mostra que a possibilidade de balanceá-las nas três fases é muito pequena, só se conseguindo um bom balanceamento com um número maior de consumidores.

Os sistemas monofásicos em uso são:

- a) o sistema fase/fase;
- b) o sistema fase/neutro;
- c) o sistema monofilar com retorno por terra – MRT (sistema que foi abordado no estágio).

O “Luz Para Todos” atenderá, sempre que possível, as seguintes prioridades: comunidades atingidas por barragens de usinas hidrelétricas; assentamentos rurais; municípios com baixo índice de eletrificação; municípios com baixo Índice de

baixo índice de eletrificação; municípios com baixo Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), escolas públicas, postos de saúde e poços de abastecimento de água na zona rural; projetos de eletrificação rural que enfoquem o uso produtivo da energia elétrica e que fomentem o desenvolvimento local integrado; atendimento de populações do entorno de unidades de conservação ambiental; e demandas coletivas.

2. Objetivos

O trabalho realizado durante o estágio consistiu na elaboração e execução de quatro projetos do Programa Luz Para Todos (Assentamento Retiro e Batentes (Parte A e B), Transformação de um alimentador monofásico em um alimentador trifásico do assentamento Retiro e Batentes, Sítio Muralha); localizados na zona rural de Cuité – Paraíba, com a abrangência de atender aproximadamente 225 consumidores de baixa renda.

3. Fundamentação Teórica e Prática

3.1. Sistema Monofilar com Retorno por Terra

O sistema de distribuição com retorno por terra, tem sido adotado em muitos países do mundo para suprimento de áreas rurais.

De acordo com a natureza do sistema elétrico existente e as características do solo de cada região do país aonde as experiências vêm se verificando, foram desenvolvidas no Brasil as seguintes versões do sistema MRT:

- **Sistema Monofilar**

Constitui-se de um único condutor metálico ligado diretamente a uma das fases de uma linha trifásica, tendo o solo como caminho de retorno da corrente. Os transformadores de distribuição por ele alimentados têm seus enrolamentos primários ligados entre o condutor e o solo (Figura 1).

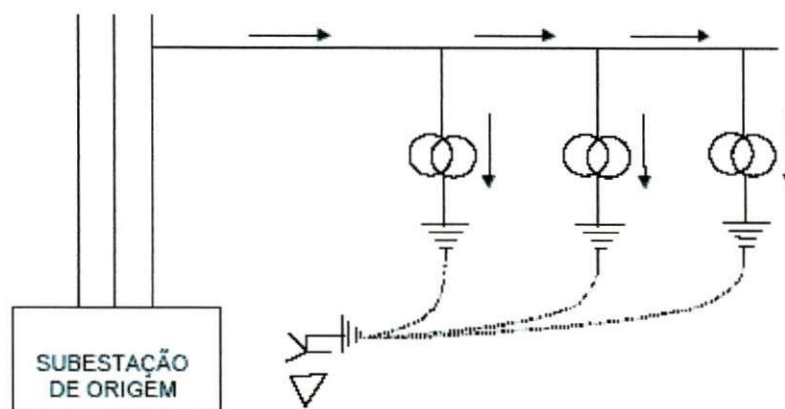


Figura 1 – Sistema Monofilar

Este sistema só pode ser originado em alimentadores cuja saída da subestação de origem é estrela aterrada.

Apresenta-se como uma simplificação do monofásico multi-aterrado convencional com a eliminação do condutor neutro e, conseqüentemente, dos aterramentos ao longo da linha. É comprovadamente a versão mais prática e econômica do MRT, sendo, portanto, a mais recomendada.

• Sistema Monofilar com Transformador de Isolamento

Consiste de um único condutor metálico partindo de um sistema trifásico através de um transformador de isolamento, tendo o solo como caminho de retorno da corrente. O transformador de isolamento tem seu enrolamento primário ligado a duas fases do sistema trifásico e o secundário entre o condutor metálico e a terra (Figura 2).

Apresenta-se como solução para emprego do MRT a partir de sistemas isolados. Nesses casos, a sua utilização poderá vir a ser justificada aliando-se a este fato outras vantagens como:

- ⇒ Adequar a tensão do sistema MRT às tensões nominais padronizadas;
- ⇒ Elevar a tensão para permitir o atendimento a uma área mais ampla em condições econômicas;
- ⇒ Limitar a zona de circulação das correntes de retorno pela terra, evitando interferências em linhas de telecomunicações fora do percurso do ramal;
- ⇒ Limitar as correntes de curto-circuito disponíveis nas linhas MRT.

Como desvantagens, além do custo adicional do transformador de isolamento, cumprem destacar:

- ⇒ Limitação da potência do ramal à potência nominal do transformador de isolamento;
- ⇒ Necessidade de se reforçar o aterramento do transformador de isolamento, pois na sua falta cessa o fornecimento de energia para todo o ramal.

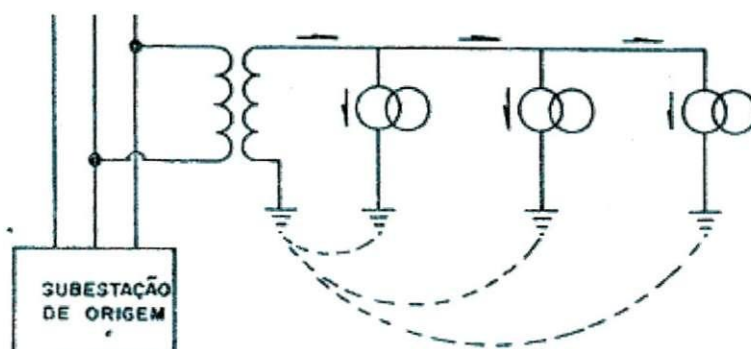


Figura 2 - Sistema Monofilar com Transformador de Isolamento

• Sistema MRT na Versão Neutro Parcial

Consiste da interligação dos aterramentos dos transformadores do ramal MRT através de um condutor adicional. Dessa forma, apresenta-se fisicamente como o monofásico fase-neutro multi-aterrado, com a diferença de que o condutor neutro não está conectado à subestação de origem (Figura 3).

É empregado como solução para a utilização do sistema MRT em regiões de solos de alta resistividade, quando se torna difícil obter valores de resistências de terra dos transformadores dentro dos limites máximos estabelecidos no projeto. Nesse sistema, a interligação dos aterramentos dos transformadores forma uma única malha de terra, reforçada pelos aterramentos que podem ser acrescentados ao longo do ramal, contribuindo, desta forma, para baixar o valor da resistência equivalente em cada ponto.

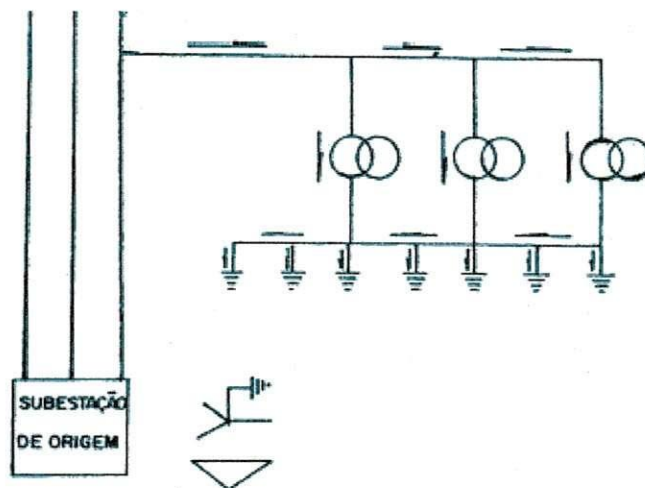


Figura 3 - Sistema MRT na Versão Neutro Parcial

3.2. Definições

Alimentador de Distribuição

Rede ou linha de distribuição elétrica que alimenta, diretamente ou por intermédio de seus ramais, transformadores de distribuição da concessionária e/ou consumidores.

Carga Instalada

Soma das potências nominais das cargas ligadas ao sistema ou a instalação considerada.

Circuito Secundário de Distribuição

Parte de uma rede secundária associada a um transformador de distribuição.

Derivação de Distribuição

Ligação feita em qualquer ponto de uma rede de distribuição, para um alimentador, ramal de alimentador, transformador de distribuição ou ponto de entrega.

Flying-Tap

É um cruzamento de cabos, em que entre eles há uma conexão no vão.

Linha de Subtransmissão (LSU)

Linha elétrica destinada ao transporte de energia entre duas subestações (SEs) que alimenta ou não consumidores entre elas.

Ramal de Alimentador

Segmento da linha elétrica que deriva do tronco responsável pela distribuição de energia aos consumidores.

Ramal de Entrada

É o conjunto de condutores e acessórios, inclusive conectores, instalados a partir do ponto de entrega de energia, até a caixa para medição e proteção, cuja instalação é de responsabilidade e propriedade do consumidor.

Ramal de Serviço

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

Rede de Distribuição (RD)

Conjunto de linhas elétricas, com equipamentos e materiais diretamente associados, destinados à distribuição de energia elétrica.

Rede de Distribuição Particular (RDP)

Rede de distribuição de propriedade de terceiros.

Rede de Distribuição Rural (RDR)

Rede de distribuição situada fora do perímetro urbano/suburbano.

Rede de Distribuição Urbana (RDU)

Rede de distribuição situada dentro do perímetro urbano e/ou suburbano dos centros populacionais.

Rede Primária

Parte de uma rede de distribuição que alimenta transformadores de distribuição e/ou de entrega sob a mesma tensão primária nominal (13,8 kV).

Rede Secundária

Parte de uma rede de distribuição alimentada pelos secundários dos transformadores de distribuição.

Rede Secundária Antifurto

Rede secundária multiplexada, utilizando caixas de derivação nos postes e cabos concêntricos de cobre para ligação dos consumidores.

Rede Secundária Multiplexada

Rede de baixa tensão, operando com tensão de 380/220 V, utilizando condutores encordoados, conhecidos comercialmente como multiplexados.

Tronco do Alimentador

Segmento da linha elétrica responsável pelo transporte da maior quantidade da carga com a extensão determinada pelas necessidades operacionais do alimentador.

3.3. Materiais, Técnicas e Métodos.

A seguir, é apresentada uma orientação técnica que visa estabelecer diretrizes, critérios e condições gerais para elaboração e execução de projetos de distribuição elétrica, em Sistema Monofilar com Retorno por Terra (MRT), para consumidores na Área Rural, individuais e/ou em condomínio.

3.3.1 POSTES

3.3.1.1 Tipo

Os postes usados em área rural deverão ser de concreto, seção duplo T. A Tabela 1 abaixo apresenta os postes padronizados pela SAELPA.

Tabela 1 – Padronização dos postes utilizados em área rural e urbana.

Comprimento do Poste	Resistência Nominal - daN	
	Concreto Circular	Concreto duplo T Face (a/b)
9	150	75/150
	300	150/300
	600	300/600
	1000	500/1000
10	150	75/150
	300	150/300
	600	300/600
	1000	500/1000
11	300	150/300
	600	300/600
	1000	500/1000
	1500	750/1500
12	300	150/300
	600	300/600
	1000	500/1000
	1500	750/1500
13	----	150/300
	600	300/600
	1000	500/1000
	1500	750/1500
15	----	300/600
	----	500/1000
17	----	300/600
	----	500/1000

A escolha do tipo de poste deve levar em consideração não só o grau de urbanização e uniformidade, mas principalmente aspectos técnicos, econômicos e estéticos.

