

# Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

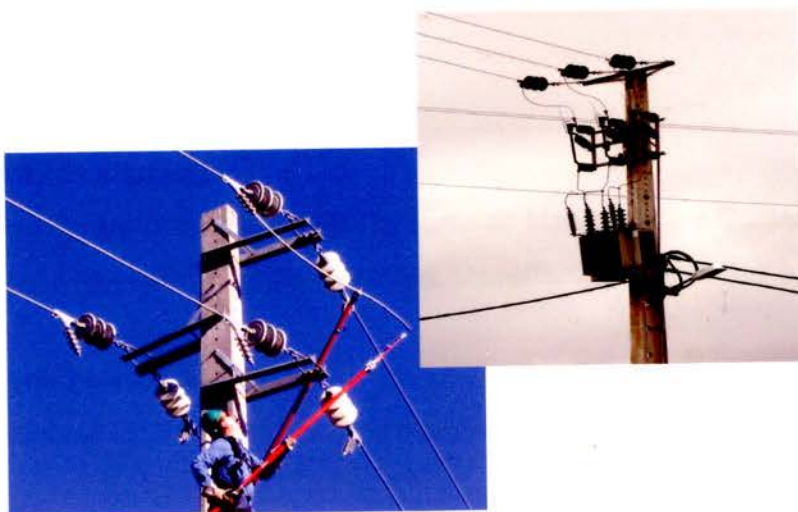


Universidade do Porto  
**FEUP** Faculdade de Engenharia

Departamento de Engenharia Electrotécnica e de Computadores

Licenciatura em Engenharia Electrotécnica e de Computadores  
(Ramo de Energia)

## ARTM – Área de Rede de Trás-os-Montes



Helder José Soares Cruz



Porto, Dezembro de 2006



Programa Operacional Ciência e Inovação 2010



UNIÃO EUROPEIA  
Fundo Social Europeu

# Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

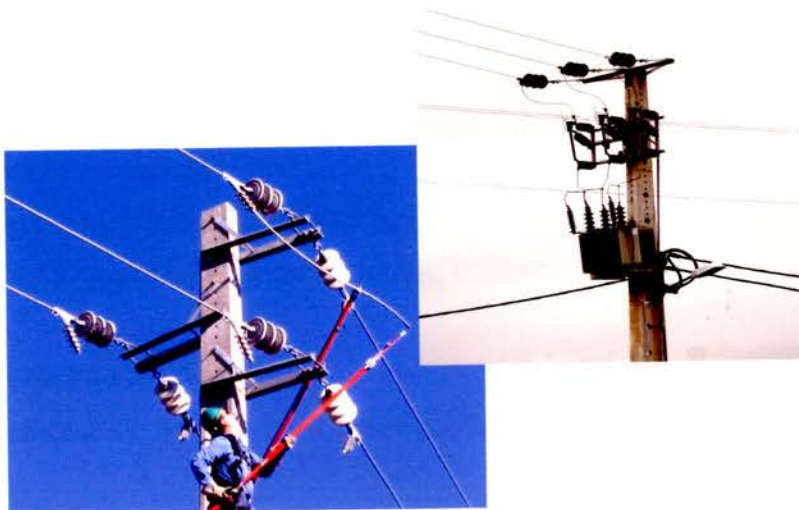


Universidade do Porto  
**FEUP** Faculdade de Engenharia

Departamento de Engenharia Electrotécnica e de Computadores

Licenciatura em Engenharia Electrotécnica e de Computadores  
(Ramo de Energia)

## ARTM – Área de Rede de Trás-os-Montes



Helder José Soares Cruz



Porto, Dezembro de 2006



## **Apresentação do Estágio**

**Designação:** “ARTM” – Área de Rede de Trás-os-Montes

**Entidade:** EDP Distribuição

**Local do Estágio:** “EDP Distribuição S.A.”

**Departamento:** “DPCC” – Departamento de Projecto e Distribuição

**Morada:** Avenida Rainha Santa Isabel

5004-014 Vila Real

Este estágio contou com apoio do POCI – Programa de Apoio à Ciência e Inovação



### **Orientadores da empresa:**

- Eng.º Augusto Antunes, Departamento de Manutenção e Contagem;
- Eng.º Fernando Domingues Marcos, Departamento de Projecto e Construção

### **Orientador da Faculdade:**

- Professor Dr. António Carlos de Sepúlveda Machado e Moura

### **Estagiário**

**Nome:** Helder José Soares Cruz

**Estabelecimento de ensino:** Faculdade de Engenharia do Porto

**Curso:** Engenharia Electrotécnica

### **Programa do Estágio**

O estágio não obedeceu a um plano específico de actividades.

Os estudos e projecto realizados foram executados de acordo com a disponibilidade dos responsáveis e à medida que os trabalhos chegavam aos departamentos respectivos.

621-31073712666 czech/czech

|          |
|----------|
| 105191   |
| 24 02 10 |

|                                                                 |           |
|-----------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. INTRODUÇÃO.....</b>                                       | <b>4</b>  |
| <b>2. ARTM – ÁREA DE REDE DE TRÁS-OS-MONTES .....</b>           | <b>5</b>  |
| <b>3. DPTC – PROJECTO DE LINHAS AÉREAS DE MÉDIA TENSÃO.....</b> | <b>7</b>  |
| 3.1. EQUIPAMENTOS.....                                          | 7         |
| 3.1.1. Condutores .....                                         | 7         |
| 3.1.2. Disposição dos condutores/ Travessas .....               | 8         |
| 3.1.3. Apoios.....                                              | 11        |
| Classificação dos apoios.....                                   | 12        |
| Esforços nos apoios.....                                        | 13        |
| 3.1.4. Fundações .....                                          | 13        |
| 3.1.5. Isoladores .....                                         | 15        |
| Isoladores rígidos .....                                        | 16        |
| Isoladores de eixo vertical.....                                | 16        |
| Isoladores de eixo horizontal .....                             | 17        |
| Isoladores de cadeia .....                                      | 18        |
| Constituição das cadeias (ver anexo). .....                     | 20        |
| 3.1.6. Equipamentos de ligação à terra.....                     | 21        |
| Eléctrodos de Terra.....                                        | 24        |
| 3.2. CÁLCULO ELÉCTRICO .....                                    | 26        |
| 3.3. CÁLCULO MECÂNICO.....                                      | 30        |
| 3.3.1. Distâncias mínimas regulamentares (RSLEAT) – Resumo..... | 30        |
| 3.3.2. Traçado .....                                            | 32        |
| 3.3.3. Estados Atmosféricos.....                                | 33        |
| 3.3.4. Tensões e Flechas.....                                   | 37        |
| 3.3.5. Estabilidade dos apoios.....                             | 41        |
| Estabilidade do apoio de derivação.....                         | 43        |
| Dados dos condutores.....                                       | 43        |
| Esforços dos condutores no apoio.....                           | 44        |
| Esforços devido à acção do vento .....                          | 44        |
| Travessa .....                                                  | 45        |
| Apoio n.º 1 .....                                               | 46        |
| Apoio n.º 2 .....                                               | 47        |
| Apoio de interligação.....                                      | 50        |
| <b>4. PROJECTOS DE LOTEAMENTOS.....</b>                         | <b>52</b> |
| 4.1. ANÁLISE DE PROJECTO DE LOTEAMENTOS .....                   | 53        |
| 4.2. APRECIACÃO DE PROJECTO .....                               | 53        |
| 4.3. MATERIAL HOMOLOGADO/ NORMALIZADO .....                     | 53        |
| 4.4. CALCULO ELÉCTRICO .....                                    | 55        |
| <b>5. PRPBT .....</b>                                           | <b>60</b> |
| CASO DE ESTUDO .....                                            | 61        |
| <b>6. MANUTENÇÃO NAS LINHAS DE MÉDIA TENSÃO .....</b>           | <b>63</b> |
| 6.1. MANUTENÇÃO PREVENTIVA SISTEMÁTICA (MPS).....               | 63        |
| 6.1.1. Descrição da Inspeção Visual pelo Solo .....             | 63        |
| 6.1.2. Descrição da Inspeção Visual e Termografia.....          | 63        |
| 6.2. MANUTENÇÃO PREVENTIVA CONDICIONADA (MPC) .....             | 64        |
| 6.3. MANUTENÇÃO POR AVARIA.....                                 | 65        |
| 6.4. TRABALHOS EM TENSÃO.....                                   | 66        |
| 6.4.1. Método à distância .....                                 | 66        |
| 6.4.2. Método ao contacto.....                                  | 66        |
| 6.4.3. Método ao potencial.....                                 | 67        |
| 6.4.4. Método global.....                                       | 67        |
| 6.4.5. Regime especial de exploração .....                      | 67        |
| <b>7. CONTAGEM - TELECONTAGEM.....</b>                          | <b>70</b> |
| 7.1 LIGAÇÕES DE MODEMS E CONTADORES.....                        | 72        |
| 7.2 PROCEDIMENTOS DE LEITURA .....                              | 80        |

---

|                                      |           |
|--------------------------------------|-----------|
| <b>8. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b> | <b>81</b> |
| <b>9. BIBLIOGRAFIA.....</b>          | <b>82</b> |
| <b>10. LISTA DE ANEXOS .....</b>     | <b>83</b> |

## 1. Introdução

Este documento descreve as actividades e, algumas das competências adquiridas durante o estágio realizado na EDP Distribuição S.A. cuja duração foi de seis meses.

O estágio teve como objectivos principais o projecto de Linhas Aéreas de MT (15/30 kV) e a manutenção e contagem na Rede MT.

No entanto, a realização deste estágio, possibilitou ao estagiário desenvolver competências em diversas áreas e cumprir outros objectivos para além dos referidos.

A integração numa grande empresa exige o conhecimento dos seus métodos, processos e regulamentos internos.

Em todo este processo os profissionais da EDP envolvidos directamente e indirectamente desempenharam um papel essencial.

O estágio foi efectuado no âmbito da disciplina de “Projecto, Seminário, Trabalho de Fim de Curso” e, no presente relatório estão descritas apenas algumas das competências adquiridas, já que nem todas se enquadram no propósito deste trabalho.

## Resumo

Este estágio realizado na ARTM foi abrangente, já que decorreu em dois departamentos: no Departamento de Projecto e Construção e no Departamento de Manutenção e Contagem.

No que diz respeito ao Departamento de Projecto e Construção, o tema abordado com mais detalhe foi o projecto de linhas áreas de MT. Todos os cálculos (nomeadamente o cálculo mecânico) e procedimentos a ter neste tipo de projectos: o traçado da linha, tipos de disposição dos condutores, tipos de apoios e travessas utilizados, os esforços em jogo, os isoladores apropriados e até a referência aos maciços de fundação. Ainda no Departamento de Projecto e Construção, são tratados no relatório vários aspectos tidos em conta na análise de projectos de loteamentos e urbanizações.

Quanto ao Departamento de Manutenção e Contagem, os assuntos abordados são vastos e distintos. Por um lado, são apresentados os diferentes tipos de acções de manutenção que são efectuados na rede. Isto implica, por exemplo, o conhecimento de alguns dos métodos de trabalho em tensão (TET). Também é da responsabilidade deste departamento a contagem da energia fornecida e, nomeadamente na Média Tensão, onde é abordada a Telecontagem.

Foi ainda possível, no Departamento de Planeamento, o contacto com a aplicação informática "DPlan". Este software, desenvolvido para a EDP, é utilizado no planeamento de redes de distribuição de energia eléctrica, embora na ARTM apenas seja a abordagem o planeamento de redes de Baixa Tensão.

## Agradecimentos

A ajuda e acompanhamento de diversas pessoas e entidades foram fundamentais para a realização e sucesso do estágio.

Em primeiro lugar quero agradecer ao meu orientador, o Professor Doutor António Carlos de Sepúlveda Machado e Moura pela disponibilidade e prontidão com a qual aceitou orientar o meu estágio.

Quero também dirigir os meus agradecimentos a todos os colaboradores da ARTM que me receberam como um futuro profissional e ainda com muita amabilidade e solicitude, o que facilitou a minha integração e me motivou ainda mais nas minhas funções.

Agradeço ao Director da ARTM Eng.º Carlos Bexiga Filipe por me ter aceitado como estagiário.

À Eng.ª MARIA Edite Arcanjo e ao Eng. Fernando Monteiro que me acompanharam de perto durante grande parte do tempo e me disponibilizaram incondicionalmente todo o seu tempo e apoio.

Ao Eng.º Marcelino Pericão, Eng.º António Teixeira de Carvalho, Eng.º Luís Quinteira e ao Eng.º Almeida Cruz.

A todos quero agradecer o conhecimento que partilharam comigo.

Agradeço ao Programa Operacional Ciência e Inovação (POCI) que financiou o meu estágio e também aos seus interlocutores na Faculdade de Engenharia.

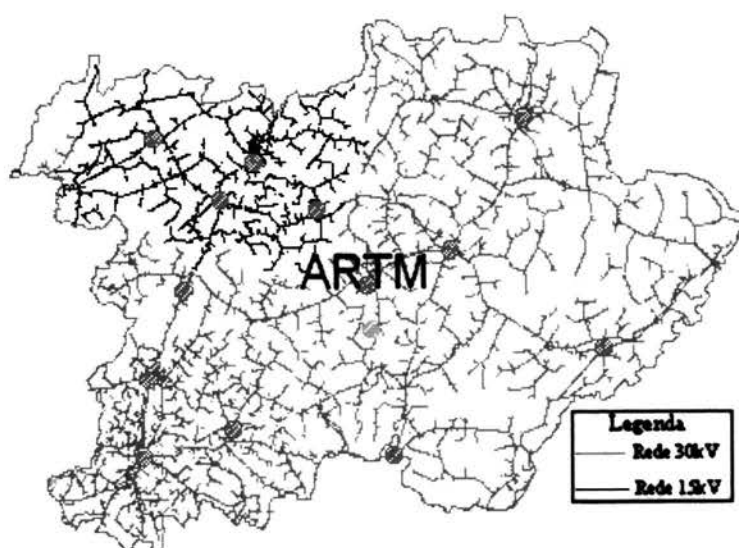
Finalmente, quero agradecer à minha família e amigos, sem eles tudo seria muito mais difícil. Obrigado. A todos que não foram mencionados, mas que sabem que lhes estou grato.

## Lista de siglas

1. ARTM – Área de Rede de Trás-os-Montes;
2. AT – Alta Tensão;
3. MT – Média Tensão;
4. BT – Baixa Tensão;
5. DPC – Departamento Projecto e Construção;
6. R.S.L.E.A.T ou RSLEAT – Regulamento Segurança Linhas Eléctricas Alta Tensão;
7. RSRBEE – Regulamento de Segurança de Redes Distribuição Energia em Baixa Tensão;
8. RSIUEE – Regulamento de Segurança em Instalações de Utilização de Energia;
9. DGE – Direcção Geral de Energia;
10. TET – Trabalhos em Tensão;
11. UR – Unidade de Rede;
12. OCR – Órgãos de Corte de Rede;
13. LAAT – Linhas Aéreas de Alta Tensão;
14. LMT – Linhas Media Tensão;
15. MPS – Manutenção Preventiva Sistemática;
16. MPC – Manutenção Preventiva Condicionada;
17. REE – Regime Especial de Exploração;
18. SEN – Sector Eléctrico Nacional;
19. PSTN – Rede fixa analógica;
20. GSM – Global System for Móvil ou Rede móvel digital;
21. RTU – Unidades Remotas de Telecontagem.