3.3.1.2 Comprimento

Podem-se utilizar postes de diferentes comprimentos para os seguintes casos:

- **Poste de 9 m**

Em rede exclusiva de baixa tensão, sem possibilidade de passagem de alta tensão.

- **Poste de 10 m**

Utilizado normalmente em rede de alta tensão que não haja grande esforço mecânico em sua estrutura.

- **Poste de 11 m**

- ⇒ Permitir conexão aérea, flying tap;
- ⇒ Derivação de rede primária;
- ⇒ Derivação para consumidor em alta tensão;
- ⇒ Instalação de transformadores, religadores, seccionadores, reguladores de tensão, chave interruptora de distribuição, chave faca, chave fusível e banco de capacitores;
- ⇒ Previsão de implantação de alta tensão em espaço de tempo menor que três anos;
- ⇒ Travessias.

- **Poste de 12 m**

Devem ser utilizados nos mesmos casos previstos para o poste de 11 m, porém com desnível acentuado e em casos especiais.

- **Poste com comprimento superior a 12 m**

São usados para as mesmas situações do poste de 12 m, mas apenas quando a altura necessária não for suficiente, ou quando se tratar de projetos específicos de iluminação.

3.3.2 Vão

Na rede secundária, o vão entre os postes deve ter distância em torno de 35 m, podendo chegar a 40 m. Na rede primária, poderá ser de até 80 m de vão.

Nas áreas periféricas e com baixa densidade habitacional ou em áreas com predominância de chácaras com frente de quadra superior a 100 m, o vão máximo da rede secundária pode ser de 80 m. Neste caso, a posteação deve ser locada já se prevendo a futura intercalação de postes.

3.3.3 Estruturas

Na escolha das estruturas, deve-se levar em consideração os seguintes detalhes:

- ⇒ Largura do passeio;
 - ⇒ Bitola do condutor;
 - ⇒ Ângulo de deflexão e vertical da rede.
-

3.3.4 Tipos de Estruturas

As normas técnicas de distribuição apresentam diferentes estruturas para a rede primária e secundária.

Apresenta-se a seguir uma síntese das estruturas da rede primária e secundária e suas respectivas características.

❖ Primário – Rede Convencional

▪ Estrutura U1

A estrutura tipo U1 é empregada quando não é necessário amarração ou derivação. É uma estrutura tipicamente de passagem. Em alguns casos, ela pode ser empregada quando o ângulo formado entre os postes consecutivos não é acentuado. A Figura 4 abaixo representa uma estrutura U1.

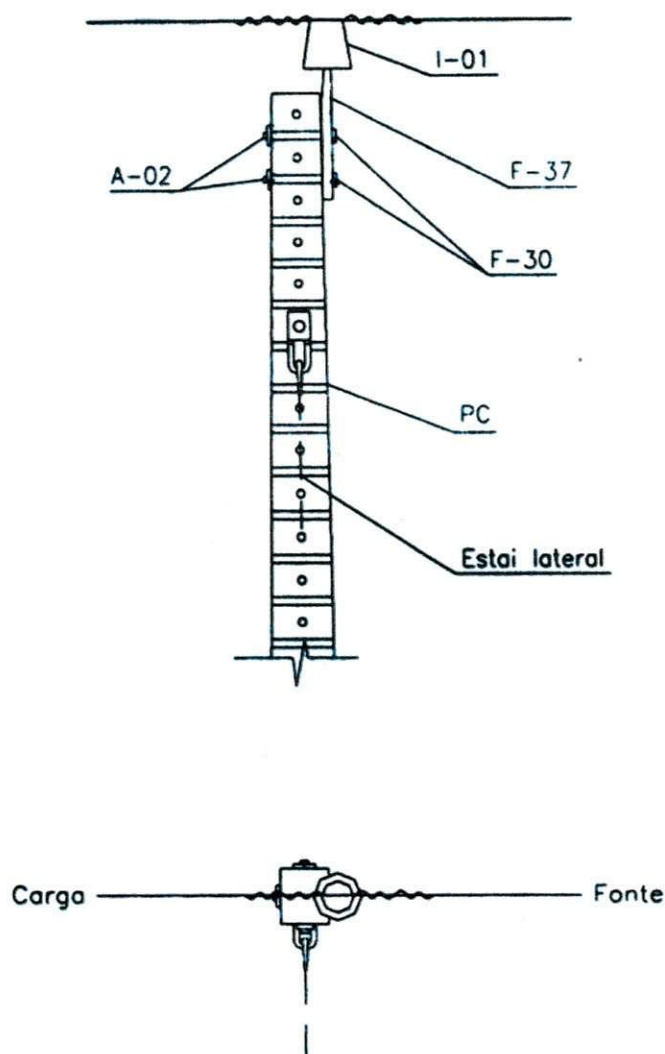


Figura 4 – Estrutura do tipo U1

▪ Estrutura U2

A estrutura tipo U2 possui maior resistência mecânica, assim, pode ser usada em ângulos, em fim de linha (para condutores de alumínio de até 2 AWG) e quando é necessário amarração. A Figura 5 mostra uma estrutura tipo U2.

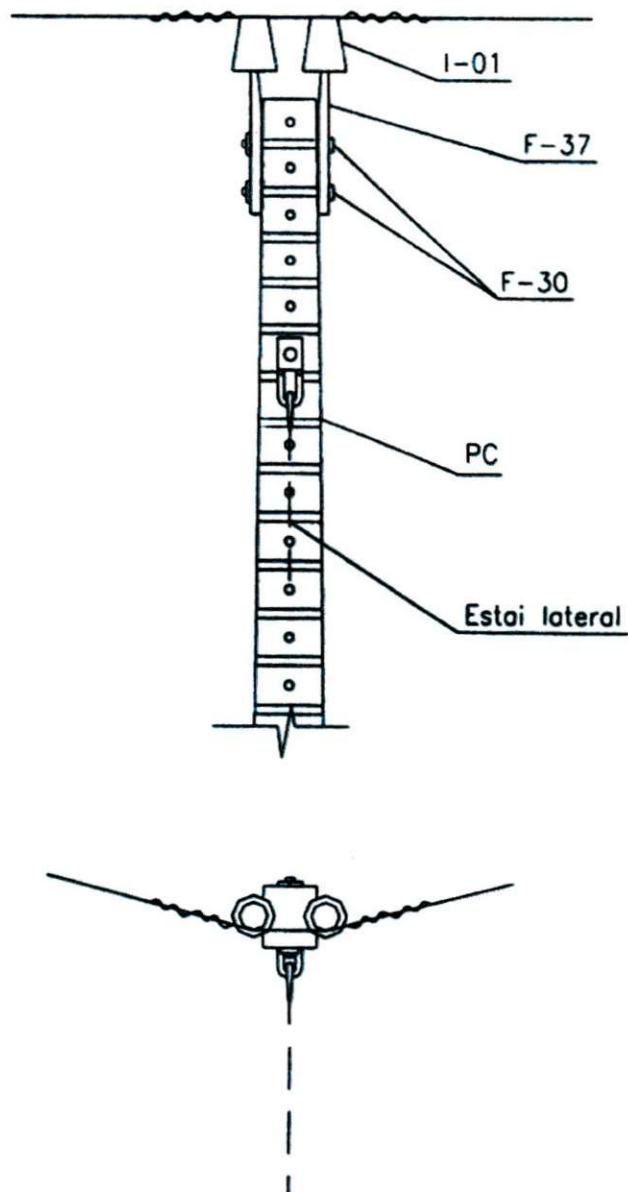


Figura 5 – Estrutura do tipo U2

▪ Estrutura U3

A estrutura tipo U3 possui resistência mecânica superior a U2 e deve ser utilizada em fim de linha com condutores de alumínio de bitola superior ou igual a 2 AWG. A Figura 6 mostra uma estrutura tipo U3.

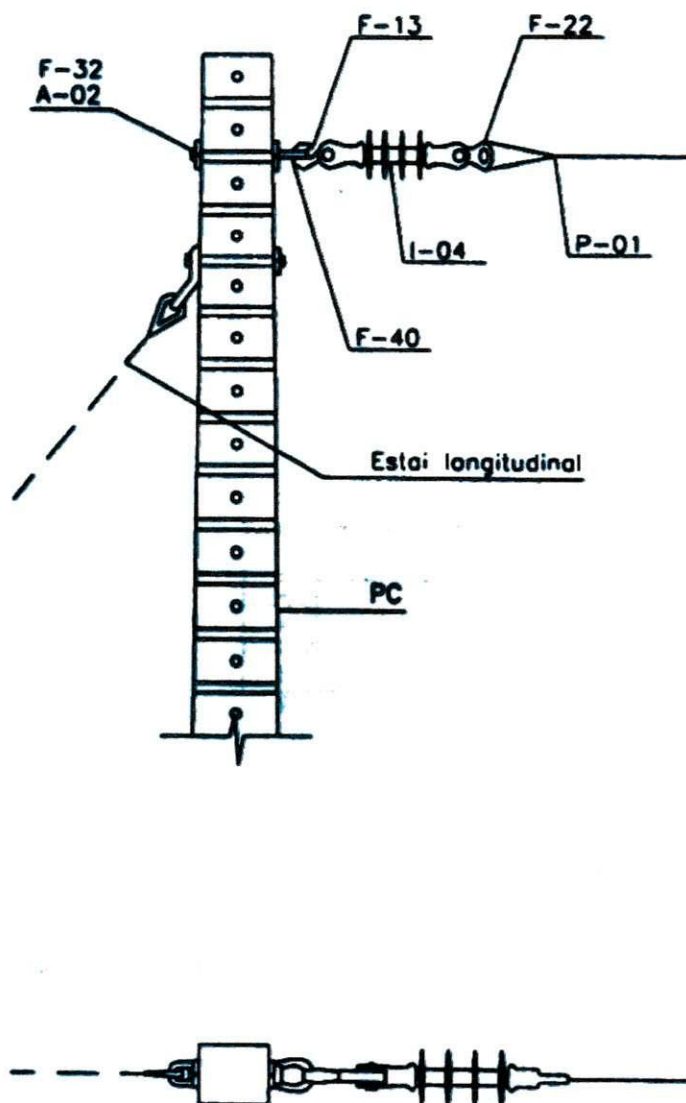


Figura 6 – Estrutura do tipo U3

▪ Estrutura U4

A estrutura tipo U4 possui resistência superior a U3 e deve ser empregada em ângulos de até 60° . A estrutura U4 é caracterizada pelo uso de isoladores de disco em ambos os lados do poste e um isolador (tipo pino) disposto na parte superior do poste, tendo como finalidade a fixação do cabo (Figura 7).