## 2. ARTM – Área de Rede de Trás-os-Montes

A EDP Distribuição, SA é uma empresa do grupo EDP e está dividida geograficamente por Áreas de Rede. Área de Rede de Trás-os-Montes (ARTM) é uma dessas áreas (ver Figura1.). As Áreas de Rede são a estrutura da empresa disseminadas pelo território continental, encarregam-se da gestão operacional da rede de distribuição. Compete-lhes, entre outras atribuições, fazer a gestão dos Projectos de Construção, a Manutenção e Manobras na rede e as Leituras de Contadores.



**Figura 1.** Rede média tensão ARTM.

**Tabela 1.** Rede média tensão ARTM.

|                               |           |
|-------------------------------|-----------|
| Postos de Transformação       | 3426      |
| Postos de Seccionamento/Corte | 70        |
| Apoios MT-AT                  | 31.058    |
| Rede MT Aérea (km)            | 5.227,773 |
| Rede MT Subterrânea (km)      | 187,599   |



**Figura 2. Unidades de Rede da ARTM.**

Por sua vez, a ARTM está dividida em 4 unidades de rede (ver Figura2.): Bragança (UR 01 TM), Montalegre (UR 02 TM), Mirandela (UR 03 TM) e Vila Real (UR04TMN). A UR04TM é unidade de rede principal e está dividida, funcionalmente, em departamentos.



**Figura 3. Organigrama das Áreas de Rede.**

### 3. DPTC – Projecto de Linhas Aéreas de Média Tensão

Em traços muito gerais, o projecto de uma linha aéreas de média tensão contém cálculos mecânicos, cálculos eléctricos e deverá ser acompanhado de memória descritiva e justificativa. Realizado o projecto, este deverá sujeitar-se ao seu licenciamento. O cálculo eléctrico não é contemplado no DPC da ARTM.

Todo o projecto de uma linha MT é condicionado por vários aspectos, como o equipamento utilizado, as práticas e ferramentas da empresa e, sobretudo, as condições técnicas, de segurança e regulamentação associadas ao projecto, nomeadamente o imposto pelo Regulamento da Linhas Eléctricas de Alta Tensão (R.S.L.E.A.T.) e o Guia Técnico de Recomendações de Linhas Eléctricas Aéreas de Alta Tensão até 30 kV da DGE. Assim, para o projectista, é fundamental conhecer estes aspectos.

**Tabela 2. Projectos efectuados**  
**Lista de projectos efectuados**

|                                                                  |
|------------------------------------------------------------------|
| Interligação 30kV Central Elevatória Água do Sôrdo – TMN/Granja  |
| * Interligação 30kV Varosa -Vidago – Bairro dos Lobrigos         |
| Linha 30 kV Parada de Pinhão – Parada de Pinhão II (modificação) |
| Linha 30 kV Passos- Vale da Filipa                               |
| ** Linha de 30 kV Miomães – Sr.ª do Alívio                       |
| Linha 30 kV Cárquere – Passos                                    |
| Linha 15kV Veiga - Sabrosa                                       |

\* Exemplo utilizado no Cálculo Eléctrico (ponto 3.2).

\*\* Exemplo utilizado no Cálculo Eléctrico (ponto 3.3).

#### 3.1. Equipamentos

Todo o equipamento utilizado pela EDP é devidamente testado e respeita as disposições do R.S.L.E.A.T., bem como as normas e especificações internas. O Departamento de Qualificação e Auditoria (APQA), é responsável pela aprovação ou homologação destes equipamentos e, também estabelece quais os produtos e fornecedores qualificados para o fornecimento, não só à EDP, mas também ao mercado terceiro.

##### 3.1.1. Condutores

Nas linhas aéreas de MT 15 e 30 kV, são utilizados cabos nus e os condutores são de Alumínio-Aço com 50 mm<sup>2</sup> de secção (AA50). Actualmente, no projecto de linhas MT, os condutores de cobre (CU10/16) com 10/16mm<sup>2</sup> praticamente não são usados.

Os condutores de Alumínio-Aço (AA) são multifilares, os fios estão dispostos em camadas sucessivas enroladas, em hélice, em torno da alma de aço galvanizado que confere resistência mecânica ao cabo. A utilização deste condutor apresenta vantagens evidentes. O condutor de AA é mais flexível, o que facilita o seu manuseamento e montagem. Comparando um cabo de AA com um de CU com a mesma resistência (as mesmas perdas), verifica-se que o cabo de AA apresenta uma

secção, cerca de 40% superior. A utilização de uma secção mais elevada permite reduzir o efeito coroa, vantagem que, é tanto maior quanto maior o nível de tensão. Por outro lado, sob o ponto de vista económico, o AA também se revela vantajoso relativamente ao Cobre já que, tendo uma resistência mecânica superior e sendo mais leve, permite reduzir as flechas e aumentar os vãos, reduzindo assim o número de apoios na linha, bem como todos os acessórios de fixação e isolamento.

**Tabela 3. Condutores.**

| Condutor | Secção (mm <sup>2</sup> ) | Diâmetro (mm) | Observações |
|----------|---------------------------|---------------|-------------|
| AA160    | 157,90                    | 16,32         | Normalizado |
| AA235    | 235,10                    | 19,89         | Normalizado |
| AA30     | 30,62                     | 7,08          |             |
| AA325    | 326,10                    | 23,45         | Normalizado |
| AA40     | 40,67                     | 8,16          |             |
| AA50     | 49,48                     | 9,00          | Normalizado |
| AA70     | 69,29                     | 10,65         |             |
| AA78     | 77,80                     | 11,60         |             |
| AA80     | 81,45                     | 11,75         |             |
| AA90     | 87,97                     | 12,00         | Normalizado |
| CU16     | 15,89                     | 5,10          | Normalizado |
| CU25     | 23,13                     | 6,54          | Normalizado |
| CU35     | 35,85                     | 7,75          | Normalizado |
| CU50     | 48,35                     | 9,00          | Normalizado |
| AA105    | 106,80                    | 13,43         |             |
| AÇO50    | 50,00                     | 9,15          |             |
| AA226    | 226,65                    | 19,55         |             |

### 3.1.2. Disposição dos condutores/ Travessas

Os condutores podem ter a seguinte disposição:

- Esteira horizontal;
- Esteira vertical;
- Triângulo;
- Galhardete;
- Pórtico;

Na ARTM a disposição em triângulo é, geralmente, mais utilizada. A topologia do terreno da área geográfica e questões económicas justificam esta opção:

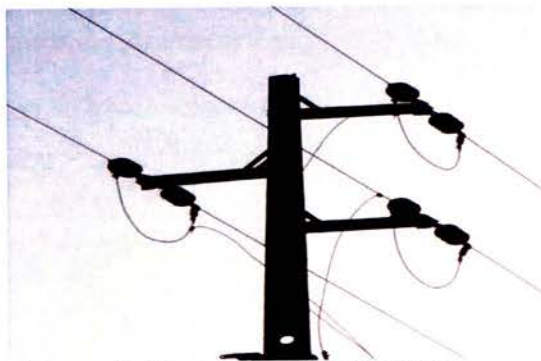
- O terreno é bastante acidentado e para vãos desnivelados, é vantajosa a disposição em triângulo já que, para apoios com a mesma altura, a distância ao solo é maior. A distância entre condutores também é superior em ângulos verticais acentuados;
- A utilização da disposição em triângulo implica apenas a utilização de uma só travessa.

O uso da esteira horizontal e esteira vertical, é limitado devido à curta distância entre condutores, de qualquer forma, estas disposições são sempre utilizadas nos seguintes casos:

- Efectuar derivações;
- Em apoios de fim linha e apoios com seccionamento.



**Figura 4.** Disposição em triângulo



**Figura 5.** Disposição em galhardete



**Figura 6.** Disposição em esteira horizontal

As travessas em apoios de linhas MT são estruturas metálicas colocadas na parte superior dos apoios e que se destinam a suportar os condutores. As travessas utilizadas variam conforme a disposição dos condutores e têm de garantir a distância mínima entre eles.

As armações normalizadas presentes nas Recomendações estão resumidas nas tabelas 4 e 5 e contemplam as disposições dos condutores já anteriormente referidas.

É de referir que a disposição dos condutores em Pórtico não foi usada.

No âmbito dos TET, estas disposições são classificadas como “aconselháveis”. Fazem excepção as armações para a disposição em esteira vertical, sobretudo nos apoios com cadeias de amarração, classificadas como “não aconselháveis”. Por tal razão recomenda-se que a sua utilização seja limitada a linhas de pequena extensão e sem grande responsabilidade de exploração.

**Tabela 4.** Aplicação das travessas para cada disposição – Apoios de betão

| Disposição         | Designação | Aplicação                        | Tipo de isolamento   |
|--------------------|------------|----------------------------------|----------------------|
| Esteira Horizontal | HRFSC 80   | Reforço (poste c/seccionador)    | Cadeias de amarração |
|                    | HRFSC 100  |                                  |                      |
|                    | HRFSC 120  |                                  |                      |
|                    | HPT4       | Posto de transformação aéreo TP4 | Cadeias de amarração |
| Triângulo          | TAN 60     | Ângulo                           | Cadeias de amarração |
|                    | TAN 120    |                                  |                      |
| Galhardete         | GAN 60     | Ângulo                           | Cadeias de amarração |
|                    | GAN 120    |                                  |                      |
|                    | GAL        | Alinhamento                      | Cadeias de suspensão |
| Esteira Vertical   | VAN        | Ângulo                           | Cadeias de amarração |
|                    | VRF        | Reforço                          |                      |
|                    | VAL        | Fim de linha                     |                      |

**Tabela 5.** Travessas utilizadas e respectivas distâncias de segurança das travessas.

Tabela 5. Travessas utilizadas e respectivas distâncias de segurança das travessas.

| Tipo                | Comprimento (m)              | Comp. /2 (m) | Distâncias (m) |              |
|---------------------|------------------------------|--------------|----------------|--------------|
|                     |                              |              | Ao topo        | Topo-Lateral |
| Postes Metálicos    |                              |              |                |              |
| P                   | 1,75                         | 0,88         | 1,30           | 1,57         |
| N                   | 2,20                         | 1,10         | 1,60           | 1,94         |
| M                   | 2,70                         | 1,35         | 1,90           | 2,33         |
| G                   | 3,20                         | 1,60         | 2,20           | 2,72         |
| G1                  | 3,70                         | 1,85         | 2,50           | 3,11         |
| G2                  | 4,20                         | 2,10         | 2,80           | 3,50         |
| G3                  | 4,70                         | 2,35         | 3,10           | 3,89         |
| G4                  | 5,20                         | 2,60         | 3,40           | 4,28         |
| Postes de Betão     |                              |              |                |              |
| HRFSC<br>80/100/120 | Esteira Horizontal           |              |                |              |
|                     | 1,77                         | 0,89         | 1,18           | -            |
| HPT4                | 1,77                         | 0,89         | 0,30           | -            |
| TAN<br>60/120       | Triângulo de Base Horizontal |              |                |              |
|                     | 1,77                         | 0,89         | 1,25           | 1,53         |
| GAN<br>60/120       | Galhardete                   |              |                |              |
|                     | 1,77                         | 0,89         | 2,00           | 0,50 (*)     |
| VAN                 | Esteira Vertical             |              |                |              |
|                     | -                            | -            | 0,88           | 0,12 (*)     |
| VRF/VFL             | -                            | -            | 1,00           | 0,25 (*)     |

(\*) – Distância entre o topo do apoio e o ponto de fixação do condutor superior.

### 3.1.3. Apoios

Entende-se como apoio, o elemento de uma linha aérea destinado a suportar os condutores, isoladores e acessórios.

Numa linha aérea de MT os apoios, conforme o tipo de poste utilizado, podem ser de betão armado ou apoios metálicos (ver figuras 7., 8. e 9.).

**Tabela 6.** Esforços suportados nos apoios utilizados

| Apoios Metálicos |  |                        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|------------------|--|------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Tipo apoio       |  | F <sub>máx</sub> [daN] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| RS 9             |  | 950                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| RS 15            |  | 1.500                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| RS 22            |  | 2.200                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| RS 31            |  | 3.100                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| RS 42            |  | 4.200                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| RS 63            |  | 6.300                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| RS 94            |  | 9.400                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

| Apoios de Betão |                                |       |       |       |       |       |       |     |       |       |      |     |                                |       |
|-----------------|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-------|-------|------|-----|--------------------------------|-------|
| Tipo de apoio   | Esforço posição 1 (-> I) [daN] |       |       |       |       |       |       |     |       |       |      |     | Esforço posição 2 (-> H) [daN] |       |
|                 | 14 m                           |       | 16 m  |       | 18 m  |       | 20 m  |     | 22 m  |       | 24 m |     | y                              | x     |
|                 | y                              | x     | y     | x     | y     | x     | y     | x   | y     | x     | y    | x   |                                |       |
| MP00.400        | 198                            | 109   | 147   | 81    | 91    | 50    |       |     |       |       |      |     | 400                            | 220   |
| MP00.600        |                                |       | 334   | 178   | 276   | 147   | 212   | 113 | 142   | 76    |      |     | 600                            | 320   |
| MP01.800        | 558                            | 293   | 499   | 262   | 435   | 228   | 365   | 192 | 290   | 152   |      |     | 800                            | 420   |
| MP02.1000       |                                |       | 665   | 346   | 596   | 310   | 522   | 271 | 441   | 230   |      |     | 1.000                          | 520   |
| MP02.1200       | 882                            | 412   | 808   | 377   | 727   | 339   | 639   | 298 | 546   | 255   | 445  | 208 | 1.200                          | 560   |
| MP03.1400       |                                |       | 970   | 451   |       |       |       |     | 692   | 321   |      |     | 1.400                          | 650   |
| MP04.1600       | 1.219                          | 564   | 1.133 | 524   | 1.042 | 482   |       |     | 839   | 388   |      |     | 1.600                          | 740   |
| MM04.2250       | 1.775                          | 789   | 1.674 | 744   | 1.565 | 695   |       |     |       |       |      |     | 2.250                          | 1.000 |
| MM06.2750       | 2.256                          | 1.066 | 2.153 | 1.018 | 2.043 | 966   | 1.928 | 911 | 1.806 | 854   |      |     | 2.750                          | 1.300 |
| MM08.3500       |                                |       | 2.804 | 1.282 | 2.680 | 1.225 |       |     | 2.411 | 1.102 |      |     | 3.500                          | 1.600 |

Por razões económicas, os apoios de betão devem ser utilizados sempre que possível. Um poste de betão armado é significativamente mais caro que um poste metálico.