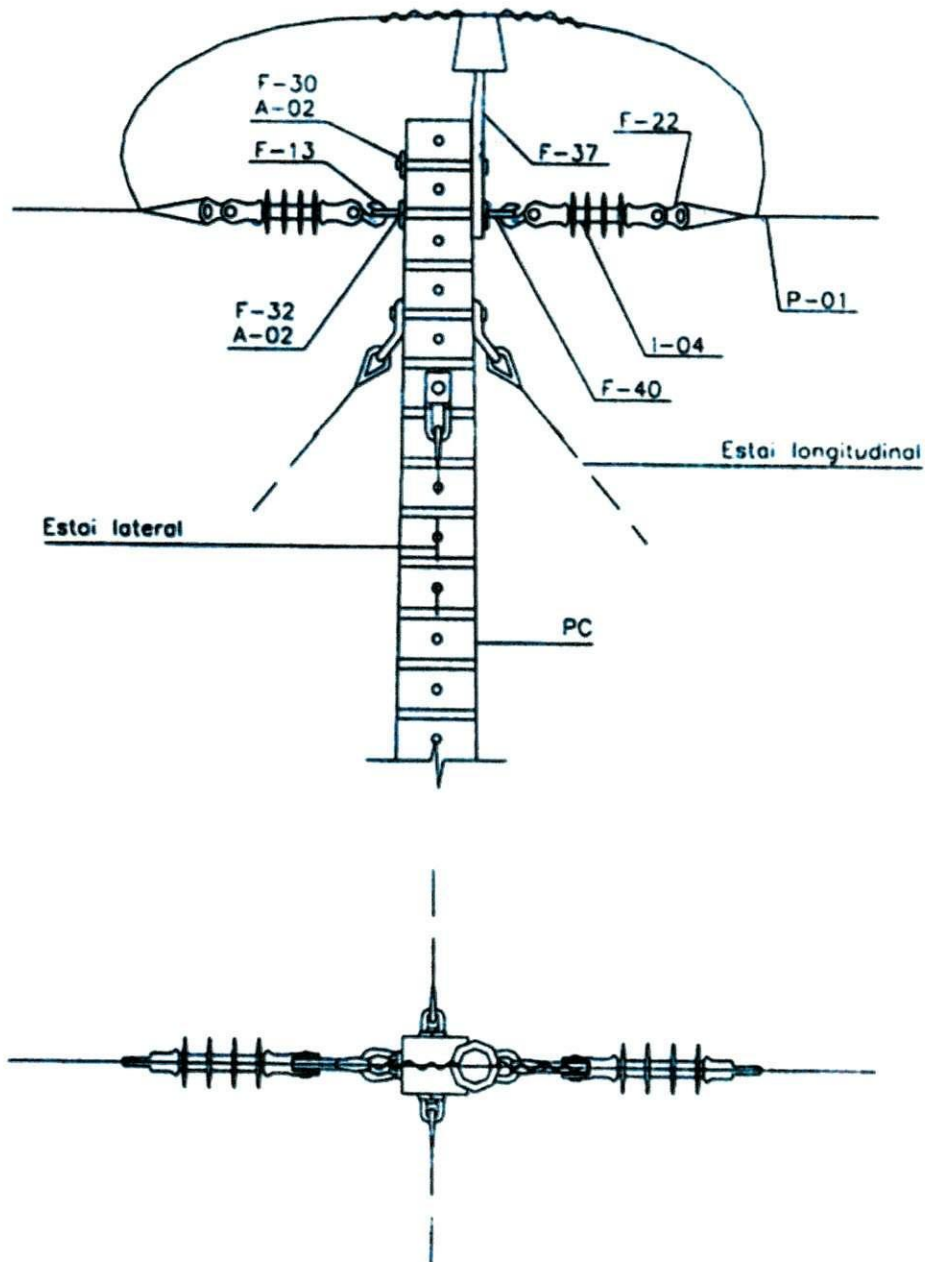


Figura 7 – Estrutura do tipo U4

❖ Secundário – Rede Convencional

No secundário o neutro é contínuo, o espaçamento entre os estribos é de 200 mm, para vãos até 40 m (RD trifásicas e monofásicas), para vãos acima de 40 m o espaçamento entre os estribos deve ser duplo (RD monofásica).

▪ Estrutura Tipo S1

A armação secundária quando aplicada em fim de linha e tangente denomina-se S1 T e S1 A, respectivamente.

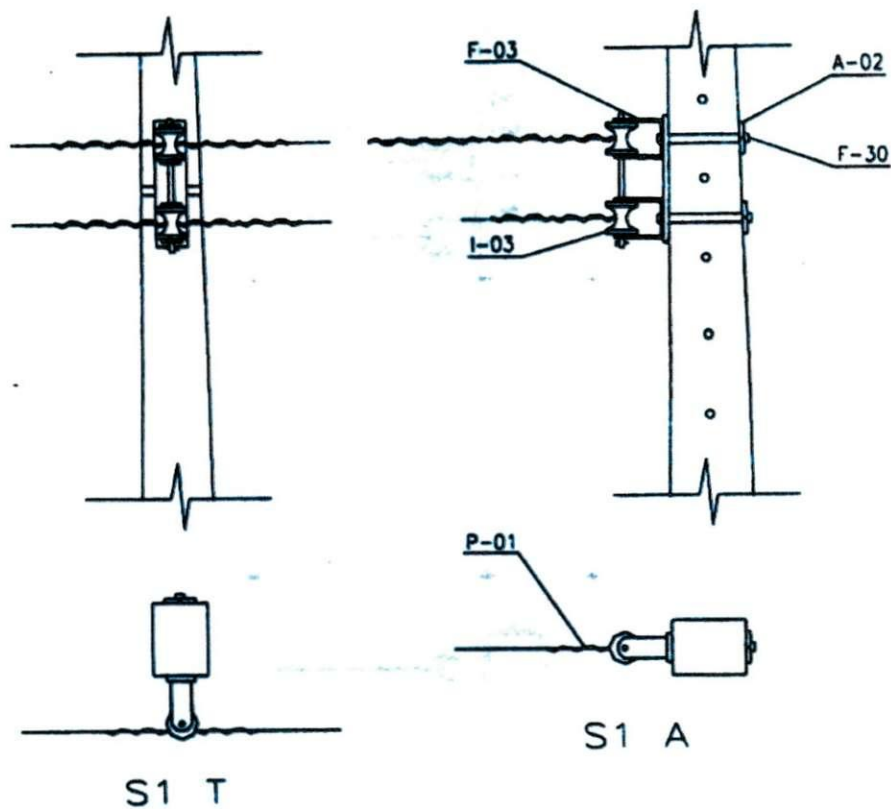


Figura 8 – Estrutura do tipo S1, S1 T e S1 A.

▪ **Estrutura Tipo S2**

Possui duas armações secundárias fixadas perpendicularmente no poste.

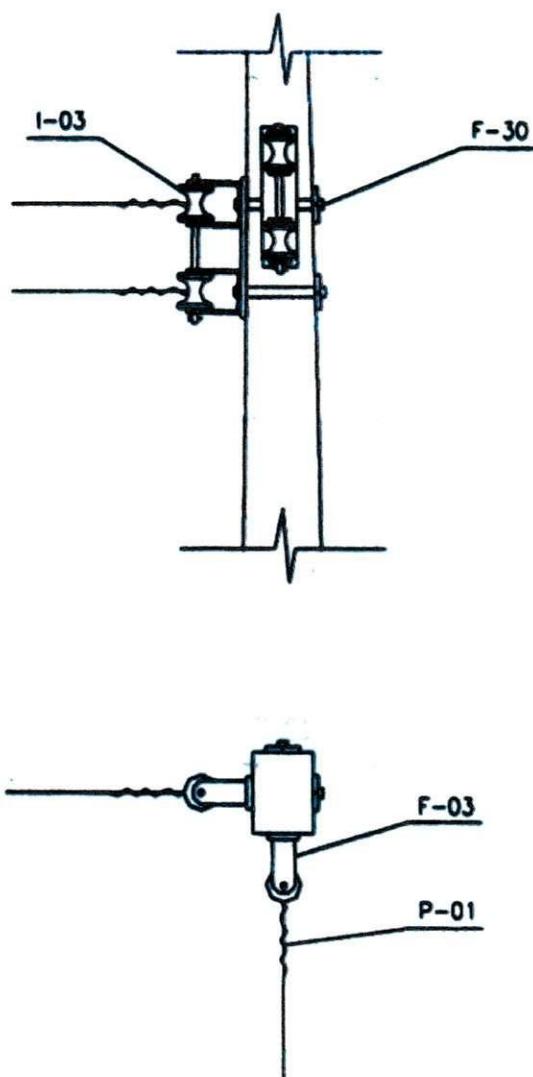


Figura 9 – Estrutura do tipo S2.

▪ Estrutura Tipo S3

Apresenta duas armações secundárias fixadas em lados opostos do poste.

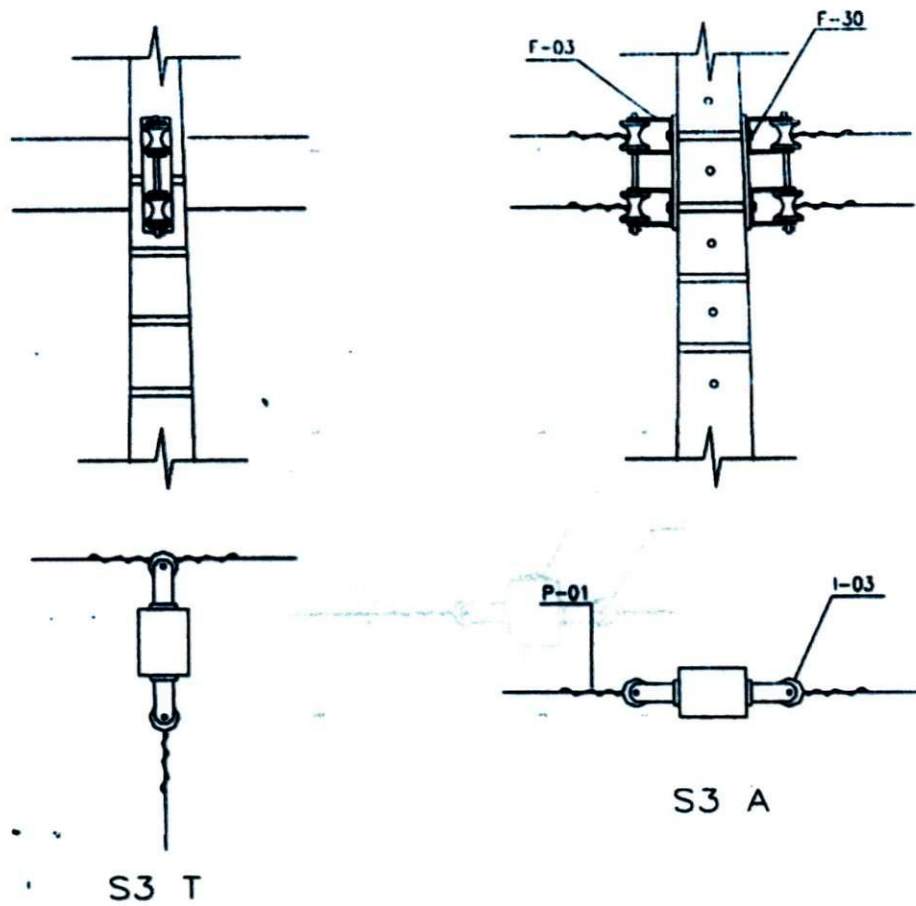


Figura 10 – Estrutura do tipo S3, S3 A e S3 T.

▪ Estrutura Tipo S4

Possui três armações secundárias fixadas no poste.