Os apoios metálicos são utilizados quando:

- Não é possível o transporte do poste de betão para o local de implantação;
- O poste de betão não suporta os esforços mecânicos a que será sujeito.
- O poste de betão não tem a altura necessária e prevista no projecto.

## Classificação dos apoios

De acordo com o disposto no artigo 4.º do R.S.L.E.A.T. os apoios podem ser classificados da seguinte forma:

Apoio de alinhamento – corresponde a um apoio situado num troço rectilíneo da linha;

Apoio de ângulo – apoio num ângulo da linha;

Apoio de derivação – apoio onde se estabelece uma ou mais derivações;

Apoio de fim de linha – apoio capaz de suportar a totalidade dos esforços que os condutores lhe transmitem de um só lado da linha;

Apoio de reforço – apoio destinado a suportar esforços longitudinais para reduzir as consequências resultantes da rotura de condutores;

Apoio de travessia ou cruzamento – apoio que limita um vão de travessia ou cruzamento.



**Figura 7.** Apoio fim de linha



**Figura 8.** Apoio de derivação



**Figura 9.** Apoio de alinhamento

## Esforços nos apoios

Os apoios sofrem solicitações ou esforços que se podem classificar em três tipos:

Esforços verticais – devido ao peso dos condutores e possível deposição de gelo ou neve;

Esforços transversais – resultam da acção do vento sobre os apoios e a tracção dos condutores;

Esforços longitudinais – verificam-se sempre que os esforços mecânicos aplicados ao apoio pelos condutores dos dois vãos adjacentes são diferentes ou só suporta condutores de um dos lados.

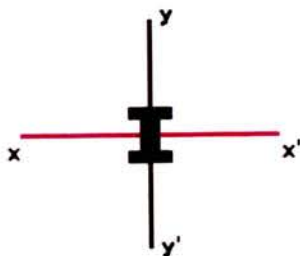


Fig. 10. Esforços no apoio de alinhamento

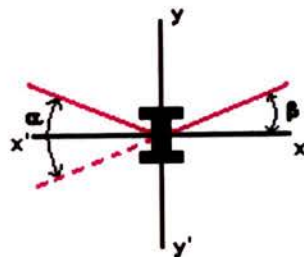


Fig. 11. Esforços no apoio de ângulo

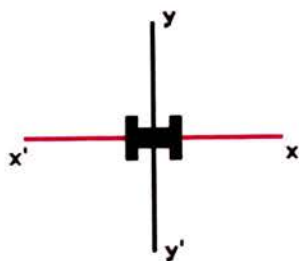


Fig.12. Esforços no apoio de ângulo reforço

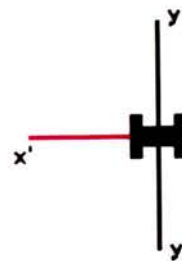


Fig. 13. Esforços no apoio fim de linha

### 3.1.4. Fundações

Os maciços de fundação utilizados devem ser dimensionados para que, sob efeito das solicitações máximas a que podem ser sujeitos, a estabilidade do apoio nunca esteja em causa. Um mau dimensionamento dos apoios pode levar a um perigoso aumento das flechas e, no limite, ao derrubamento do mesmo.

Na EDP – Distribuição, o dimensionamento de maciços não é realizado, já que são utilizados maciços normalizados. Para cada tipo de apoio, o fabricante fornece as dimensões que as fundações devem ter e essa indicação é seguida.

Em anexo, encontra-se os maciços normalizados para alguns dos apoios utilizados.

Ficam, de forma resumida, os factores a ter em conta neste procedimento. No dimensionamento dos maciços há que ter em conta:

- A natureza dos terrenos;
- A altura e função do apoio, os esforços envolvidos.
- A responsabilidade da linha.

Relativamente aos cálculos efectuados, no R.S.L.E.A.T. é feita referência ao método de Sulzberger. Nestas recomendações consideram-se, apenas, maciços de

betão com forma paralelepípedica por serem os de uso mais comum para postes de betão armado.

Para o correcto dimensionamento do maciço é necessário verificar a seguinte condição:

$$\frac{M_{e1} + M_{e2}}{M_d} \geq S \left( \frac{M_{e1}}{M_{e2}} \right), \text{ Quando } M_{e1} < M_{e2} \text{ e}$$

$$\frac{M_{e1} + M_{e2}}{M_d} \geq 1, \text{ Quando } M_{e1} \geq M_{e2}.$$

Em que:

$M_d$  - É o momento derrubante de uma força  $F$  (resultante de todas as forças aplicadas) aplicada a 25cm do topo do apoio, em relação a um eixo situado em  $O'$ . (ver Figura 14.)

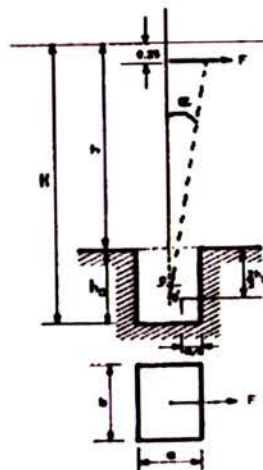


Figura 14.

$$M_d = F \cdot \left( h - 0,25 + \frac{2}{3} h_0 \right), [daN \cdot m]$$

$M_{e1}$  - Componente do momento estabilizante devida ao encastramento do maciço no solo;

$$M_{e1} = \frac{b \cdot h_0^3}{36} \cdot C_0 \cdot \operatorname{tg} \alpha, [daN \cdot cm]$$

$C_0$  - Coeficiente de compressibilidade do terreno a  $h_0$  de profundidade,

$$C_0 = \frac{C_{2m}}{2} \cdot h_0, [daN \cdot cm^{-3}]$$

$M_{e2}$  - Componente do momento estabilizante devida à reacção do terreno no fundo da cova, provocada pelo peso (P) do conjunto - maciço, apoio e condutores.

$$M_{e2} = P \cdot \left( \frac{a}{2} - 0,47 \cdot \sqrt{\frac{P}{b \cdot C_0 \cdot \operatorname{tg} \alpha}} \right), [daN \cdot cm]$$

$S$  - Coeficiente de segurança

O R.S.L.E.A.T. define a profundidade mínima de enterramento dos apoios, em metros,  $h_e = 0,1h_t + 0,5$  ( $h_t$ , é a altura total do apoio). A profundidade normalizada respeita a regulamentação. (ver anexo I).

Nos apoios de betão utilizados em Ângulo, os postes deverão ser implantados com uma inclinação de 1% no sentido contrário ao esforço a suportar para que ao esticar das linhas não perca sua posição vertical.

### 3.1.5. Isoladores

Nas linhas aéreas de alta tensão até 30 kV podem utilizar-se isoladores rígidos, de eixo vertical ou eixo horizontal, e isoladores de cadeia, em qualquer caso, os isoladores são cerâmicos ou de vidro.

A utilização dos isoladores rígidos está limitada a apoios de alinhamento, eventualmente os rígidos de eixo vertical, podem ser utilizados em apoios de ângulo, mas só no caso de ângulos pouco pronunciados (<20 graus). Em todos os restantes tipos de apoios, são usados isoladores de cadeia, constituindo cadeias de suspensão, no caso de dos apoios de alinhamento, ou cadeias de amarração nos restantes tipos de apoios.

Os parâmetros electromecânicos que caracterizam os isoladores são:

- A sua linha de fuga específica fase-terra;
- A tensão de contornamento sob chuva;
- A tensão ao choque atmosférico;
- A força de rotura.

Os valores das tensões suportáveis (sob chuva e ao choque atmosférico) de um isolador estão relacionados com o comprimento a sua linha de fuga uma vez que, tanto aqueles valores, como este comprimento, dependem das dimensões e forma do isolador.

### Isoladores rígidos

Os isoladores rígidos são previstos para satisfazer às condições de fraca e média poluição, nas zonas de fraca poluição os isoladores deverão garantir uma linha de fuga específica fase-terra de 16mm/kV. Para apoios de travessia, de cruzamento

e nas situações de vizinhança o isolamento é reforçado. A tensão de referência é a tensão composta mais elevada da rede.

Importa esclarecer que, o facto do comprimento da linha de fuga depender das condições da poluição atmosférica, tem a ver com o contornamento da corrente pela parte exterior do isolador. O depósito de poeiras, sais e até a própria humidade favorecem esse contornamento e é por isso que, para zonas de maior poluição atmosférica a linha de fuga específica é superior. O contornamento também se pode dar por arco eléctrico entre o condutor e as partes metálicas dos suportes do isolador – descarga disruptiva. Isto acontece quando a rigidez dieléctrica do ar apresenta valores bastante baixos, o que acontece sobretudo com chuva ou valores elevados de humidade.

Os rígidos põem ser de eixo horizontal ou eixo vertical. É importante referir que, a posição de montagem também influencia o comportamento dos isoladores.

### Isoladores de eixo vertical

As séries de isoladores utilizados tomam a designação ARD e é constituída por quatro modelos:

- ARD 55;
- ARD 70;
- ARD 85;
- ARD 102.

**Tabela 7. Série ARD – Isoladores de eixo vertical**

| Isolador | Tensão Suportável          |                                   | Linha de fuga (mm) | Utilização                      |                                        |                          |                                    |                      |
|----------|----------------------------|-----------------------------------|--------------------|---------------------------------|----------------------------------------|--------------------------|------------------------------------|----------------------|
|          | A 50 Hz sob chuva (kV ef.) | Ao choque atmosférico (kV crista) |                    | Tensão nominal da rede (kV ef.) | Tensão mais elevada da rede 1 (kV ef.) | Em apoios com isolamento | Linha de fuga específica 1 (mm/kV) | Em zonas de poluição |
| 1        | 2                          | 3                                 | 4                  | 5                               | 6                                      | 7                        | 8 = 4: 6                           | 9                    |
| ARD 55   | 55                         | 123                               | 385                | 15 (20)                         | 17,5 (24)                              | Normal                   | 22 (16)                            | Frac                 |
| ARD 70   | 70                         | 145                               | 390                | 15 (20)                         | 17,5 (24)                              | Reforçado                | 22 (16)                            |                      |
|          |                            |                                   |                    | 15 (20)                         | 17,5 (24)                              | Normal                   | 22 (16)                            | Média                |
| ARD 85   | 85                         | 170                               | 580                | 15 (20)                         | 17,5 (24)                              | Reforçado                | 33 (24)                            |                      |
|          |                            |                                   |                    | 30                              | 36                                     | Normal                   | 16                                 | Frac                 |
| ARD 102  | 102,5                      | 200                               | 650                | 30                              | 36                                     | Reforçado                | 16                                 |                      |
|          |                            |                                   |                    | 30                              | 36                                     | Normal                   | 18                                 | Média                |
| 2)       |                            |                                   |                    |                                 |                                        | Reforçado                |                                    |                      |

### Isoladores de eixo horizontal

Os isoladores de eixo horizontal são concebidos para tirar partido da vantagem que resultam desta posição: maior facilidade de auto-lavagem pela acção das chuvas;

ausência de transporte de poluição e de cargas electrostáticas por intermédio das gotas de água; ausência de “bolsas” onde se possa acumular o ar ionizado, geralmente quente. Estas vantagens traduzem-se no aumento da tensão suportável em relação a isoladores de eixo vertical com o mesmo comprimento de linha de fuga.

A série utilizada, é constituída por três modelos:

- ARH 55;
- ARH 85;
- ARH 102.

**Tabela 8. Série ARH – Isoladores de eixo Horizontal**

| Modelo  | Tensão Suportável          |                                   | Linha de fuga (mm) | Utilização                      |                          |
|---------|----------------------------|-----------------------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------------|
|         | A 50 Hz sob chuva (kV ef.) | Ao choque atmosférico (kV crista) |                    | Tensão nominal da rede (kV ef.) | Em apoios com isolamento |
| ARD 55  | 55                         | 1)                                | 300                | 15                              | Normal                   |
| ARD 85  | 85                         | 1)                                | 420                | 15                              | Reforçado                |
|         |                            |                                   |                    | 30                              | Normal                   |
| ARD 102 | 102,5                      | 1)                                | 650                | 30                              | Reforçado                |

## Isoladores de cadeia

Os isoladores, normalmente utilizados em linhas de 15 e de 30 kV, obedecem à prática tradicional de isoladores com disco de diâmetro 15 cm, 19 cm, e 25 cm; são respectivamente, os isoladores AAB304, os AAB1404 e os ACS25. As características dos três modelos referidos, e as cadeias com eles constituídas para utilização nas redes, estão indicadas na tabela 9.

**Tabela 9.**

| Composição da Cadeia |   | Tensão Suportável          |                      | Linha de fuga (mm) | Força de rotação (kN) |                                   |
|----------------------|---|----------------------------|----------------------|--------------------|-----------------------|-----------------------------------|
|                      |   | A 50 Hz sob chuva (kV ef.) |                      |                    |                       | Ao choque atmosférico (kV crista) |
|                      |   | Cadeias de Suspensão       | Cadeias de Amarração |                    |                       |                                   |
| 1                    |   | 2                          | 3                    | 4                  | 5                     | 6                                 |
| AAB 304              | 1 | 30                         | 35                   | 75                 | 160                   | 35                                |
|                      | 2 | 55                         | 65                   | 165                | 320                   |                                   |
|                      | 3 | 85                         | 95                   | 220                | 480                   |                                   |
|                      | 4 | 110                        | 120                  | 270                | 640                   |                                   |
| AAB 1404             | 1 | 40                         | 45                   | 95                 | 200                   | 35                                |
|                      | 2 | 70                         | 80                   | 185                | 400                   |                                   |
|                      | 3 | 105                        | 110                  | 250                | 600                   |                                   |
|                      | 4 | 135                        | 140                  | 310                | 800                   |                                   |
| ACS 25               | 1 | 45                         | 55                   | 110                | 310                   | 50                                |
|                      | 2 | 75                         | 90                   | 215                | 620                   |                                   |
|                      | 3 | 115                        | 125                  | 290                | 930                   |                                   |
|                      | 4 | 150                        | 165                  | 375                | 1240                  |                                   |

Existem, nalguns casos, mais do que uma constituição possível de cadeias. Isto é uma consequência, por um lado, da necessidade de se obterem soluções que satisfaçam os esforços de tracção transmitido pelos condutores

e, por outro lado, à preocupação de, tanto quanto possível, se possibilitar a utilização de um só tipo de isolador de cadeia numa mesma linha. Tendo em vista este último objectivo, houve necessidade de prever cadeias equipadas com hastes de descarga apenas do lado do condutor, nos apoios de travessia, de cruzamento e nas situações de vizinhança; embora esta solução não seja recomendável por dificultar os TET, ela constitui uma solução prevista no R.S.L.E.A.T. para evitar o sobreisolamento em mais de quatro apoios consecutivos.