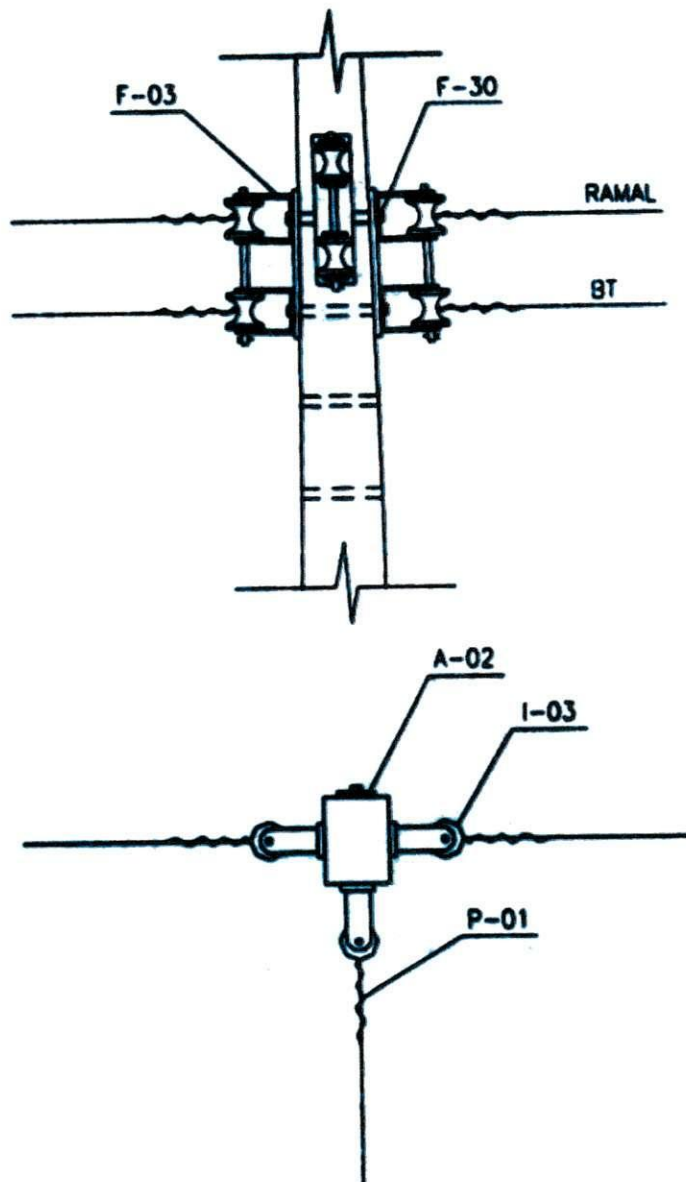


Figura 11 – Estrutura do tipo S4.

- **Estrutura Tipo S5**

Apresenta quatro armações secundárias fixadas no poste.

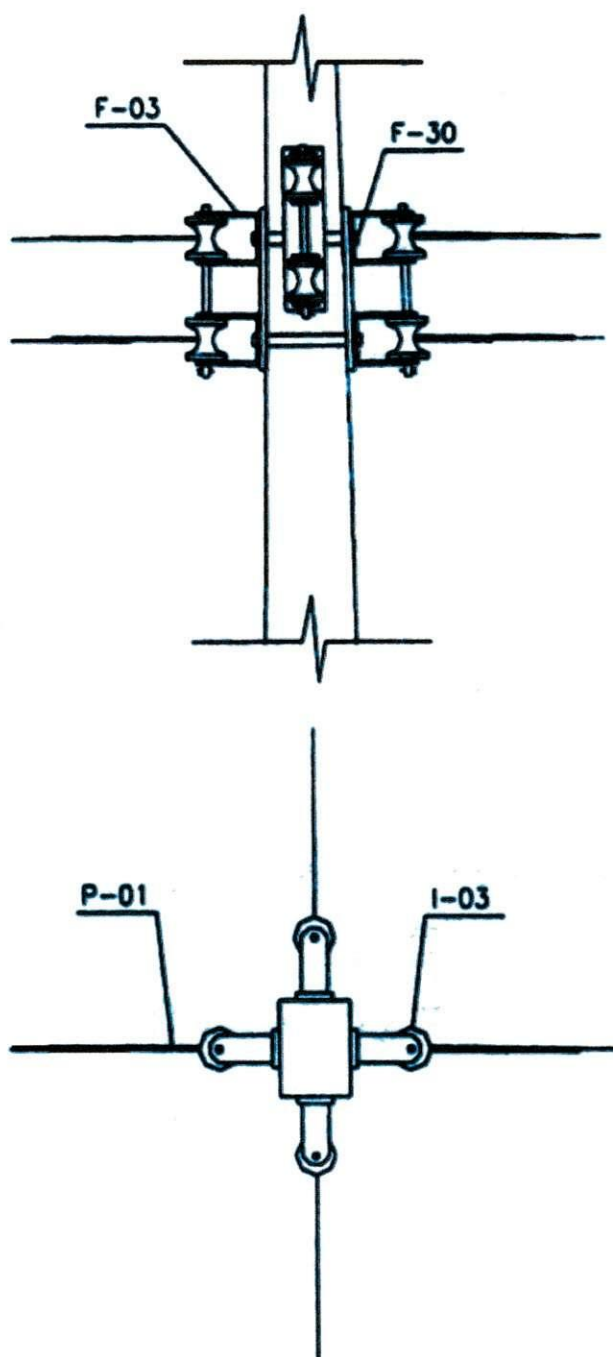


Figura 12 – Estrutura do Tipo S5.

Observação: No ANEXO 1 encontram-se as tabelas contendo todo o material necessário para a formação das estruturas citadas anteriormente.

3.3.5 Equipamentos nas Estruturas

A instalação dos equipamentos em postes e estruturas deve obedecer algumas considerações de ordem técnica e de segurança. Tais como:

- Não é permitida a instalação de transformadores em postes de esquina, em ângulo ou com dois níveis de cruzeta;
- Os equipamentos devem ser instalados em poste de altura mínima de 11 metros;
- Para transformadores até 112,5 kVA o esforço mínimo do poste deve ser de 300 kg, e para transformadores de 150 kVA e 225 kVA, o esforço mínimo deve ser de 600 kg.
- As partes metálicas dos equipamentos devem ser interligadas ao sistema de aterramento.

Por uma questão de segurança, os transformadores devem ser instalados voltados para o lado da rua, as amarrações secundárias do lado oposto, salvo situações especiais.

Chaves Fusíveis

a) Local de instalação

Basicamente, deverão ser instaladas chaves fusíveis nos seguintes casos:

- Em princípio, em todos os ramais derivados do alimentador tronco;
- Após cargas, cuja importância recomende maior continuidade;
- Em todos os ramais particulares, identificando a derivação;
- Em alguns sub-ramais derivados de ramais longos ou derivados de ramais protegidos por religadores ou seccionadores ou quando tenham, em sua derivação, chaves de faca.

Observações importantes:

Em princípio não deverão ser instalados mais de 4 chaves fusíveis em série (sem considerar a chave fusível do transformador).

Ramais longos deverão ser seccionados aproximadamente de 5 em 5 km por chaves de faca, chaves fusíveis, religadores, chaves de abertura em carga, etc., conforme estudos específicos.

b) Escolha das chaves

As chaves fusíveis projetadas deverão obedecer às seguintes considerações:

- Deve ser seguido o mesmo critério na escolha da tensão nominal de isolamento que o utilizado para as chaves seccionadoras;
- A corrente nominal de interrupção das chaves fusíveis deve ser maior que o nível de curto-circuito trifásico máximo no ponto de instalação;
- A corrente nominal da chave fusível deve ser igual ou maior que 150% do valor da corrente máxima prevista no ponto de instalação.

c) Determinação dos Elos Fusíveis

Os elos fusíveis podem ser:

- Tipo K: Partida rápida
- Tipo H: Partida lenta

Para a proteção de ramais devem ser utilizados elos fusíveis de acordo com a Tabela 2.

Tabela 2 – Dimensionamento dos Elos – Fusíveis

Elos do tipo k (A)	Corrente Nominal do ramal (A)	Corrente máxima permanente admissível (A)
10	10	15
15	15	22,5
25	25	37,5
40	40	60

Para ramais exclusivamente com transformadores de distribuição e/ou prédios residenciais ligados em ala tensão, os elos serão determinados de acordo com a carga instalada no ramal (kVA), e com as demanda (kW).

Para facilidade de operação e maior segurança do operador, a chave deverá ser instalada fazendo um ângulo de até 30° em relação ao condutor.

A seguir, apresenta-se o desenho de um caso de instalação de chaves fusíveis em uma estrutura de derivação N2 (trifásica).

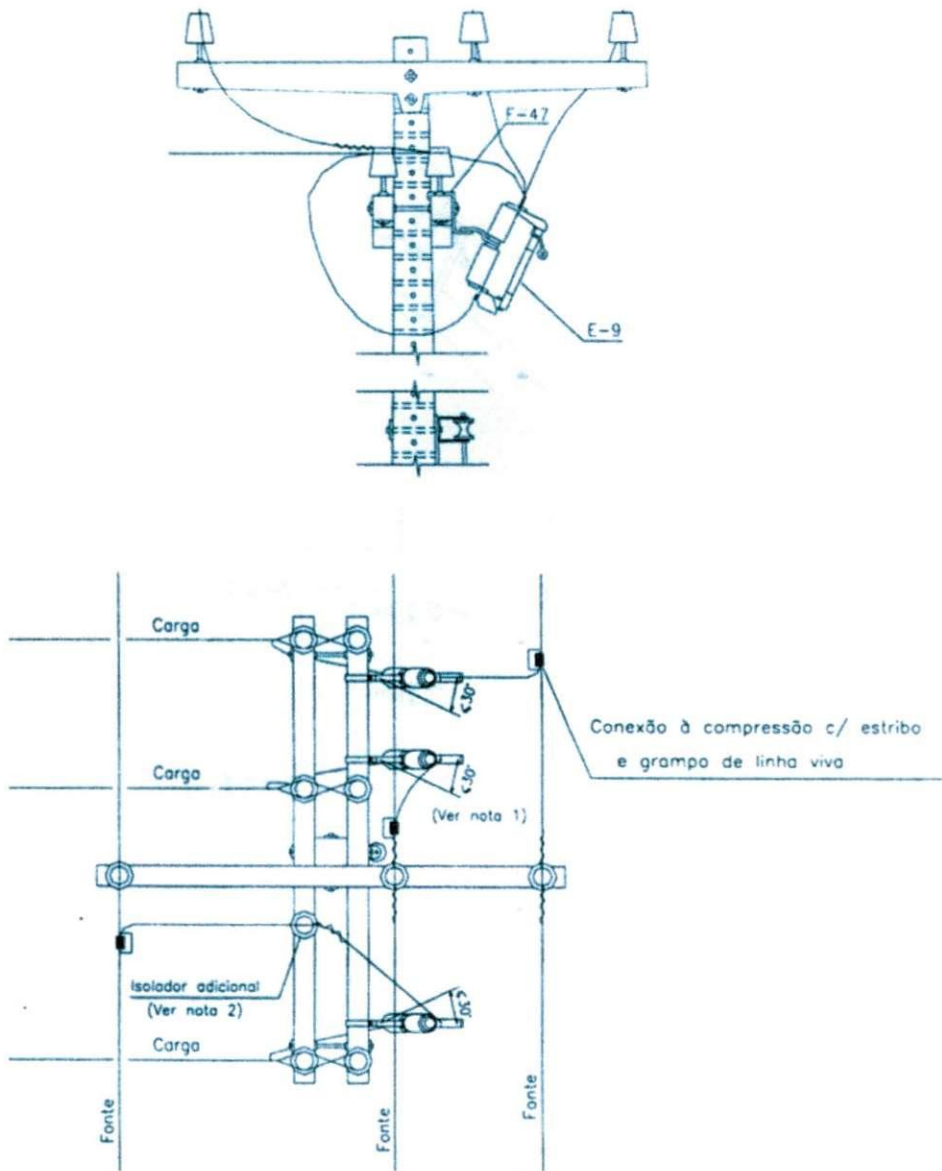


Figura 13 – Instalação de uma Chave Fusível

Pára-raios

Para garantir a correta instalação de um pára-raios e que ele atue de forma eficiente, deve-se observar cuidadosamente a sua instalação, permitindo o escoamento da corrente de descarga para a terra. Na figura 14, mostra-se um exemplo de instalação de pára-raios.

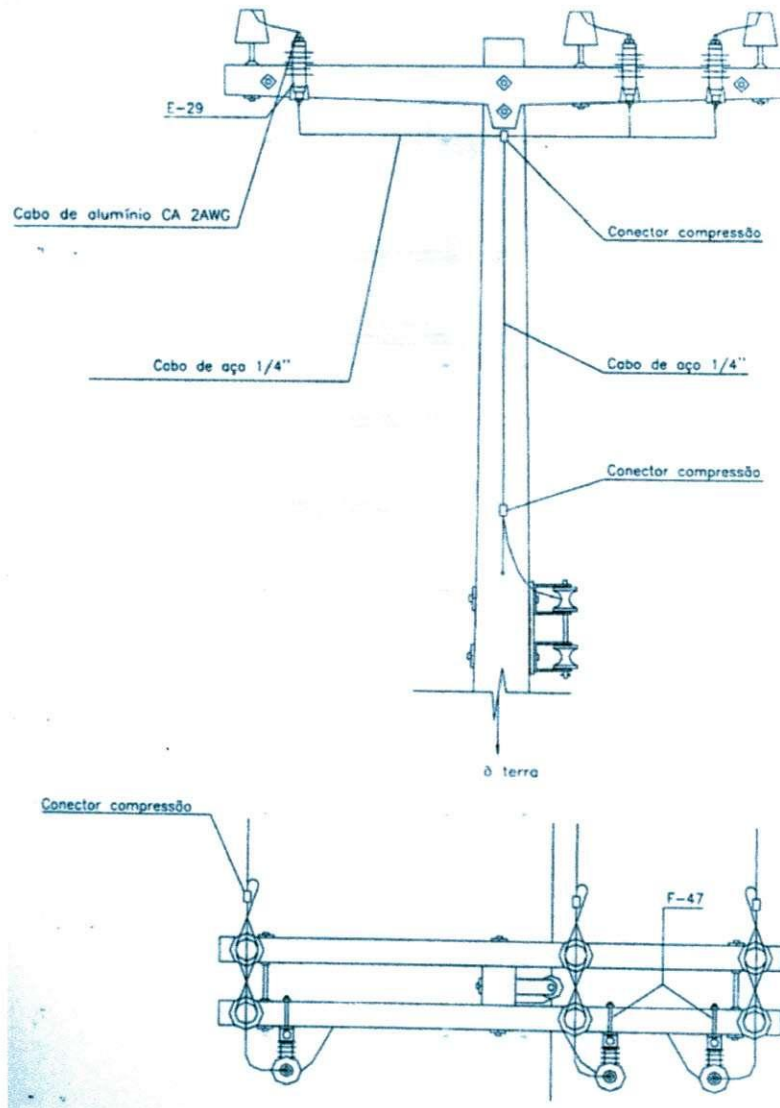


Figura 14 – Pára-raios

Transformador Monofásico sob linha

Os transformadores nas linhas de distribuição devem ser instalados, sempre que possível, no centro de cargas. Normalmente, eles são alocados ao longo da linha. Na Figura a seguir mostra-se um caso de instalação de um transformador monofásico sob linha.

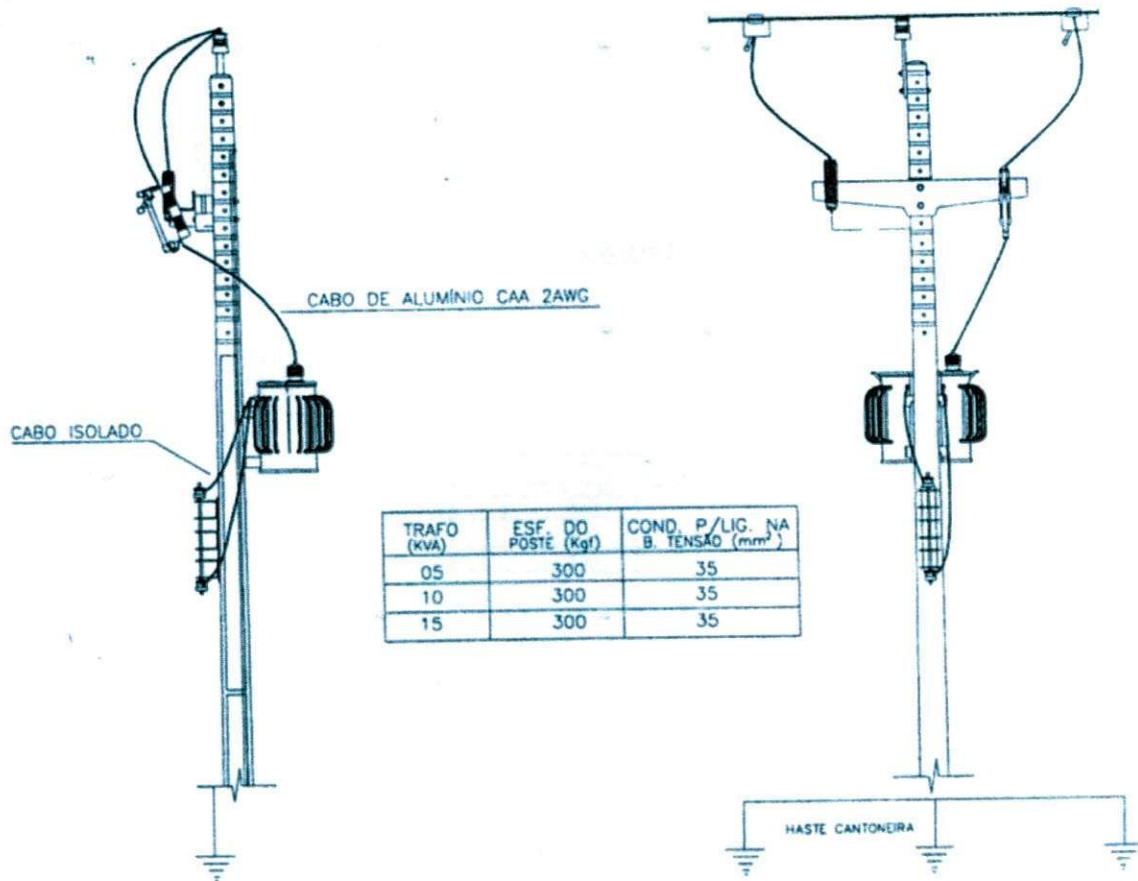
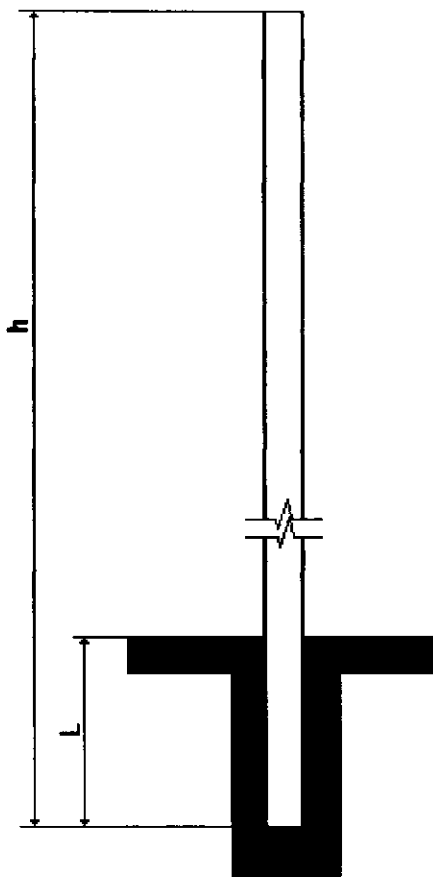


Figura 15 – Transformador Monofásico sob linha

Engastamento de Postes

O engastamento de postes deverá ser como indicado na Figura 16.



A profundidade de engastamento em função da altura do poste será, (NTD - 004):

$$L = h/10 + 0,6$$

Onde: L – profundidade da cava
h – altura do poste

Figura 16 - Engastamento de Poste

Aterramento

O condutor de aterramento deverá ser tão retilíneo quanto possível, sem emendas e não conter chaves ou quaisquer dispositivos que possa causar sua interrupção. Além disso, o condutor bem como as interligações das hastes deverão ser através de aço SM 6,4 mm.

No trecho de descida, junto à parede, mureta ou poste, o condutor de aterramento deverá ser protegido por um eletroduto de PVC rígido pesado, de diâmetro mínimo 19,05 mm (3/4”), que deverá ir ao solo até dentro da caixa, não podendo ter espaço entre o eletroduto e a caixa de medição.

A conexão do condutor de aterramento à haste e ao neutro do ramal de entrada deverá ser feita por meio de conector terminal à compressão, de material à prova de corrosão.

Para cravação das hastes de terra e lançamento do condutor de aterramento, recomenda-se abrir uma valeta com 300 mm de profundidade, e nos pontos de instalação das hastes, abrir buracos também com 300 mm de profundidade a partir do nível da valeta e com diâmetro suficiente para permitir a cravação de forma a atender as profundidades mínimas definidas no desenho abaixo.

Quando for instalado equipamento, em poste com aterramento construído no padrão considerado antigo, deverá ser construída uma malha de aterramento com duas hastes a serem conectadas ao aterramento existente, caso esteja comprovadamente em boas condições. Caso contrário, o aterramento deverá ser refeito no padrão novo.