**Tabela. 10**

| Tipo de Cadeia | Composição da Cadeia | Utilização em Redes de Tensão Nominal 15Kv – Tensão mais elevada 17,5 kV 1) |                          |                                     |                     |
|----------------|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|---------------------|
|                |                      | Factor de sobretensão admissível (k)                                        | Em apoios com isolamento | Linha de fuga Específica 1) (mm/kV) | Em zona de poluição |
| 1              | 2                    | 3                                                                           | 4                        | 5                                   | 6                   |
| Suspensão      | 2×AAB 304            | 4,7                                                                         | Normal                   | 18                                  | Fraca               |
|                | 2×AAB 1404           | 6,0                                                                         |                          | 23                                  | Média               |
|                | 3×AAB 304            | 7,2                                                                         | Reforçado                | 27                                  | Fraca               |
|                | 3×AAB 1404           | 9,0                                                                         |                          | 34                                  | Média/Forte         |
| Amarração      | 2×AAB 304            | 5,6                                                                         | Normal                   | 18                                  | Fraca               |
|                | 2×AAB 1404           | 6,9                                                                         |                          | 23                                  | Média               |
|                | 3×AAB 304            | 8,1                                                                         | Reforçado                | 27                                  | Fraca               |
|                | 3×AAB 1404           | 9,4                                                                         |                          | 34                                  | Média/Forte         |
|                | 2×ACS 25             | 7,7                                                                         | Normal                   | 35                                  | Fraca e Média/Forte |
|                | 3×ACS 25             | 10,7                                                                        | Reforçado                | 53                                  | Fraca e Média/Forte |

As hastes de descarga têm apenas por objectivo proteger o condutor e a cadeia de isoladores dos efeitos nocivos provocados pelos arcos de contornamento resultantes das sobretensões atmosféricas. Apesar de não se pretender com estas hastes limitar, a um valor pré-fixado, as ondas de tensão resultantes das sobretensões atmosféricas, objectivo que, embora com alguma dispersão das tensões de escorvamneto, se pode obter com os disruptores de hastes colocados em pontos adequados da rede (por exemplo, na amarração das linhas nas entradas das subestações ou dos postos de transformação), deverá haver o maior cuidado em evitar que as hastes de descarga diminuam o nível de isolamnetos provocados por modo que esta possa vir a ficar submetida a contornamnetos provocados por sobretensões de origem interna (temporárias ou de manobra). Haverá portanto, que garantir uma distância mínima entre a pontada haste do lado do condutor e a massa, para que tal não suceda.

**Constituição das cadeias (ver anexo).**

### **Cadeias de Suspensão**

S – suspensão simples

SR – suspensão com isolamento reforçado

SH – suspensão com haste

### **Cadeias de amarração descendentes**

A – amarração simples

AR – amarração com isolamento reforçado

AH – amarração com haste



Figura 15. Cadeia de amarração descendente  
(com hastes)

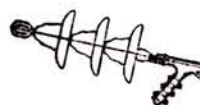


Figura 16. Cadeia de amarração descendente



Figura 17. Ilustração das cadeias descendentes

### **Cadeias de amarração ascendentes**

Aa – amarração simples, ascendente

ARA – amarração com isolamento reforçado, ascendente

AHa – amarração com haste, ascendente

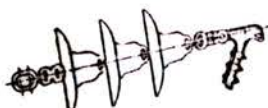


Figura 18. Amarração Ascendente



Figura 19. Ilustração das cadeias suspensão (linha principal)

### 3.1.6. Equipamentos de ligação à terra.

Nas linhas aérea de MT, toda a aparelhagem metálica (normalmente fora de tensão) necessária ao suporte dos condutores e a seccionamento e protecção de linhas (postes, armações, equipamentos de rede aérea e Postos de Transformação), têm de ser ligadas à terra.

Quando se está na presença de equipamentos eléctricos ligados à terra, pode dar-se a ocorrência de um choque eléctrico devido à passagem, para a terra, de uma corrente de defeito nesse circuito.

Para prevenir este tipo de ocorrências, deve projectar-se ligações à terra eficazes e que assegurem que, por um lado as pessoas que estejam nas proximidades não estejam expostas ao perigo de electrocussão e por outro lado, em circunstâncias normais, escoem para a terra correntes eléctricas sem afectar os equipamentos e a continuidade de serviço.

#### Postes

Os postes de betão devem ser ligados à terra, interligando-se o terminal de terra existente na parte inferior do poste com o eléctrodo de terra, através de cabo de cobre nu de 35mm<sup>2</sup>. O valor da resistência de terra não deve exceder os 20 *Ohm*.

Os postes metálicos devem ser ligados à terra, interligando-se os terminais de terra existentes em cada um dos montantes ao eléctrodo de terra, através de cabo VV 1\*35mm<sup>2</sup>, com bainha exterior preta. O valor da resistência de terra não deve exceder os 20 *Ohm*.

#### Armações

As armações de linhas aéreas de MT devem ser ligadas à terra através de fio de cobre de 16mm<sup>2</sup> de secção. O fio de cobre deve interligar todas as ferragens constituintes da armação nos pontos de ligação à terra, identificados em todas as ferragens. Depois de interligar todas as ferragens constituinte de cada armação, o fio de cobre de 16 mm<sup>2</sup> deve ligar ao terminal de terra superior do poste, através de um terminal apropriado.

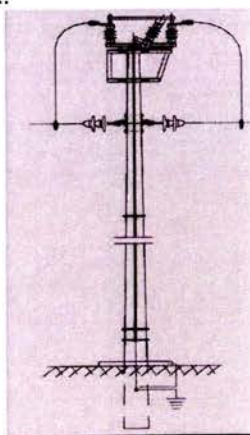
#### Equipamentos de rede aérea

Os seccionadores nas linhas aéreas de MT podem ser montados vertical ou horizontalmente e podem ser montados em conjunto com órgãos de corte de rede (OCR). Em qualquer dos casos, o seccionador deve ser fixo ao poste (betão ou metálico) através de uma estrutura metálica apropriada. A ligação à terra de todas as estruturas de um apoio com equipamentos de rede aérea, é feito do seguinte modo:

- A armação (HRFSC/EDP), a estrutura de suporte e as partes metálicas do seccionador, devem ser interligadas através de fio de cobre nu com 16mm<sup>2</sup>, ligando tudo ao terminal de terra superior do poste.

- A plataforma de manobra e a parte fixa do punho do seccionador são ligadas ao terminal inferior do poste (ligações independentes), a cabo de cobre nu de 35mm<sup>2</sup>, que no seu trajecto para o solo será protegido com tubo de PVC rígido de 25mm de diâmetro.

- A interligação do terminal de terra inferior do poste ao eléctrodo de terra é feita a cabo VV 1\*35 mm<sup>2</sup>.



Ligação de equipamentos à terra

### Postos de Transformação

Os postos de transformação aéreos são montados em postes de betão, do tipo TP4 com 14 metros de altura, em que todos os equipamentos de que são constituídos serão montados adequadamente ao longo do apoio. As ligações de toda a aparelhagem têm especificações bastante precisas.

### DST

Os descarregadores de sobretensões, montados obrigatoriamente na cuba do transformador, devem ser ligados à terra através de cabo de cobre nu de 35 mm<sup>2</sup> de secção. Este cabo vai ligar sem interrupções ou curvas pronunciadas ao terminal de terra inferior do DST central ao terminal de terra inferior o poste. Os DSTs laterais são ligados ao cabo que interliga o DST central. No seu trajecto o cabo será apoiado ao longo do poste por suportes de fixação e protegidos por tubo de PVC, desde os 2,5 metros, até aos 0,5 metros de profundidade.

Finalmente, a partir do cabo de interligação do DST central ao terminal de terra inferior do poste, é executada uma derivação para o borne de terra existente na cuba do transformador (também em cabo de cobre nu de 35 mm<sup>2</sup>).

### Armação HPT4

O conjunto formado pela armação HPT4 e o seccionador (PT tipo AS) ou o interruptor-seccionador (tipo AI), ou só a própria armação (PT tipo A), o transformador e respectivas ferragens de suporte, são ligadas à terra através de fio nu de cobre com 16 mm<sup>2</sup> de secção. O fio interliga todos estes dispositivos e será ligado ao terminal de terra superior do poste.

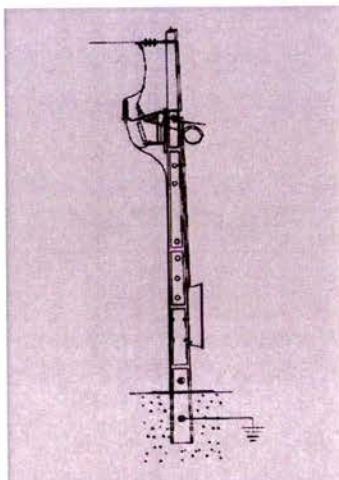
### Plataformas de manobra

As plataformas de manobra, o barramento da terra de protecção do QGBT e a parte fixa do punho de comando do seccionador/interruptor ou só seccionador, são ligados à terra separadamente, a cabo de cobre nu de 35 mm<sup>2</sup> de secção. Este cabo

liga, sem interrupções, cada um dos elementos acima referidos ao terminal de terra inferior do poste. No trajecto para o solo, a ligação será protegida por tubo de PVC.

### Terra de Protecção

A ligação ao eléctrodo de terra de protecção referente aos postos de transformação aéreos, é feita a cabo VV 1\*35 mm<sup>2</sup> com bainha exterior. A ligação deve ser feita sem interrupções, e será estabelecida entre o terminal de terra inferior do poste de betão do PT e o eléctrodo de terra.



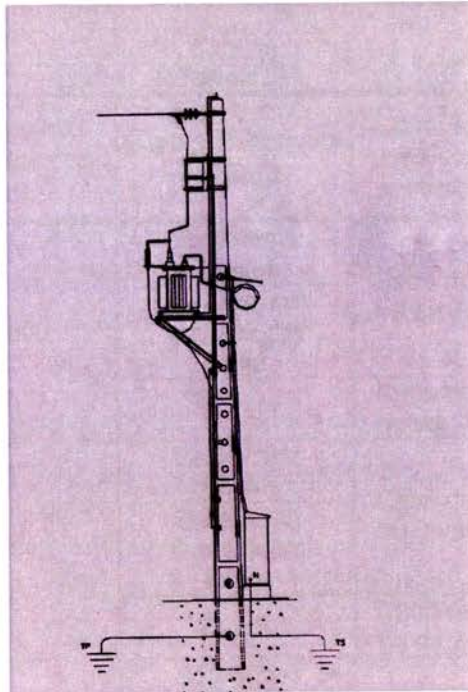
Terra de Protecção

### Terra de serviço

Nos PT's que apenas alimentam redes aérea BT, a terra de serviço é feita nos primeiros apoios de cada uma das saídas.

Nos PT's que alimentam redes subterrâneas, caso dos de tipo AI, a terra de serviço pode ser feita no PT, sendo a ligação ao eléctrodo feita a partir do barramento de neutro do QGBT, a cabo VV 1\*35 mm<sup>2</sup>, com bainha exterior.

A distância entre os eléctrodos de terra de protecção e da terra de serviço deverá ser maior ou igual a 20 metros.



Terra de protecção e Terra de serviço

## Eléctrodos de Terra

As instalações de terra são constituídas por um (ou vários) eléctrodo (s) de terra enterrado (s), e por condutores de terra, que ligam os eléctrodos às respectivas instalações.

Os eléctrodos de terra são constituídos por materiais metálicos enterrados no solo, podendo ser em cobre, aço galvanizado, ou aço revestido a cobre. Os eléctrodos de terra podem ser classificados em dois tipos:

### Eléctrodos de terra horizontais

Eléctrodos enterrados, geralmente até a uma profundidade de 1m (normalmente são usados cabos nus, constituídos por condutores maciços ou multifilares, com configuração em serpentina ou estrela);

### Eléctrodos de terra verticais

Eléctrodos enterrados, geralmente a uma profundidade superior a 1m (normalmente varetas, simples ou extensíveis, com configuração isolada ou em paralelo).

A escolha do tipo de eléctrodo de terra mais adequado para uma determinada utilização, deve ter em conta as características do terreno (dureza e resistividade), bem como a resistência mecânica, eléctrica e a resistência à corrosão.

**Tabela. 11**

| Instalação / Equipamento              | Resistividade do terreno ( $\Omega \cdot m$ ) | Tipo de eléctrodo de terra   | Condutor para a execução do eléctrodo  | Condutor para a ligação do eléctrodo à instalação |
|---------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------------|
| Postes de betão                       | <1000                                         | Serpentina simples           | Cabo de cobre nu de 35 mm <sup>2</sup> | Cabo de cobre nu de 35 mm <sup>2</sup>            |
|                                       |                                               | Serpentina dupla/dupla longa |                                        |                                                   |
|                                       |                                               | Estrela                      | Cabo de cobre nu de 35 mm <sup>2</sup> | Cabo de cobre nu de 35 mm <sup>2</sup>            |
| Postes metálicos                      | <1000                                         | Serpentina simples           | Cabo de cobre nu de 35 mm <sup>2</sup> | Cabo VV, 1*35mm <sup>2</sup>                      |
|                                       |                                               | Serpentina dupla/dupla longa |                                        |                                                   |
|                                       |                                               | Estrela                      | Cabo de cobre nu de 35 mm <sup>2</sup> | Cabo VV, 1*35mm <sup>2</sup>                      |
| Armações e equipamentos de rede aérea | <1000                                         | Serpentina simples           | Cabo de cobre nu de 35 mm <sup>2</sup> | Cabo VV, 1*35mm <sup>2</sup>                      |
|                                       |                                               | Serpentina dupla/dupla longa |                                        |                                                   |
|                                       |                                               | Estrela                      | Cabo de cobre nu de 35 mm <sup>2</sup> | Cabo VV, 1*35mm <sup>2</sup>                      |
| Postos de Transformação aéreos        | <1000                                         | Serpentina simples           | Cabo de cobre nu de 35 mm <sup>2</sup> | Cabo VV, 1*35mm <sup>2</sup>                      |
|                                       |                                               | Serpentina dupla/dupla longa |                                        |                                                   |
|                                       |                                               | Estrela                      | Cabo de cobre nu de 35 mm <sup>2</sup> | Cabo VV, 1*35mm <sup>2</sup>                      |

| Instalação / Equipamento              | Resistividade do terreno ( $\Omega \cdot m$ ) | Tipo de eléctrodo de terra   | Condutor para a execução do eléctrodo | Condutor para a ligação do eléctrodo à instalação |
|---------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------------------|
| Postes de betão                       | <200                                          | Vareta simples ou extensível | —                                     | Cabo de cobre nu de 35 mm <sup>2</sup>            |
|                                       | >200 e <300                                   | Varetas em paralelo          | Cabo VV, 1*35mm <sup>2</sup>          |                                                   |
| Postes metálicos                      | <200                                          | Vareta simples ou extensível | —                                     | Cabo VV, 1*35mm <sup>2</sup>                      |
|                                       | >200 e <300                                   | Varetas em paralelo          | Cabo VV, 1*35mm <sup>2</sup>          |                                                   |
| Armações e equipamentos de rede aérea | <200                                          | Vareta simples ou extensível | —                                     | Cabo VV, 1*35mm <sup>2</sup>                      |
|                                       | >200 e <300                                   | Varetas em paralelo          | Cabo VV, 1*35mm <sup>2</sup>          |                                                   |
| Postos de Transformação aéreos        | <200                                          | Vareta simples ou extensível | —                                     | Cabo VV, 1*35mm <sup>2</sup>                      |
|                                       | >200 e <300                                   | Varetas em paralelo          | Cabo VV, 1*35mm <sup>2</sup>          |                                                   |

### 3.2. Cálculo eléctrico

Os cálculos necessários para a determinar a tensão nominal da linha e secção dos condutores a utilizar, não são realizados na ARTM. A responsabilidade desta tarefa é do Departamento e Planeamento (AT, MT) e a solução encontrada está limitada ao equipamento normalizado pela empresa. No entanto, os cálculos necessários seguindo as recomendações (LAAT) são aqui mencionados e devidamente aplicados a uma das linhas projectadas no DPC da ARTM.

*O cálculo eléctrico será aplicado a uma das linhas projectadas.*

## **Apresentação da linha**

Designação: Linha de 30kV, Miomães – Sr.<sup>a</sup> do Alívio, N.º79/ Resende. Deriva do apoio n.º85 da Linha de 30kV Lamego – Aregos.

A tensão nominal da linha é 30kV e destina-se a alimentar um PT de 100kVA. O comprimento da linha é de 171 metros.

### **a) Tensão de transporte**

A tensão nominal da linha é a mesma da linha de derivação – 30kV (valor de tensão normalizado). Como se trata do projecto de um pequeno ramal, a tensão nominal é coincidente com a tensão nominal da linha de alimentação do mesmo.

### **b) Corrente de Recepção**

$$I_R = \frac{S}{\sqrt{3} * U_c} = \frac{100}{\sqrt{3} * 30} = 1,925 A$$

Consultando o Ábaco em anexo, verifica-se que qualquer uma das secções normalizadas para os condutores em Alumínio-Aço admite esta corrente. A secção mínima normalizada é de 30mm<sup>2</sup> (AA30), no entanto é utilizado AA50. A corrente máxima admissível para este condutor à temperatura de 50°C e para uma temperatura ambiente de 40°C (pior caso) é de, aproximadamente, 85 A.

### **c) Quedas de tensão**

Dado o pequeno comprimento do ramal a projectar e tendo em conta a tensão nominal da linha (30kV) a queda de tensão é insignificante. A utilização do Ábaco não é possível e, é seguro afirmar que a queda de tensão será muito inferior a 1%.

Usando as expressões recomendadas e os dados do condutor usado (ver tabela em anexo), AA50, a projectar, tem-se:

$$\Delta U = \sqrt{3} * L' * I * [r \cdot \cos \varphi + x \cdot \sin \varphi]$$

- L' é o comprimento da linha [km]
- I é corrente na linha [A]
- r e x são, respectivamente, a resistência e a reactância da linha por fase [Ω.km<sup>-1</sup>]

Resistência eléctrica do condutor a 40°C

$r_{40} = r_{20} [1 + 0,00393(40 - 20)] \left[ \Omega.km^{-1} \right]$ , sendo  $r_{20}$  a resistência a 20°C – valor tabelado.

$$r = 1,178 * 0,675 = 0,795 \Omega.km^{-1}$$

$$x = 2\pi f \times L \quad \Omega.km^{-1}$$

Para calcular a indutância L (não confundir com L com L' (comprimento da linha)) do condutor utiliza-se a seguinte expressão:

$$L = \left( 0,5 + 4,61 \cdot \log \left( \frac{2 \cdot De}{d} \right) \right) \cdot 10^{-4} \left[ H.km^{-1} \right], \text{ onde } De \text{ é a distância entre condutores e } d \text{ é o diâmetro dos condutores.}$$

Se  $d$  é um valor já conhecido (9mm), já a distância entre condutores ( $De$ ), depende disposição dos condutores e, consequentemente, das travessas utilizadas. Ora, o pior cenário do ponto de vista de queda de tensão, considera-se a maior distância entre condutores. Esta situação leva a um valor de indutância superior. No caso da linha em questão, a maior distância é na situação de alinhamento (apoio 1) onde é utilizada uma travessa do tipo HRFSC80 (ver tabela XXX) que tem uma distância entre condutores de 80cm e 1,6m.

Distância equivalente entre fases é dada por:

$$De = \sqrt[3]{D_{12} \cdot D_{13} \cdot D_{23}}, \text{ onde } D \text{ é a distância entre fases.}$$

Neste caso:

$$De = \sqrt[3]{0,8 * 0,8 * 1,6} = 0,992 \text{ m.}$$

$$L = \left( 0,5 + 4,61 \cdot \log \left( \frac{2 \times 0,992}{0,009} \right) \right) \cdot 10^{-4} = 0,00113 \left[ H.km^{-1} \right], \text{ e:}$$

$$x = 2\pi f \times L = 2\pi \times 50 \times 0,00113 = 0,355 \quad \Omega.km^{-1}$$

Assim, falta apenas referir o factor de potência considerado:  $\cos \varphi = 0,9$ .

A queda de tensão é:

$$\Delta U = \sqrt{3} * L' * I * [r \cdot \cos \varphi + x \cdot \sin \varphi] = \sqrt{3} \times 0,171 \times 1,925 \times (0,795 \times 0,9 + 0,355 \times 0,436) = 0,496V$$

Isto representa 0,0017% da tensão nominal da linha.

## d) Perdas de Energia

As perdas nos condutores, calculadas a 20°C, são:

$$P = 3 \times R_{20^{\circ}C} \times I^2 = 3 \times 0,675 \times 1,925^2 = 7,5W$$

Valor muito baixo, tal como era de esperar.

## e) Intensidade de corrente de curto-circuito máxima admissível

Para o cálculo destas intensidades de corrente admite-se, por um lado, que o defeito ocorre em pontos de rede afastados das centrais geradoras e, por outro, que a constante de tempo do circuito é baixa. Assim, neste cálculo considera-se o valor eficaz da corrente permanente de curto-circuito em vez do valor médio da corrente total de curto-circuito.

$$I_{m\acute{a}x} = \frac{1}{K_1 K_2} \times \frac{s}{\sqrt{t}} \quad [\text{kA}]$$

A utilização desta expressão, também pressupõe que a duração do curto-circuito é suficientemente baixa para que o aquecimento dos condutores seja adiabático e assim despreza-se as variações com a temperatura, calor e massa específicos do condutor.

Na expressão:

- s é a secção condutora que nos condutores AA corresponde à secção do alumínio.

- t é a duração do curto-circuito

A constante  $K_1$  é uma constante do material condutor e tem os seguintes valores para os diferentes materiais condutores:

**Tabela 12.**

| Condutor         | $K_1 (mm^2 / kA \cdot s^{\frac{1}{2}})$ |
|------------------|-----------------------------------------|
| Cobre            | 4,419                                   |
| Alumínio         | 6,902                                   |
| Liga de Alumínio | 6,981                                   |

A constante  $K_2$  é um coeficiente de temperatura. Adoptando uma temperatura inicial do condutor de 50°C, os valores de  $K_2$  para as temperaturas máximas admitidas são os seguintes:

**Tabela 13.**

| Material condutor | Temperatura final (°C) | $K_2$ |
|-------------------|------------------------|-------|
| Cobre             | 170                    | 1,685 |
| Alumínio-Aço      | 160                    | 1,732 |
| Ligas de Alumínio | 160                    | 1,809 |

Obtemos o seguinte valor para a corrente de curto-circuito máxima admissível para um tempo  $t = 1$  segundo:

$$I_{\max} = \frac{1}{K_1 K_2} \times \frac{s}{\sqrt{t}} = \frac{1}{6,902 \times 1,732} \times \frac{49,48}{1} = 4,139 \text{ kA}$$

### 3.3. Cálculo Mecânico

*O cálculo eléctrico será aplicado a uma das linhas projectadas.*

#### Apresentação da linha

Interligação a 30 kV LN Varosa – Vidago troço (VRS-VRL) (ap. nº 14) com Ramal Bairro - S. João de Lobrigos IV (ap. nº1), Nº 27 / SMP

O cálculo mecânico de uma linha tem como objectivo determinar as condições de montagem da mesma, de forma a garantir o cumprimento de todas as especificações do Regulamento de Segurança de Linhas Eléctricas de Alta Tensão. Este regulamento impõe todas as distâncias mínimas a respeitar (ao solo, a edifícios, estradas, afastamentos dos condutores, etc.), as condições atmosféricas tidas como mais desfavoráveis para o cálculo das flechas, as hipóteses de cálculo para a estabilidade dos apoios... tudo isto é rigorosamente respeitado.

#### 3.3.1. Distâncias mínimas regulamentares (RSLEAT) – Resumo

##### Distância dos condutores ao solo (artigo 27.º)

A distância ao solo dos condutores, na condição de flecha máxima é dada pela expressão:

$$D = 6,0 + 0,005.U$$

Nas travessias dos condutores a estradas (nacionais e municipais) e auto-estradas, a distância é dada por:

$$D = 6,3 + 0,001.U$$

Nas expressões,  $U$  é a tensão nominal da linha, em kV. As linhas de MT na ARTM são, na sua maioria, linhas a 30kV. Assim, as distâncias mínimas ao solo para as situações descritas são, respectivamente, 6,15m e 6,33m. É prática do DPC ter os 7 m de distância ao solo como referência. A distância dos condutores ao solo é, salvo raras excepções, superior a 7m.

### **Distância dos condutores aos edifícios (artigo 29.º)**

A distância mínima entre os condutores e os edifícios é dada pela expressão:

$$D = 3,0 + 0,0075.U$$

Para a tensão nominal de 30 kV:  $D = 3,0 + 0,0075.30 = 3,225m$ . Nos projectos realizados na ARTM, esta distância nunca é inferior a 4m.

### **Distância dos condutores a obstáculos diversos (artigo 30.º)**

$$D = 2,0 + 0,0075.U$$

### **Distância entre condutores (artigo 31.º)**

A distância  $D$ , em metros, entre condutores (linhas de 2.ª classe – até 30kV) não deve ser inferior à dada pela expressão:

$$D = k \cdot \sqrt{f + d} + \frac{U}{200}$$

Onde:

- $f$  é a flecha máxima dos condutores;
- $d$  é o comprimento das cadeias de isoladores susceptíveis de oscilar transversalmente à linha (não se aplica nas amarrações);
- $k$  é um coeficiente que depende do material do condutor,  $k = 0,6$  para condutores AA.

### **Distância entre duas linhas (artigo 109.º)**

Nos cruzamentos de linhas de alta tensão em condutores nus com outras linhas de alta ou baixa tensão, também em condutores nus, nas condições de flechas mais desfavoráveis, deverá manter-se a uma distância  $D$ , em metros, não inferior à dada pela expressão:

$$D = 1,5 + 0,001.U + 0,005.L$$

Em que:

$U$ , em kV, é a tensão nominal da linha de maior tensão;

$L$ , em metros, é a distância entre o ponto de cruzamento e o apoio mais próximo da linha superior.

Esta distância não deverá ser inferior a 2 metros.

### **Distância dos condutores às linhas de telecomunicações (artigo 113.º)**

Nos cruzamentos de linhas de alta tensão com linhas de telecomunicações, a distância mínima entre duas linhas deverá obedecer ao disposto no artigo 109.º.

#### **3.3.2. Traçado**

Como ponto de partida é escolhido um traçado inicial que deve o mais rectilíneo possível. De acordo com a informação existente do local, poderá logo neste ponto ter-se em conta diversos aspectos, como o relevo, cursos de água e os aglomerados habitacionais. Este traçado serve apenas como ponto de partida.

Definido este traçado, é necessário corrigi-lo de forma a definir um traçado viável, mas não definitivo. Para isso é feito um levantamento topográfico do terreno. Este levantamento é realizado por um topógrafo, eventualmente, acompanhado por um fiscal da EDP e deve conter as seguintes informações:

- Perfil do terreno e respectivas cotas;
- Planta parcelar com divisões dos terrenos e nomes dos proprietários, tipo de culturas, cursos de água, estradas e vias-férreas;
- Coordenadas dos apoios de derivação, fim de linha e ângulo;
- Ângulos das linhas do apoio de derivação e dos apoios de ângulo;
- As escalas utilizadas;
- Os diversos obstáculos existentes;
- Outras linhas de transmissão de energia eléctrica e linhas de telecomunicações existentes.

Depois de ter o perfil do terreno e todas as informações mencionadas, efectua-se todos os cálculos mecânicos necessários de forma a respeitar todas as regulamentações já abordadas e a localização dos apoios fica definida. Convém ainda referir que, sempre que possível, é de evitar:

- Usar vãos superiores a 200m;
- Implantar apoios no meio de terrenos\*, optando por encostá-los a muros divisórios, de preferência, perto de caminhos ou estradas;
- Implantar apoios em locais de difícil acesso.

\* Muitos dos estudos efectuados são sujeitos a modificações, devido à dificuldade nas negociações com proprietários.

### 3.3.3. Estados Atmosféricos

Normalmente, são determinados três estados atmosféricos tipo:

Estado de Inverno é um estado atmosférico caracterizado pela menor temperatura previsível para a região de passagem da linha, pela possibilidade de existência de uma manga de gelo e condições de vento reduzido;

Estado de Primavera, também designado por estado de vento máximo, é caracterizado pela temperatura média da região, ausência de gelo e, como o nome indica, pela existência de vento forte;

Estado de Verão ou estado de flecha máxima, é um estado caracterizado pela temperatura máxima previsível para a região e pelas ausências de vento e manga de gelo.

No estudo da linha aqui apresentada como exemplo usou-se pressão dinâmica do vento do 2.º escalão e considerou-se a ausência de gelo.

Se a primeira consideração é comum a todas as linhas projectadas, o mesmo não se pode dizer em relação à manga de gelo. Na ARTM existem muitas zonas de gelo, já que a área geográfica que abrange zonas com cotas superiores a 700m em relação ao mar, zonas de forte nevoeiro e onde as temperaturas mínimas são bastante baixas. A manga de gelo a considerar, nunca é inferior a 10mm.

No seguimento do estudo usou-se ainda o parâmetro tensão máxima de serviço.