▪ Alternativa 1

CRITÉRIOS DE ATERRAMENTO – ALTERNATIVA 1

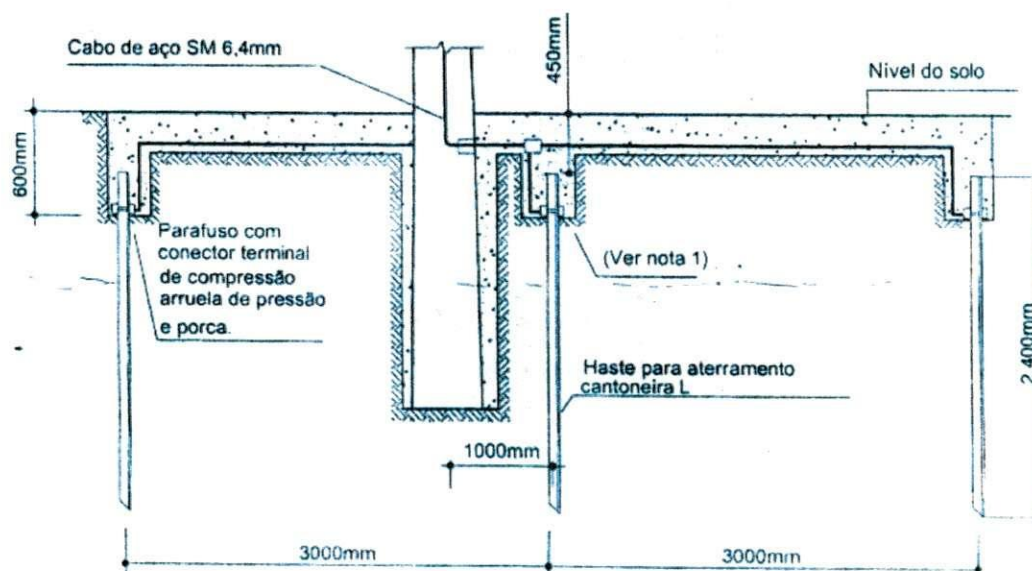


Figura 17 – Critério de Aterramento alternativa 1

▪ Alternativa 2

CRITÉRIOS DE ATERRAMENTO – ALTERNATIVA 2

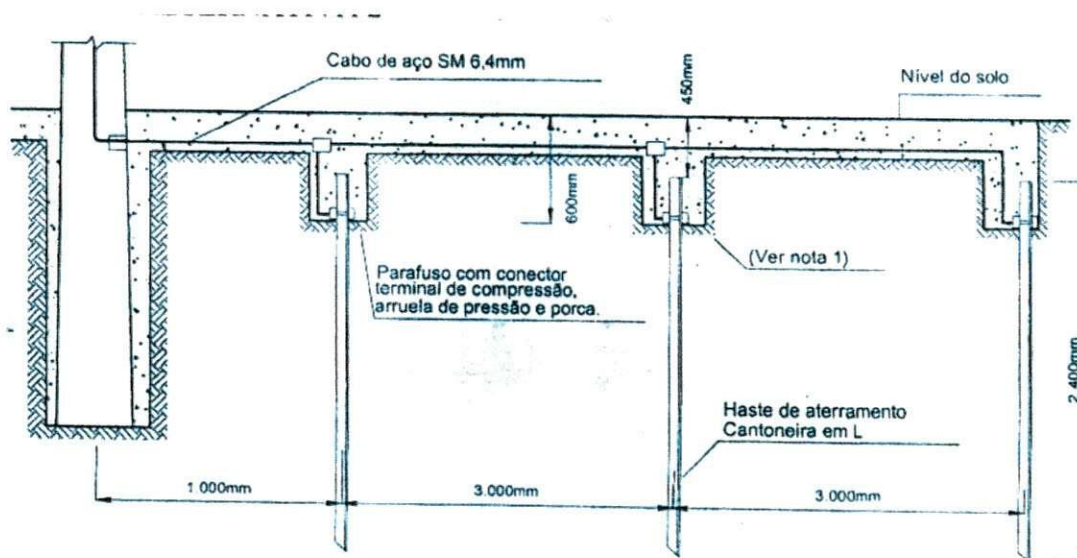


Figura 18 – Critério de Aterramento alternativa 2

Estaiamento

Os estais são estruturas compostas por: um bloco de concreto, uma haste âncora, cabo de aproximadamente 11 m, chapa para estai “Chapa L”, e parafusos adequados. O estai têm a função de ancorar o poste em caso de ângulo acentuado e em caso de esforço demasiado. Estruturas com equipamentos não devem possuir estais.

Utilização dos Furos

No ANEXO 2 podemos visualizar a disposição adequada das diversas estruturas nos postes de concreto.

4. Atividades Desenvolvidas

As atividades desenvolvidas foram:

- Controle de Material de Estoque: Desenvolver planilhas e métodos para melhorar o controle de material estocado no depósito da empresa;
- Retirada de Material na Saelpa: Consistia de retirar o material necessário para a execução das obras do “Luz para Todos” na Saelpa;

- Levantamento de Material de Concreto nos projetos do “Luz para Todos”: Consistia em realizar a contagem do Material de Concreto (Postes, Cruzetas e Bloquetes) na planta da obra em questão;
- Envio do Material para a Obra: Calcular a carga de concreto (\pm 28 toneladas por carreta) e a carga de material diverso (cabos, transformadores, hastes, pára-raios, etc), e envia-los para o local da obra;
- Acompanhamento e Planejamento de Execução dos Projetos: Consistia em acompanhar e viabilizar a execução das obras de maneira satisfatória em menor tempo possível com menores custos. Em particular, quatro obras do programa “Luz para Todos”, são elas: Assentamento Retiro e Batentes (Parte A e B), Transformação de um alimentador monofásico em um alimentador trifásico do assentamento Retiro e Batentes, Sítio Muralha.

5. Aplicação Prática

No ANEXO 3 apresenta-se como exemplo ilustrativo, um dos projetos de rede de distribuição rural realizados pela empresa, uma vez que os outros são semelhantes.

6. Conclusão

O estágio integrado é uma oportunidade ideal para desenvolver e aprimorar os conhecimentos adquiridos no curso de engenharia elétrica. Durante o curso o aluno tem oportunidade de resolver problemas, mas geralmente levando em conta apenas o aspecto técnico. No estágio vemos que para obter a resolução de um problema temos que considerar não apenas a parte técnica, mas também temos que considerar outros parâmetros, tais como: financeiros, sociais, ecológicos e até estéticos.

No desenvolvimento do projeto de eletrificação rural é relevante conhecer todos os equipamentos e estruturas peculiares de um sistema de potência. Na execução é oportuno identificar as possibilidades de alteração do projeto original, bem como, viabilizar procedimentos adequados para a conclusão satisfatória.

A importância do trabalho realizado se resume no olhar esperançoso de inúmeras pessoas que vivem nessas regiões. A alegria e satisfação presente em cada pessoa no momento de verem suas casas iluminadas é extremamente recompensador e gratificante.

Partindo deste contexto, podemos dizer que o estágio contribuiu de forma positiva para a formação não só de um engenheiro como também de um cidadão.

7. Referências Bibliográficas

- [1] ABNT, *Redes de Distribuição Aérea, Urbana e Rural – Normas Brasileiras*. Rio de Janeiro: mm Editoras LTDA, 1986.
- [2] ASGE, *Norma Técnica de Distribuição NTD – 002 – Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Secundária*. João Pessoa, 2002.
- [3] ASGE, *Norma Técnica de Distribuição NTD – 003 – Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Primária*. João Pessoa, 2002.
- [4] ASGE, *Norma Técnica de Distribuição NTD – 005 – Instrução de Montagem de redes aéreas de Distribuição Rural*. João Pessoa: SAELPA, 2001.
- [5] ASGE, *Norma Técnica de Distribuição NTD – 005 – Compartilhamento de Infra-Estrutura*. Bragantina. São Paulo, 2004.
- [6] ELETROBRÁS, *Seleção de Sistemas – MRT – RER – 05*. São Paulo, 2001.
- [7] ENERSUL, *Orientação Técnica. Fornecimento de Energia Elétrica no Sistema Monofásico com Retorno por Terra (MRT)*. Rio Grande do Sul, 2001.
- [8] CREDER, H. *Instalações Elétricas*. 14^aed. Rio de Janeiro, 2004.
- [9] SOUSA, Benemar Alencar de. *Distribuição de Energia Elétrica*. Campina Grande: UFPB, 1997.

Sites:

<http://www.cemig.org.br>

<http://www.visaonet.com.br>

<http://www.mme.gov.br/luzparatodos>

<http://www.elektrobras.gov.br>

<http://www.brasil.gov.br/emquestao/eq346.htm#>

<http://www.saelpa.com.br>

http://www.celg.com.br/Dadostecnicos_Normas.jsp

http://www.gruporede.com.br/celga/serv_consultanormas.asp

http://www.elektro.com.br/elektro_normas/indgeral.asp

**8.1. ANEXO 1:
LISTA DE MATERIAL DAS
ESTRUTURAS**

> **Rede Primária**

Estrutura U1

ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO
A - 02	02	Arruela quadrada de 38 mm c/ furo 18 mm
F - 30	02	Parafusa de cabeça quadrada (Adequado)
F - 37	01	Pino de topo para isolador
I - 01	01	Isolador de pino
PC	01	Poste de concreto DT
	1 m	Fita de proteção de alumínio 1 x 10 mm
	1 m	Fio de alumínio recozido p/ amarração N° 4 AWG

Estrutura U2

ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO
F - 30	02	Parafusa de cabeça quadrada (Adequado)
F - 37	01	Pino de topo para isolador
I - 01	01	Isolador de pino
PC	01	Poste de concreto DT
	2 m	Fita de proteção de alumínio 1 x 10 mm
	2 m	Fio de alumínio recozido p/ amarração N° 4 AWG

Estrutura U3

ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO
A - 02	02	Arruela quadrada de 38 mm c/ furo 18 mm
F - 13	01	Gancho Olhal
F - 22	01	Manilha Sapatilha
F - 32	01	Parafusa rosca dupla (Adequado)
F - 40	01	Porca olhal
P - 01	01	Alça preformada p/ cabo (Adequado)
I - 04	01	Isolador de disco polimérico
PC	01	Poste de concreto DT

Estrutura U4

ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO
A - 02	02	Arruela quadrada de 38 mm c/ furo 18 mm
F - 13	02	Gancho Olhal
F - 22	02	Manilha Sapatilha
F - 32	02	Parafusa rosca dupla (Adequado)
F - 30	01	Parafusa de cabeça quadrada (Adequado)
P - 37	01	Pino de topo para isolador
I - 04	02	Isolador de disco polimérico
F - 40	02	Porca olhal
I - 01	01	Isolador de pino
I - 04	02	Isolador de disco polimérico
P - 01	02	Alça preformada p/ cabo (Adequado)
PC	01	Poste de concreto DT
	1 m	Fita de proteção de alumínio 1 x 10 mm
	1 m	Fio de alumínio recozido p/ amarração N° 4 AWG

➤ **Rede Secundária**

Estrutura S1

ITEM	QUANTIDADE		DESCRIÇÃO
	S1 T	S1 A	
A - 02	02	02	Arruela quadrada de 38 mm c/ furo 18 mm
F - 03	01	01	Armação secundária de 2 estribos
F - 30	02	02	Parafusa de cabeça quadrada (Adequado)
I - 03	02	02	Isolador roldana de porcelana
P - 01	----	02	Alça preformada aluminizada p/ cabo (Adequado)
2 m	----	----	Fio de alumínio recozido p/ amarração N° 4 AWG
1,8 m	----	----	Fita de proteção de alumínio 1 x 10 mm

Estrutura S2

ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO
A - 02	04	Arruela quadrada de 38 mm c/ furo 18 mm
F - 03	04	Armação secundária de 2 estribos
F - 30	04	Parafusa de cabeça quadrada (Adequado)
I - 03	04	Isolador roldana de porcelana
P - 01	04	Alça preformada aluminizada p/ cabo (Adequado)

Estrutura S3

ITEM	QUANTIDADE		DESCRIÇÃO
	S3 T	S3 A	
F - 03	02	02	Armação secundária de 2 estribos
F - 30	02	02	Parafusa de cabeça quadrada (Adequado)
I - 03	04	04	Isolador roldana de porcelana
P - 01	02	04	Alça preformada aluminizada p/ cabo (Adequado)
2 m	----	----	Fio de alumínio recozido p/ amarração N° 4 AWG
1,8 m	----	----	Fita de proteção de alumínio 1 x 10 mm

Estrutura S4

ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO
A - 02	02	Arruela quadrada de 38 mm c/ furo 18 mm
F - 03	03	Armação secundária de 2 estribos
F - 30	04	Parafusa de cabeça quadrada (Adequado)
I - 03	16	Isolador roldana de porcelana
P - 01	16	Alça preformada aluminizada p/ cabo (Adequado)

Estrutura S5

ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO
F - 03	03	Armação secundária de 2 estribos
F - 30	04	Parafusa de cabeça quadrada (Adequado)
I - 03	08	Isolador roldana de porcelana
P - 01	04	Alça preformada aluminizada p/ cabo (Adequado)

8.2. ANEXO 2: UTILIZAÇÃO DOS FUROS

➤ Poste de 9 m

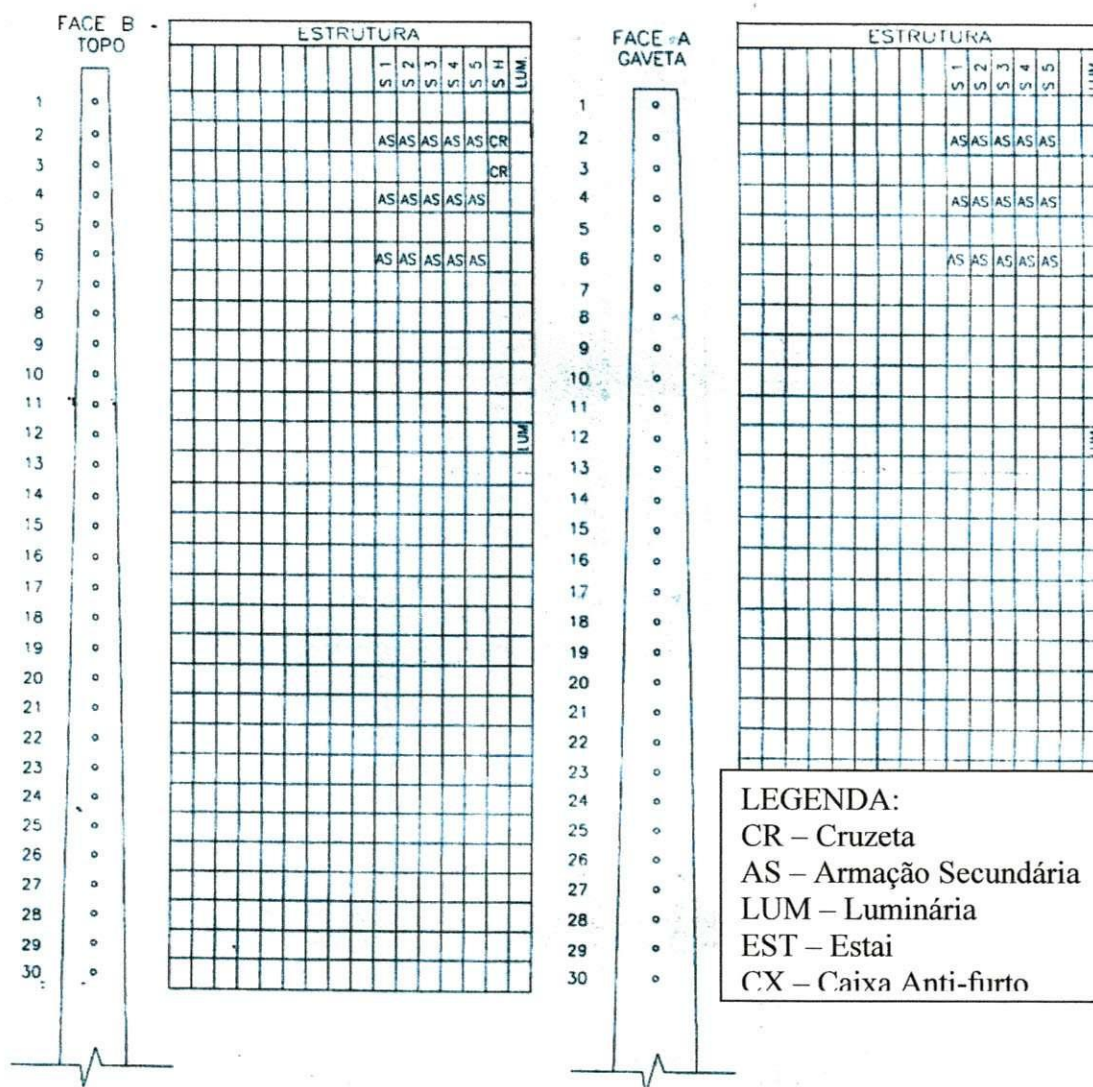


Figura 19 – Utilização dos furos para Poste de 9 m

Poste de 10 m

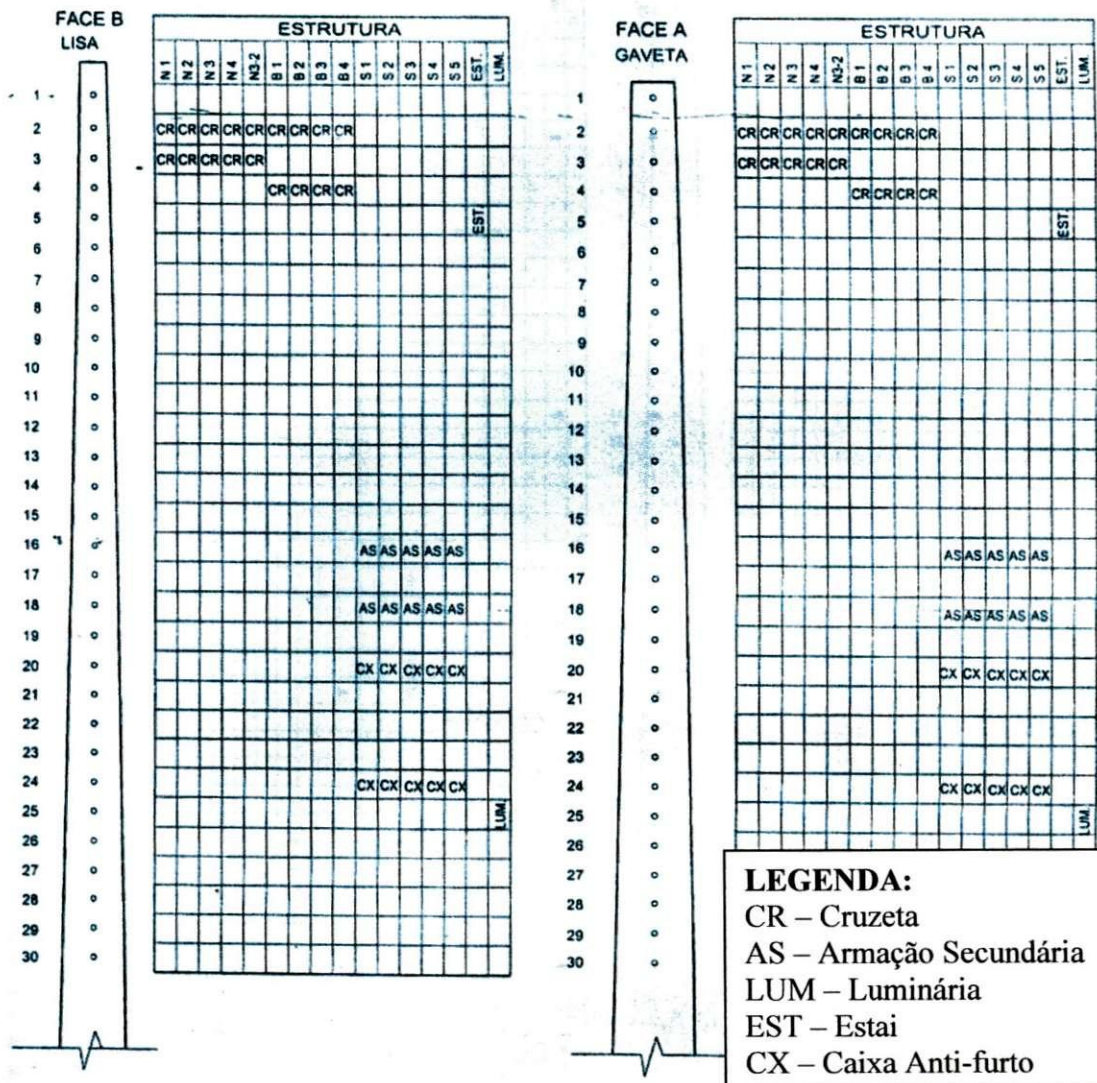


Figura 20 – Utilização dos furos para Poste de 10 m

> Poste de 11 m

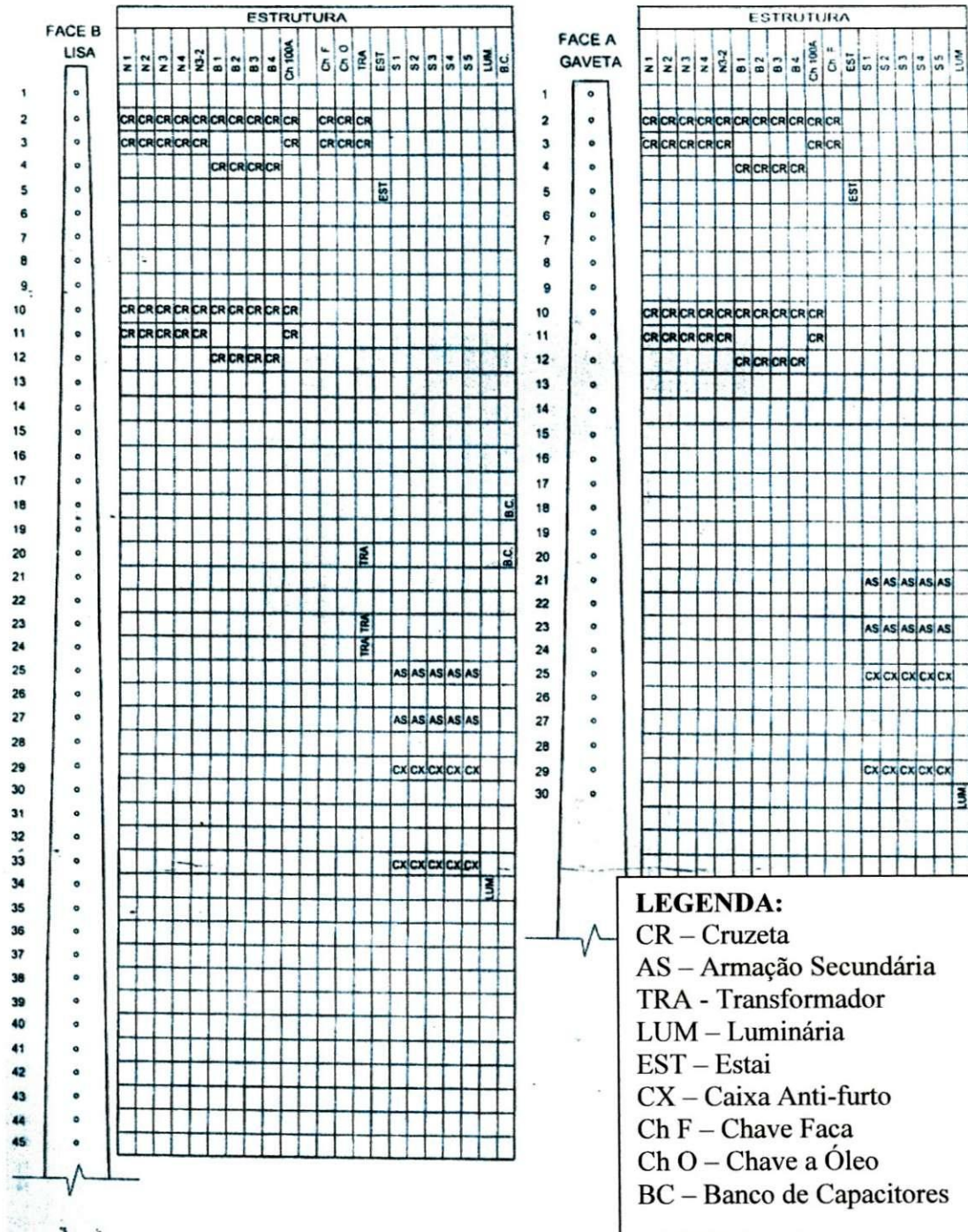










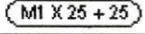
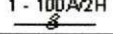
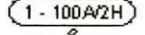