As tensões usuais de serviço para condutores AA50 estão entre os 8 e os 10 daN/mm<sup>2</sup>, qualquer tensão mecânica é válida desde que se cumpram as disposições regulamentares, nomeadamente ao nível da distância mínima entre condutores. Está distância está condicionada pelas travessas existentes. O que não pode violado é o disposto no artigo 24.º do RSLEAT – a tensão máxima de serviço ( $t_{serviço}$ ) não pode ultrapassar a tensão máxima de tracção ( $t_{max}$ ). Esta tensão máxima de tracção depende da tensão de ruptura do condutor, estão relacionadas da seguinte forma:

$$t_{max} = \frac{t_{ruptura}}{2,5} = \frac{30}{2,5} = 12 daN / mm^2$$

A tensão de ruptura é característica do condutor. Para um condutor AA 50,  $t_{ruptura}$  é de 30 daN / mm<sup>2</sup>.

A tensão máxima de serviço que é usada no exemplo é de 6 daN / mm<sup>2</sup>. Os cálculos desenvolvidos a partir deste ponto vão justificar este valor de tensão, de qualquer forma, importa desde já referir o seguinte:

- Pretende-se manter o apoio (apoio de derivação) da origem da interligação (apoio 14 da Linha Varosa-Vidago (troço VRS-VRL));

- O apoio existente é um apoio RS94, um apoio metálico que suporta à cabeça 9400 daN e tem 20m de altura útil. Este apoio, à partida, dispensa a utilização de um apoio de reforço – podendo sair um vão com um comprimento razoável evitando assim os custos de mais um apoio;
- Os condutores no apoio de derivação estão dispostos em galhardete, pelo que a derivação, em esteira horizontal, é feita a 6m do topo.

**Tabela 14.** Dados do condutor e condições admitidas (Interligação Varosa - Vidago)

| Condutor                               |                         |
|----------------------------------------|-------------------------|
| Tipo                                   | AA50                    |
| Secção real [ $\sigma$ ]               | 49,48 mm <sup>2</sup>   |
| Diâmetro [d]                           | 9 mm                    |
| Peso [p]                               | 0,173 Kg/m              |
| Módulo de Young [E]                    | 8100 Kg/mm <sup>2</sup> |
| Coef. Dilatação térmica [a]            | 0,000019 °C             |
| Condições                              |                         |
| Escalão do Vento                       | 2.º Escalão             |
| Manga de gelo                          | Não tem                 |
| Tensão máxima de serviço [ $t_{max}$ ] | 6 daN/mm <sup>2</sup>   |

Estado de Inverno (estado 1)**Força do Vento nos condutores**

No cálculo de linhas deve considerar-se, segundo o RSLEAT, a força proveniente do vento determina-se pela expressão:

$$F = \alpha \times c \times q \times s$$

Em que:

$\alpha$  - Coeficiente de redução que, segundo o artigo 14.º, nos condutores é de 0,6.

$c$  - Coeficiente de forma (ver quadro)

**Tabela 15.**

| Diâmetro total [mm] * |        |      | $c$ |
|-----------------------|--------|------|-----|
| 0                     | < D <= | 12,5 | 1,2 |
| 12,5                  | < D <= | 15,8 | 1,1 |
|                       | D >    | 15,8 | 1,0 |

\* Inclui manga de gelo

$q$  - Pressão dinâmica do vento

**Tabela 16.**

| Vento Reduzido                 | Vento máximo habitual |                  |
|--------------------------------|-----------------------|------------------|
| Pressão dinâmica do vento [Pa] |                       | Escalão do vento |
| 300                            | 750                   | 1.º              |
| 360                            | 900                   | 2.º              |
| 420                            | 1050                  | 3.º              |

s – é a secção transversal total ou a secção batida pela vento. Inclui, por isso, a manga de gelo que, neste caso, não existe.

Designou-se por  $F_{V1}$  a força proveniente do vento no estado de Inverno

$$F_{V1} = \alpha \times c \times q \times s = 0,6 \times 1,2 \times 360 \times 0,009 = 2,333 N / m = 0,233 kgf / m$$

### Coeficiente de sobrecarga

Este coeficiente confere um agravamento ao peso próprio do condutor que, procura traduzir as acções do vento e do gelo como, se de um aumento de peso se tratasse.

Designou-se por  $m_1$  o coeficiente de sobrecarga no estado de Inverno

$$m_1 = \frac{\sqrt{\left[ \omega + \omega_g \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (d_t^2 - d_p^2) \right]^2 + F_{V1}^2}}{\omega} = \frac{\sqrt{\left[ 0,173 + 920 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (0,009^2 - 0,009^2) \right]^2 + 0,233^2}}{0,173} = 1,677$$

$\omega$  - É o peso próprio do condutor [= 0,173kgf/m].

$\omega_g$  - É a densidade do gelo, que é de 920 kg.m3 (artigo 16.º).

$d_p$  - É o diâmetro do condutor [= 0,009m].

$d_t$  - É o diâmetro total (inclui a manga de gelo se houver gelo).

### Estado de Primavera (estado 2)

Designou-se por  $F_{V2}$  a força proveniente do vento no estado de Primavera

$$F_{V2} = \alpha \times c \times q \times s = 0,6 \times 1,2 \times 900 \times 0,009 = 5,832 N / m = 0,583 kgf / m$$

Designou-se por  $m_2$  o coeficiente de sobrecarga no estado de Primavera

$$m_2 = \frac{\sqrt{\left[\omega + \omega_g \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (d_t^2 - d_p^2)\right]^2 + F_{v1}^2}}{\omega} = \frac{\sqrt{\left[0,173 + 920 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (0,009^2 - 0,009^2)\right]^2 + 0,583^2}}{0,173} = 3,515$$

Assim, estão caracterizados os Estados de Inverno e de Primavera:

**Tabela 17.**

| Estado                     | Inverno               | Primavera   |
|----------------------------|-----------------------|-------------|
| Força do vento             | 0,233 kgf/m           | 0,583 kgf/m |
| Temperatura                | -5 °C, sem gelo       | 15 °C       |
| Coefficiente de sobrecarga | 1,677                 | 3,515       |
| Tensão máxima              | 6 daN/mm <sup>2</sup> |             |

Com a caracterização destes dois estados, determina-se qual o estado mais desfavorável para o vão em estudo. Para isso é necessário ainda, calcular o vão crítico que é dado pela expressão:

$$L_{cr} = \frac{\sigma \cdot t_{max}}{\omega} \cdot \sqrt{\frac{24 \cdot a \cdot (\theta_2 - \theta_1)}{m_2^2 - m_1^2}} = \frac{49,48 \times 6}{0,173} \cdot \sqrt{\frac{24 \cdot 0,000019 \cdot (15 - (-5))}{3,515^2 - 1,677^2}} = 53,05m$$

Na expressão,  $\theta_1$  e  $\theta_2$  são as temperaturas consideradas para os estados de Inverno e Primavera, respectivamente.

O vão crítico é o vão, relativo a uma dada tensão máxima, para o qual os condutores ficam sujeitos a essa tensão em ambos estados, o de Inverno e o de Primavera.

O comprimento do vão a considerar, o primeiro vão da interligação que liga o apoio 41 ao primeiro apoio (apoio 1), tem um comprimento  $L = 130m$ .

Consultando a árvore de decisão, conclui-se que o estado mais desfavorável é o estado 2, o estado de Primavera ou de vento máximo.

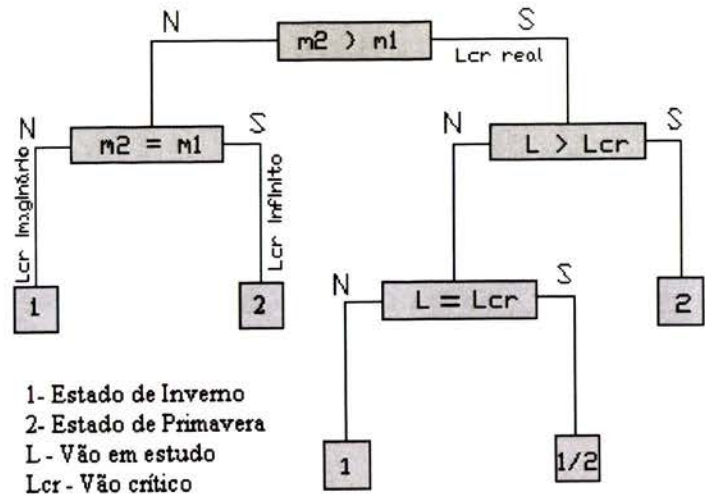


Figura 20. Árvores de decisão

Como o vão crítico é real, é necessário determina-lo vão a vão ou cantão a cantão. Os resultados obtidos para cada um dos vãos estão resumidos no quadro 23435.344

Tabela 17.

| Cantão | Vão | $t_{m\acute{a}x}$<br>(daN/mm2) | L<br>(m) | $F_{V1}$<br>(kgf / m) | $F_{V2}$<br>(kgf / m) | $m_1$ | $m_2$ | $L_{cr}$ (m) | Estado mais<br>desfavorável |
|--------|-----|--------------------------------|----------|-----------------------|-----------------------|-------|-------|--------------|-----------------------------|
| 1      | 1   | 6                              | 130      | 0,233                 | 0,583                 | 1,677 | 3,525 | 53,05        | Primavera                   |
|        | 2   |                                | 148      |                       |                       |       |       | 22,10        |                             |
| 2      | 3   | 2,5                            | 73       |                       |                       |       |       |              |                             |

3.3.4.Tensões e Flechas

Para determinar a flecha máxima e as tensões de montagem, é necessário calcular a tensão máxima de serviço para o estado de Verão ou estado de flecha máxima.

Tendo o estado mais desfavorável totalmente caracterizado, a partir da equação de estados calcula-se a tensão de montagem para o estado de flecha máxima. A temperatura admitida para este estado é de 50°C.

Tem-se:

Tabela 18.

|                            | Estado Primavera | Estado de flecha máxima |
|----------------------------|------------------|-------------------------|
| Tensão máxima de serviço   | 6 daN/mm2        | A determinar            |
| Coefficiente de sobrecarga | 3,515            | 1*                      |
| Temperatura                | 15°C             | 50°C                    |

\* Para o estado de Verão este valor é igual a 1.

Mantendo toda a designação até agora utilizada e considerando que:

$t_2; \theta_2$  – São, respectivamente, a tensão máxima de serviço e a temperatura correspondentes ao estado de Primavera (o mais desfavorável);

$\theta_k$  – É a temperatura correspondente ao estado de Verão;

$t_k$  – É a tensão, a determinar, de montagem no estado de Verão (ou flecha máxima).

A equação de estados é assim definida:

$$\theta_2 + \frac{t_2}{\alpha \cdot E} - \frac{m_2^2 \cdot \omega^2 L^2}{24 \cdot \alpha \cdot \sigma^2 \cdot t_2^2} = \theta_k + \frac{t_k}{\alpha \cdot E} - \frac{m_k^2 \cdot \omega^2 L^2}{24 \cdot \alpha \cdot \sigma^2 \cdot t_k^2}$$

Resolvendo a equação do 3º grau, determina-se  $t_k$ ! A resolução desta equação pode ser feita com o recurso a um método iterativo, por exemplo, o método de Newton. Deste modo, o algoritmo de resolução pode ser implementado na folha de cálculo. O algoritmo de resolução de equações pelo Método de Newton é apresentado em anexo (Anexo dlf.89764).

A tensão obtida pela resolução da equação é:  $t_k = 1,67 \text{ daN} / \text{mm}^2$ .

Determinando o valor da tensão, é possível determinar a tensão de montagem a 50°C, o valor da flecha máxima e o parâmetro da catenária a usar para desenhar o perfil na escala desejada (1/500 e 1/2500).

A expressão que nos permite calcular a flecha máxima é a seguinte:

$$f_{\text{máxima}} = \frac{\omega \cdot L^2}{8 \sigma \cdot t} = \frac{0,173 \times 130^2}{8 \times 49,48 \times 1,67} = 4,423 \text{ m}$$

É de referir que na EDP, os vãos consideram-se sempre em patamar.

Em relação à Tensão de montagem e parâmetro da catenária

A tensão de montagem é:

$$t_{\text{montagem}} = t_k \times \sigma = 1,67 \times 49,48 = 82,63 \text{ daN}$$

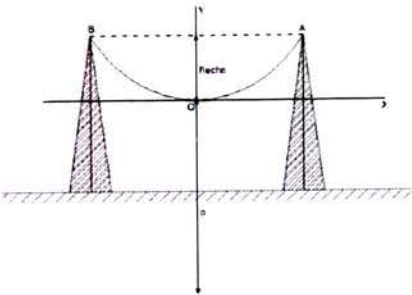


Figura 21. Vão em Patamar

Parâmetro da Catenária

O parâmetro da catenária a usar, respeitando a escala usada na EDP para os perfis das linhas (1/500 e 1/2500), e tendo em conta as catenárias existentes na empresa (Cu-0,0094kgf/m3), calcula-se da seguinte forma:

$$a = \frac{t_k \cdot \sigma}{m \omega} = \frac{t_k \cdot \sigma}{m \omega} \times 0,0094 \times 100 = \frac{1,67 \times 49,48}{1 \times 0,173} \times 0,0094 \times 100 = 449Cu$$

Não existindo uma catenária com este parâmetro, utiliza-se aquela imediatamente superior.

O mesmo método de cálculo pode ser efectuado para outras temperaturas menos desfavoráveis em termos de flecha. No quadro dfiv.783456, apresentam-se os valores das tensões de montagem, flechas e catenárias para vários valores de temperatura:

**Tabela 20.**

Vão considerado = 130 metros  
Tmáx = 6 daN/mm2, 2º escalão

| Temperatura (°C) | Tensões (daN) | Flechas (m) | Catenária Cu 0.0094 |
|------------------|---------------|-------------|---------------------|
| -5               | 101           | 3,64        | 546                 |
| 0                | 98            | 3,71        | 535                 |
| 5                | 96            | 3,79        | 524                 |
| 10               | 95            | 3,86        | 514                 |
| 15               | 93            | 3,94        | 504                 |
| 30               | 88            | 4,15        | 478                 |
| 50               | 83            | 4,42        | 449                 |

Nestas condições, a distância mínima de segurança, a garantir, entre condutores é de: 1,10 m.

Para os restantes dois vãos da linha, os resultados obtidos foram:

- Vão 2 (148 m)

**Tabela 21.**

| Vão considerado = 147,5 metros                        |               |             |                     |
|-------------------------------------------------------|---------------|-------------|---------------------|
| T <sub>máx</sub> = 6 daN/mm <sup>2</sup> , 2º escalão |               |             |                     |
| Temperatura (°C)                                      | Tensões (daN) | Flechas (m) | Catenária Cu 0.0094 |
| -5                                                    | 96            | 4,89        | 523                 |
| 0                                                     | 95            | 4,96        | 515                 |
| 5                                                     | 93            | 5,04        | 508                 |
| 10                                                    | 92            | 5,11        | 500                 |
| 15                                                    | 91            | 5,18        | 493                 |
| 30                                                    | 87            | 5,40        | 474                 |
| <b>50</b>                                             | <b>83</b>     | <b>5,67</b> | <b>451</b>          |

Nestas condições, a distância mínima de segurança, a garantir, entre condutores é de: 1,22 m.

- Vão 3 (73 m)

**Tabela 22.**

| Vão considerado = 73 metros                             |               |             |                    |
|---------------------------------------------------------|---------------|-------------|--------------------|
| T <sub>máx</sub> = 2,5 daN/mm <sup>2</sup> , 2º escalão |               |             |                    |
| Temperatura (°C)                                        | Tensões (daN) | Flechas (m) | Catenária Cu0.0094 |
| -5                                                      | 37            | 3,09        | 203                |
| 0                                                       | 37            | 3,12        | 201                |
| 5                                                       | 37            | 3,15        | 199                |
| 10                                                      | 36            | 3,18        | 197                |
| 15                                                      | 36            | 3,21        | 195                |
| 30                                                      | 35            | 3,30        | 190                |
| 50                                                      | 34            | 3,41        | 184                |

Nestas condições, a distância mínima de segurança, a garantir, entre condutores é de: 0,98 m.

3.3.5. Estabilidade dos apoios

Tabela 23. Cálculo dos esforços – caso geral

| Esforços                | Sentido da linha principal ou no sentido normal à bissectriz do ângulo da linha principal (eixo xx) | Sentido normal à linha principal ou no sentido da bissectriz do Ângulo da linha principal (eixo yy) |
|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Esforços dos Condutores | $F_{tx} = \left  \sum_{i=1}^n 3 \cdot T_i \cdot \cos \beta_i \right $                               | $F_{ty} = \left  \sum_{i=1}^n 3 \cdot T_i \cdot \sin \beta_i \right $                               |
| Por acção do vento      | $F_{vx} = 3 \cdot \left( \sum_{i=1}^n w_i \cdot S_i \cdot \sin^2 \beta_i \right) + \sum F_V^{DIV}$  | $F_{vy} = 3 \cdot \left( \sum_{i=1}^n w_i \cdot S_i \cdot \cos^2 \beta_i \right) + \sum F_V^{DIV}$  |
| Vertical (eixo zz)      | $F_z = 3 \cdot \left( \sum_{i=1}^n \frac{w_i}{2} \cdot S_i \right)$                                 |                                                                                                     |

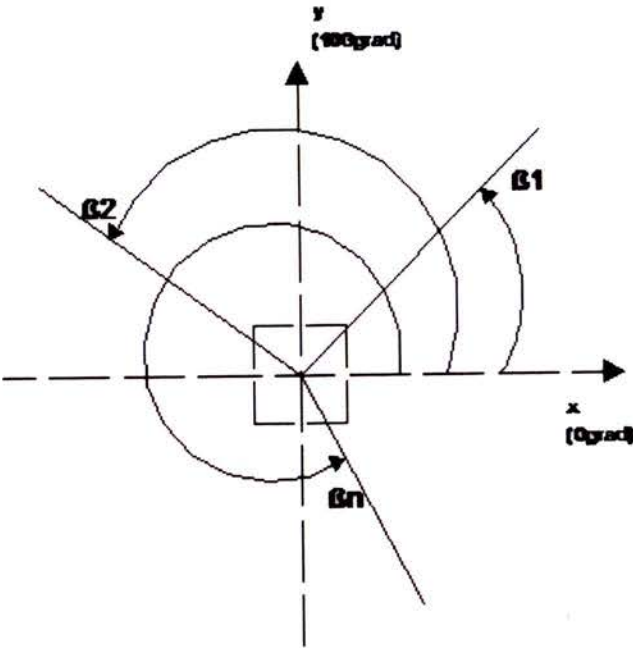


Figura. 22

Nas fórmulas, em cima, apresentadas:

$T_i$  - Tensão máxima de Serviço x Secção do condutor [daN];

$w_i$  - Acção do vento nos condutores em daN/m, dada por:

$$w_i = \left[ \left( \alpha \cdot c \cdot q \cdot 10^{-3} \right) / 2 \right] \cdot 0,981 \cdot$$

\* Nota: Nos cálculos efectuados, tal como é prática da empresa, para a constante 0,981 é utilizada a aproximação  $0,981 \approx 1$ .

$S_i$  - É o comprimento do vão [m];

$$\sum F_V^{DIV} = F_V^{isoladores} + F_V^{seccionadores} + F_V^{travessas} + F_V^{bolas - sin alização} + F_V^{OCR's} \dots$$

Aqui, é apenas contemplada a acção do vento sobre os isoladores, seccionadores e transformadores.

Segundo o RSLEAT e as recomendações para Linhas aéreas de Alta Tensão até 30kV, as hipóteses de cálculo a considerar são:

Para apoios de betão:

- Hipótese 1: vento perpendicular à linha principal ou paralelo à bissetriz do ângulo da linha principal.
- Hipótese 2: vento paralelo à linha principal ou perpendicular à bissetriz do ângulo da linha principal.

|            |                         |                         |
|------------|-------------------------|-------------------------|
| Hipótese 1 | $F_x = F_{tx}$          | $F_y = F_{ty} + F_{vy}$ |
| Hipótese 2 | $F_x = F_{tx} + F_{vx}$ | $F_y = F_{ty}$          |

Para apoios metálicos:

**Tabela 24.**

|                  |                                                                     |
|------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Esforço total    | $F_T = F_t + F_v$                                                   |
|                  | $F_v = \max(F_{vx} + F_{vy})$                                       |
|                  | $F_t = F_{tx} + F_{ty}$                                             |
| Esforço vertical | $F_z = 3 \cdot \left( \sum_{i=1}^n \frac{w_i}{2} \cdot S_i \right)$ |

**Estabilidade do apoio de derivação**  
**Apoio 14 da Linha Varosa – Vidago (troço VRS-VRL)**

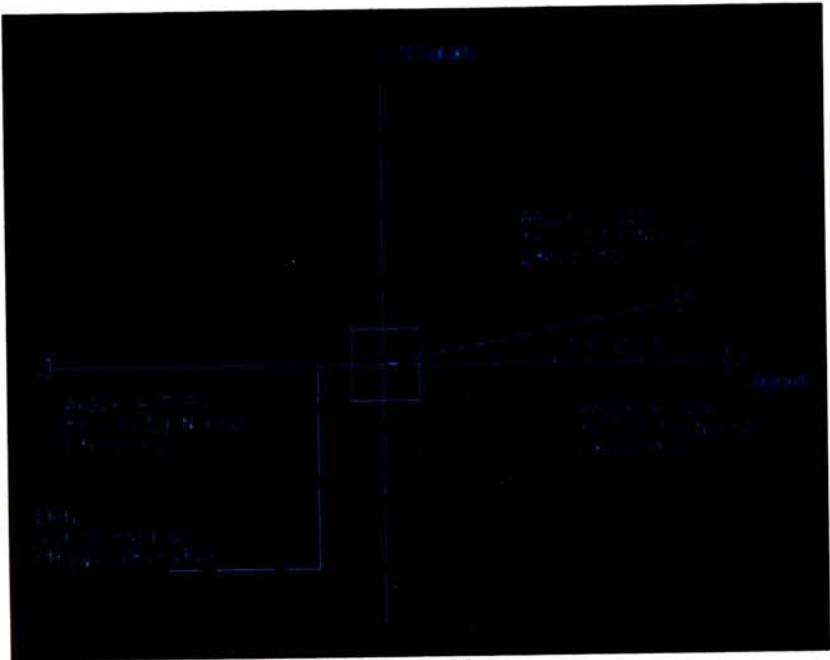


Figura 23.

**Dados dos condutores**

Os dados da Linha Varosa – Vidago (troço VRS-VRL) são retirados do projecto existente, Arquivo 463 – Processo 1/20061 de 23/05/1966.

**Tabela 25.**

| Apoio de derivação (apoio metálico) |            |                         |           |                             |              |          |              |
|-------------------------------------|------------|-------------------------|-----------|-----------------------------|--------------|----------|--------------|
| Nº do vão                           | Condutores |                         |           |                             |              |          |              |
|                                     | Designação | secç.(mm <sup>2</sup> ) | diam.(mm) | Tmáx.(daN/mm <sup>2</sup> ) | escal. vento | gelo(mm) | Compr.do vão |
| 1                                   | AA226      | 226,65                  | 19,55     | 3,5                         | 2            | -        | 783          |
| 2                                   | AA226      | 226,65                  | 19,55     | 3,5                         | 2            | -        | 317          |
| 3                                   | AA50       | 49,48                   | 9         | 6                           | 2            | -        | 130          |

Com os dados da Tabela25. e o apoio da Figura 23., é possível verificar a estabilidade do apoio.

### Esforços dos condutores no apoio

$$F_{tx} = | 3 \times 226,65 \times 3,5 \times \cos 0,000 \text{ gr} + 3 \times 226,65 \times 3,5 \times \cos 200,000 \text{ gr} + 3 \times 49,48 \times 6 \times \cos 6,270 \text{ gr} | = 886 \text{ daN.}$$

$$F_{ty} = | 3 \times 226,65 \times 3,5 \times \sin 0,000 \text{ gr} + 3 \times 226,65 \times 3,5 \times \sin 200,000 \text{ gr} + 3 \times 49,48 \times 6 \times \sin 6,270 \text{ gr} | = 88 \text{ daN.}$$

### Esforços devido à acção do vento

No cálculo dos esforços pela acção do vento, despreza-se o seu efeito sobre as travessas. Considera-se apenas o efeito sobre os condutores, sobre os isoladores e, neste caso, sobre o seccionador existente. Para os seccionadores ou transformador + seccionador, os valores utilizados são tabelados.

A força do vento sobre os condutores já foi calculado, resta apenas referir que essa força é relativa ao estado mais desfavorável que foi determinado, neste caso, o estado de vento máximo – Primavera.

$$F_{vx} = 3 \times 0,6 \times 1,0 \times 90 \times 783/2 \times 0,01955 \times \sin^2 0,000 \text{ gr} + 3 \times 0,6 \times 1,0 \times 90 \times 317/2 \times 0,01955 \times \sin^2 200,000 \text{ gr} + 3 \times 0,6 \times 1,2 \times 90 \times 130/2 \times 0,009 \times \sin^2 6,270 \text{ gr} + 9 \times 3,75 + 150 = 185 \text{ daN.}$$

$$F_{vy} = 3 \times 0,6 \times 1,0 \times 90 \times 783/2 \times 0,01955 \times \cos^2 0,000 \text{ gr} + 3 \times 0,6 \times 1,0 \times 90 \times 317/2 \times 0,01955 \times \cos^2 200,000 \text{ gr} + 3 \times 0,6 \times 1,2 \times 90 \times 130/2 \times 0,009 \times \cos^2 6,270 \text{ gr} + 9 \times 3,75 + 150 = 2038 \text{ daN.}$$

E por fim podemos calcular o Esforço Total:

$$F_t = F_{tx} + F_{ty} = 974 \text{ daN}$$

$$F_v = \text{máx. } (F_{vx}, F_{vy}) = 2038 \text{ daN}$$

$$F_T = F_t + F_v = 3012 \text{ daN.}$$

Para o Esforço Vertical temos que:

$$F_z = 3 \cdot \left( \sum_{i=1}^n \frac{w_i}{2} \cdot S_i \right) = 3 \times [(0,789/2 \times 783) + (0,789/2 \times 317) + (0,173/2 \times 130)] = 335,59 \text{ daN.}$$

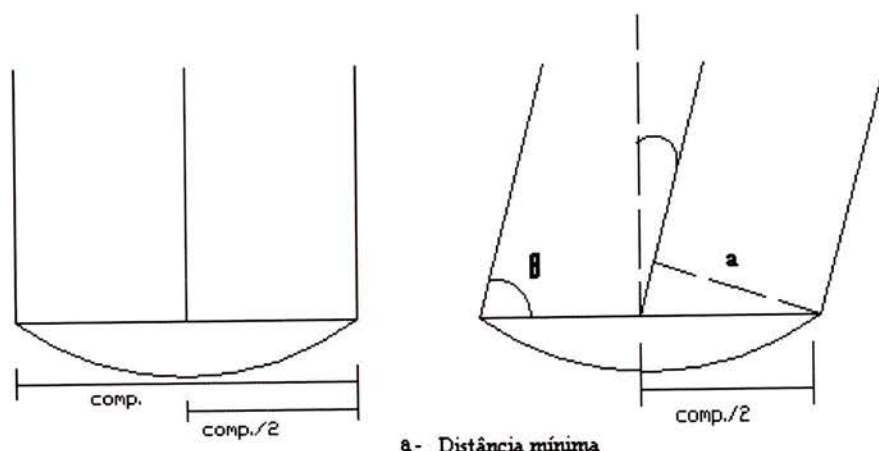
**Tabela 26.** Esforços em apoios metálicos (série RS)

| Apoio | Esforço máximo (horizontal) [daN] | Esforço máximo (vertical) [daN] |
|-------|-----------------------------------|---------------------------------|
| RS9   | 900                               | 500                             |
| RS15  | 1400                              | 650                             |
| RS22  | 2155                              | 1150                            |
| RS31  | 2995                              | 1835                            |
| RS42  | 4150                              | 2270                            |
| RS63  | 6275                              | 4080                            |
| RS94  | 9340                              | 6120                            |

Comparando os valores obtidos com os valores da tabela, verifica-se que um apoio do tipo RS42 ou um equivalente é suficiente para garantir estabilidade. O esforço total calculado é de 3012 daN, o RS42 suporta à cabeça 4150 daN. No que diz

respeito ao esforço vertical, a “folga” é ainda maior: 445,2daN >> 2270daN. O apoio existente, e um RS94. Está, sem dúvida, garantida a estabilidade e pode dizer-se que o apoio está sobredimensionado como, de resto, estão quase todos os apoios das linhas projectadas na EDP.

## Travessa



a - Distância mínima

**Figura 24.**

A travessa utilizada para a derivação é uma travessa do tipo G. Esta travessa tem um comprimento de 3,20m. Quando os condutores saem sem ângulo, ou seja, perpendiculares à travessa (1.<sup>a</sup> situação da figura 24), a distância entre condutores que esta travessa garante, é metade do seu comprimento (1,60m). No caso da linha em questão, os condutores fazem com a travessa um ângulo  $\theta$  (2.<sup>a</sup> situação da figura 24). Desta forma, a distância mínima é dada por:  $1,60 \times \sin(\theta) = 1,60 \times \sin(100\text{grad} - 6,27\text{grad}) = 1,5966$ . Como o ângulo é muito pequeno, a distância garantida pela travessa não é muito diferente ( $1,5966 \approx 1,6\text{m}$ ). A distância mínima entre condutores é garantida com segurança  $1,6 > 1,10\text{m}$ .

De seguida apresenta-se um resumo dos cálculos de estabilidade para os restantes apoios.