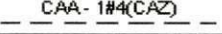
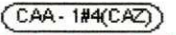
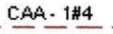



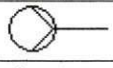

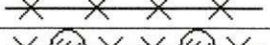
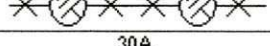




Figura 21 – Utilização dos furos para Poste de 11 m

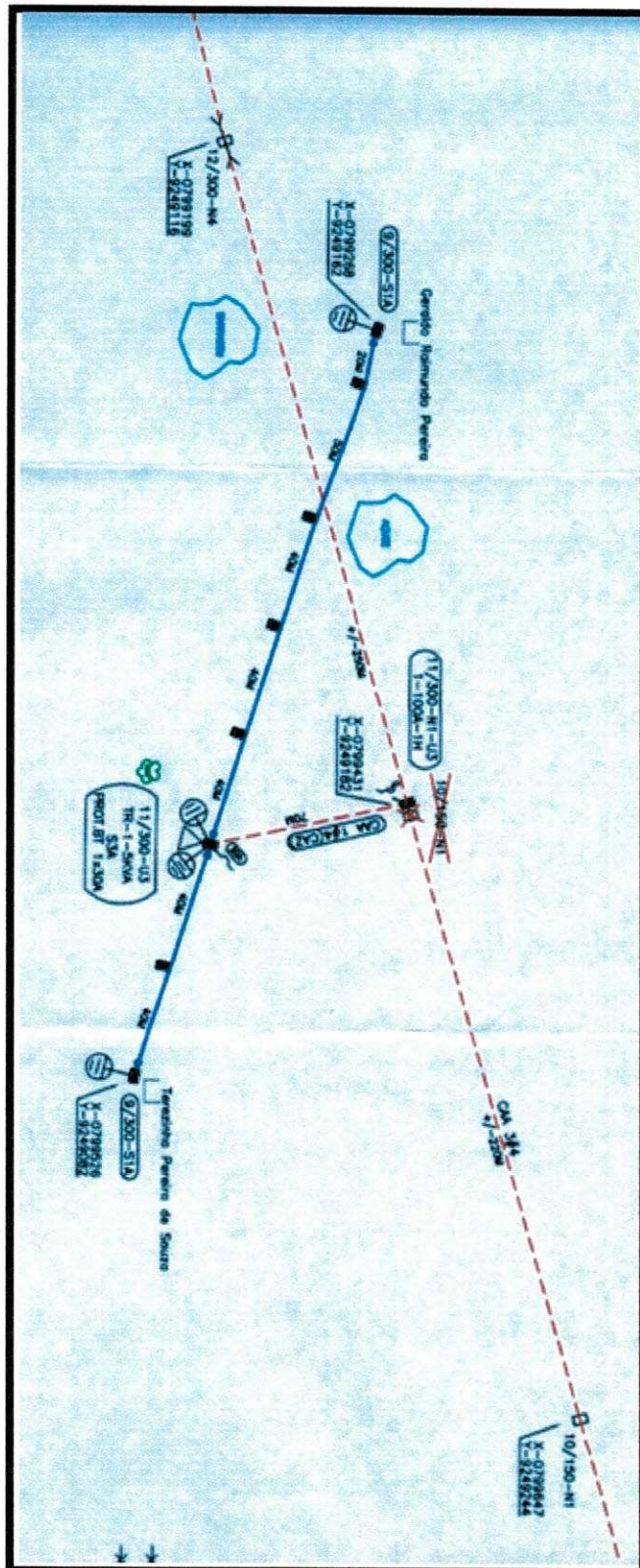
8.3. ANEXO 3: PLANTAS DE OBRAS

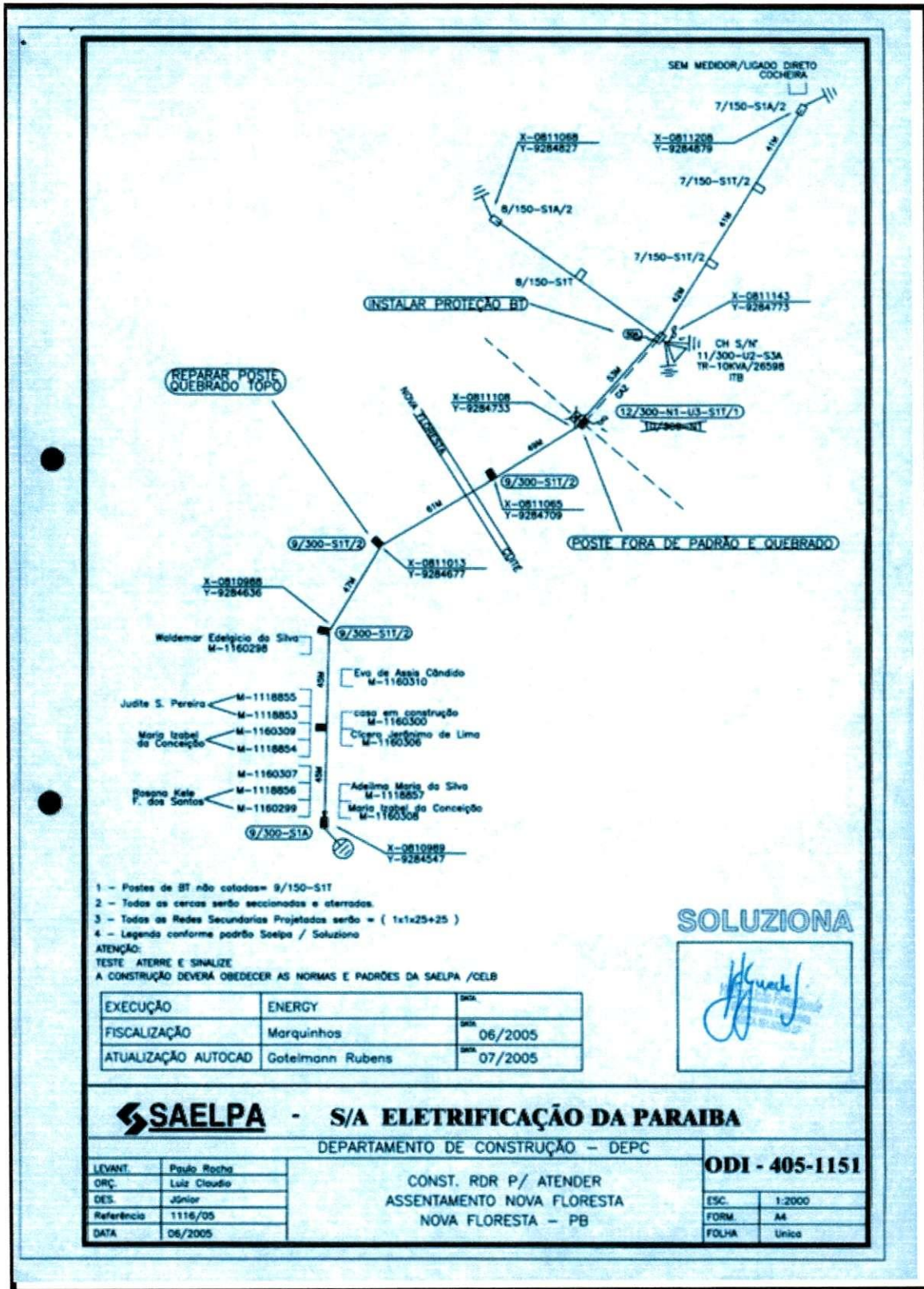
8.1 Símbolos

Apresentam-se abaixo alguns dos símbolos mais utilizados em projetos de rede de distribuição rural.

SÍMBOLOS	DESCRIÇÕES
	POSTE DE CONC. SEÇÃO DUPLA T EXISTENTE
	POSTE DE CONC. SEÇÃO DUPLA T A INSTALAR
	SECCIONAMENTO DIVISÃO DE ÁREA (CIRCUITO)
	TRANSFORMADOR SAELPA EXISTENTE
	TRANSFORMADOR SAELPA A INSTALAR
	ATERRAMENTO EXISTENTE
	ATERRAMENTO PROJETADO
	PÁRA-RAIO PROJETADO
	PÁRA-RAIO EXISTENTE
	CABO MULTIPLEX EXISTENTE
	CABO MULTIPLEX PROJETADO
	CHAVE FUSÍVEL EXISTENTE
	CHAVE FUSÍVEL PROJETADO
	PODA DE ÁRVORE
	CIRCUITO PRIMÁRIO EXISTENTE
	CIRCUITO PRIMÁRIO PROJETADO C/ NEUTRO CONTÍNUO
	CIRCUITO PRIMÁRIO SEM NEUTRO CONTÍNUO
	CIRCUITO SECUNDÁRIO
	CASA RURAL
	POÇO
	ESTAI RURAL PROJETADO
	ESTAI RURAL EXISTENTE
	CERCA
	ATERRAMENTO DE CERCA
	PROTEÇÃO SECUNDÁRIA EXISTENTE
	PROTEÇÃO SECUNDÁRIA PROJETADA

8.2 Plantas de Obras





- 1 - Postes de BT não cotados= 9/150-S1T
- 2 - Todas as cercas serão seccionadas e aterradas.
- 3 - Todas as Redes Secundarias Projetadas serão = (1x1x25+25)
- 4 - Legenda conforme padrão Soelpa / Soluziona

ATENÇÃO:
 TESTE ATERRA E SINALIZE
 A CONSTRUÇÃO DEVERÁ OBEDECER AS NORMAS E PADRÕES DA SAELPA /CELB

EXECUÇÃO	ENERGY	DATA
FISCALIZAÇÃO	Marquinhos	DATA 06/2005
ATUALIZAÇÃO AUTOCAD	Gotemann Rubens	DATA 07/2005

SOLUZIONA

[Handwritten signature]

SAELPA - S/A ELETRIFICAÇÃO DA PARAIBA

DEPARTAMENTO DE CONSTRUÇÃO - DEPC

LEVANT.	Paulo Rocha
ORÇ.	Lutz Claudio
DES.	JGnior
Referência	1116/05
DATA	06/2005

CONST. RDR P/ ATENDER
 ASSENTAMENTO NOVA FLORESTA
 NOVA FLORESTA - PB

ODI - 405-1151	
ESC.	1:2000
FORM.	A4
FOLHA	Unica