## Apoio n.º 1

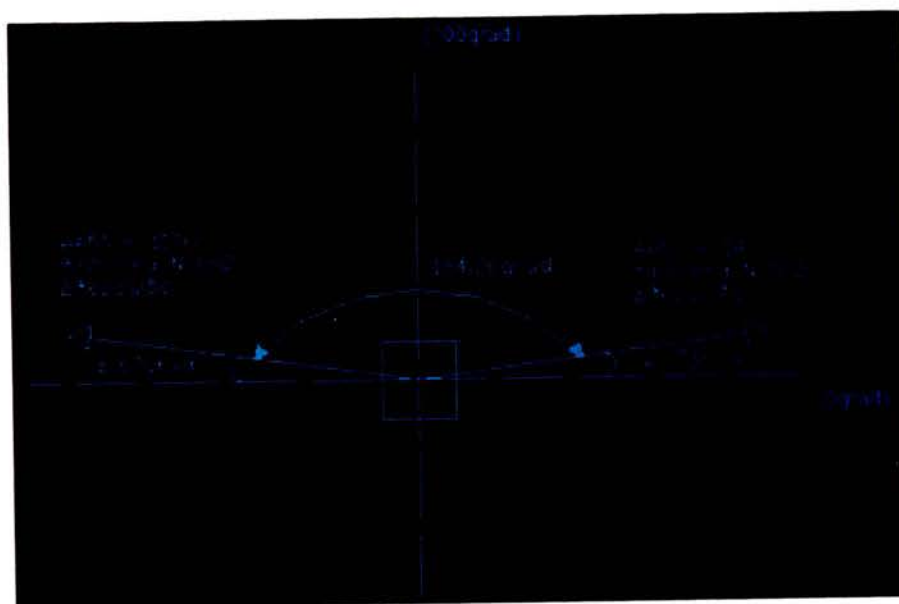


Figura 25.

$$F_{tx} = | 3 \times 49,48 \times 6 \times \cos 2,87 \text{ gr} + 3 \times 49,48 \times 6 \times \cos 197,13 \text{ gr} | = 0 \text{ daN.}$$

$$F_{ty} = | 3 \times 49,48 \times 6 \times \sin 2,87 \text{ gr} + 3 \times 49,48 \times 6 \times \sin 197,13 \text{ gr} | = 80 \text{ daN.}$$

$$F_{vx} = 3 \times 0,6 \times 1,2 \times 90 \times 147,5/2 \times 0,009 \times \sin^2 2,87 \text{ gr} + 3 \times 0,6 \times 1,2 \times 90 \times 130/2 \times 0,009 \times \sin^2 197,13 \text{ gr} + 6 \times 3,75 = 23 \text{ daN.}$$

$$F_{vy} = 3 \times 0,6 \times 1,2 \times 90 \times 147,5/2 \times 0,009 \times \cos^2 2,87 \text{ gr} + 3 \times 0,6 \times 1,2 \times 90 \times 130/2 \times 0,009 \times \cos^2 197,13 \text{ gr} + 6 \times 3,75 = 265 \text{ daN.}$$

O apoio escolhido, é um apoio metálico o F15 com 27 metros de altura. A escolha de um apoio metálico tem que ver com a altura do apoio. Para garantir as distâncias regulamentares e utilizar apenas mais um apoio até ao ponto de interligação era necessário subir os condutores. Não é frequente a utilização de apoios de betão com altura superior a 24 metros. A opção está, assim, justificada e o esforço total calculado é:

$$F_t = F_{tx} + F_{ty} = 80 \text{ daN}$$

$$F_v = \text{máx. } (F_{vx}, F_{vy}) = 265 \text{ daN}$$

$$F_T = F_t + F_v = 345 \text{ daN.}$$

Tabela 27. Dimensões da fundação

| Ref. do poste | a [m] | h [m] | ht [m] | l [m] | b [m] | e [m] | u [m] | Volume de escavação [m3] | Volume de betão [m3] |
|---------------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|--------------------------|----------------------|
| F15CM/27      | 0,20  | 2,20  | 2,40   | 2,00  | 0,35  | 0,05  | 0,10  | 8,924                    | 9,724                |

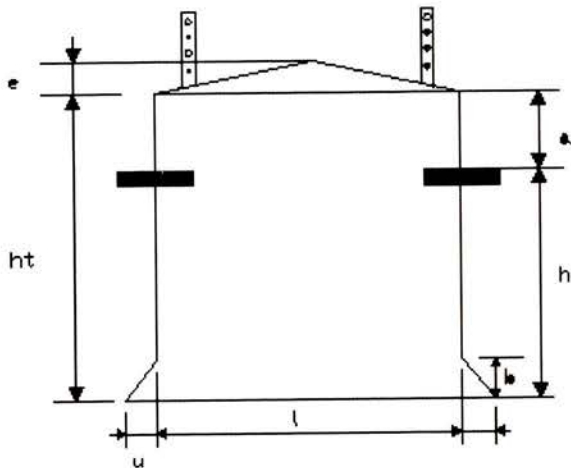


Figura. 26

Apoio n.º 2

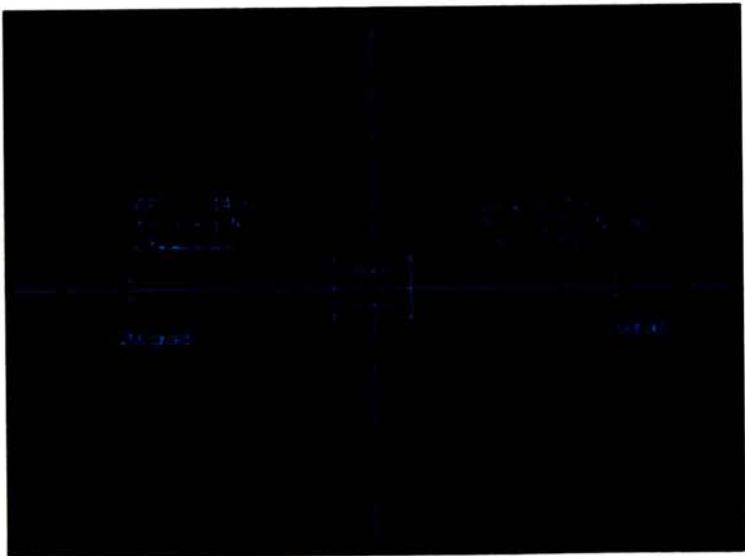


Figura 27.

## Cálculo dos esforços – Apoio de fim de linha

O Apoio de fim de linha tem um cálculo de esforços específico, no entanto para o apoio fim de linha com PT tem um tipo de apoio normalizado que é sempre utilizado – o TM04 2250 de 14 metros de altura (12 de altura útil). O exemplo aqui apresentado, não contempla nenhum apoio deste tipo.

Importa referir que, estando definido à partida o apoio de PT a utilizar, para garantir a sua estabilidade é necessário “jogar” com a localização do último apoio da linha. Desde logo, devido à altura do apoio do PT (14m), o comprimento do vão adjacente é limitado. Por outro lado, a tensão máxima de serviço neste vão, também está limitada ao esforço do apoio definido. Parece óbvio que, aplicando uma tensão de montagem reduzida, o esforço no último apoio não fica distribuído igualmente pelos 2 vãos, já que a tensão do vão a jusante pode ser muito superior à tensão do condutor no último vão. Nesta situação a orientação do apoio é a mesma que um apoio fim de linha.

Como se verifica, neste apoio, a tensão de um dos lados é reduzida, já que se pretende manter a estabilidade do apoio seguinte, o ponto final na interligação.

São apresentadas duas formas de cálculo para os esforços neste apoio que, está disposto em alinhamento.

### Cálculo 1 – tal como foi feito na ARTM

$$F_{tx} = | 3 \times 49,48 \times 2,5 \times \cos 0,00 \text{ gr} + 3 \times 49,48 \times 6 \times \cos 200,00 \text{ gr} | = 520 \text{ daN.}$$

$$F_{ty} = | 3 \times 49,48 \times 2,5 \times \sin 0,00 \text{ gr} + 3 \times 49,48 \times 6 \times \sin 200,00 \text{ gr} | = 0 \text{ daN.}$$

$$F_{vx} = 3 \times 0,6 \times 1,2 \times 36 \times 73/2 \times 0,009 \times \sin^2 0,00 \text{ gr} + 3 \times 0,6 \times 1,2 \times 36 \times 147,5/2 \times 0,009 \times \sin^2 200,00 \text{ gr} + 6 \times 3,75 = 23 \text{ daN.}$$

$$F_{vy} = 3 \times 0,6 \times 1,2 \times 90 \times 147,5/2 \times 0,009 \times \cos^2 0,00 \text{ gr} + 3 \times 0,6 \times 1,2 \times 90 \times 130/2 \times 0,009 \times \cos^2 200,00 \text{ gr} + 6 \times 3,75 = 215 \text{ daN.}$$

Hipótese 1 (vento segundo yy)

$$F_x = F_{tx} = 520 \text{ daN}$$

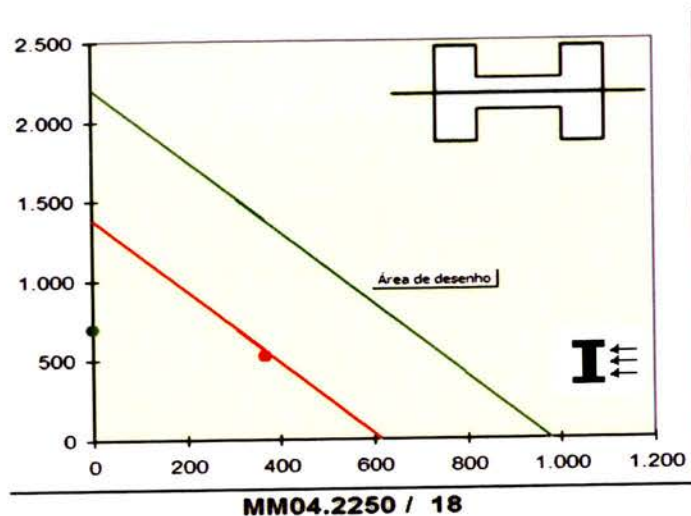
$$F_y = F_{ty} + F_{vy} = 215 \text{ daN}$$

Hipótese 2 (vento segundo xx)

$$F_x = F_{tx} + F_{vx} = 542 \text{ daN}$$

$$F_y = F_{ty} = 0 \text{ daN}$$

O apoio escolhido é um apoio de betão do tipo MM04.2250 /18.



## Cálculo 2 – como apoio fim de linha

Hipótese 1 (vento segundo perpendicular à linha)

- Esforço no sentido normal à linha (eixo yy)

$$F_y = 3 \cdot w \cdot S$$

$$F_y = 3 \times 0,6 \times 1,2 \times 36 \times 147,5 / 2 \times 0,009 = 51,507 daN$$

- Esforço no sentido da linha (eixo xx)

$$F_x = 3 \cdot T$$

$$F_x = 3 \times 6 = 18 daN$$

Os valores encontrados são bastante inferiores aqueles encontrados no primeiro cálculo. O apoio é sobredimensionado.

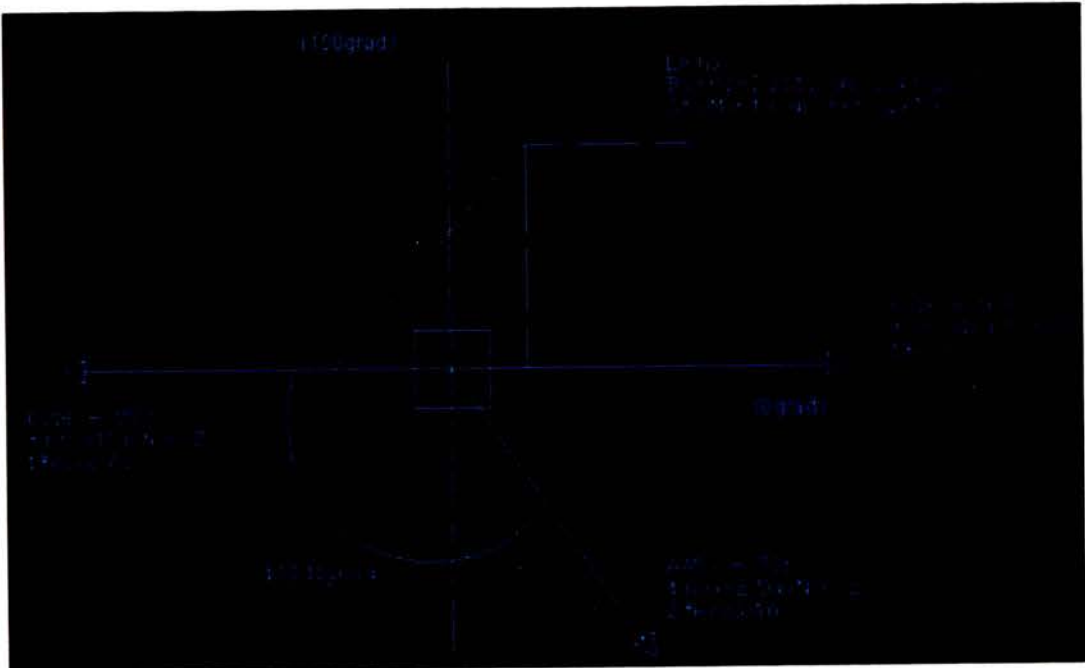
## Maciço e Travessa

O maciço normalizado para um poste deste tipo, com 18m de altura, tem um volume de  $3,67 m^3$ .

A travessa utilizada neste apoio é uma TAN60.

**Apoio de interligação**

(Apoio n.º1 do Ramal aéreo do Bairro – S. João de Lobrigos)



**Figura 28.**

Os dados do Ramal aéreo a 30kV existente, foram retirados do Arquivo 463 – Processo 1/6297.

**Tabela 28.**

| Apoio de derivação (apoio metálico) |            |            |           |                |              |          |              |
|-------------------------------------|------------|------------|-----------|----------------|--------------|----------|--------------|
| Nº do vão                           | Condutores |            |           |                |              |          |              |
|                                     | designação | secç.(mm²) | diam.(mm) | Tmáx.(daN/mm²) | escal. vento | gelo(mm) | Compr.do vão |
| 1                                   | CU16       | 15,89      | 5,10      | 10             | 1            | -        | 783          |
| 2                                   | CU16       | 15,89      | 5,10      | 10             | 1            | -        | 317          |
| 3                                   | AA50       | 49,48      | 9         | 6              | 2            | -        | 73           |

Resumo dos cálculos efectuados:

$$F_{tx} = | 3 \times 15,89 \times 10 \times \cos 0,000 \text{ gr} + 3 \times 15,89 \times 10 \times \cos 200,000 \text{ gr} + 3 \times 49,48 \times 2,5 \times \cos 331,1 \text{ gr} | = 184 \text{ daN.}$$

$$F_{ty} = | 3 \times 15,89 \times 10 \times \sin 0,000 \text{ gr} + 3 \times 15,89 \times 10 \times \sin 200,000 \text{ gr} + 3 \times 49,48 \times 2,5 \times \sin 333,1 \text{ gr} | = 322 \text{ daN.}$$

$$F_{vx} = 3 \times 0,6 \times 1,2 \times 75 \times 163/2 \times 0,0051 \times \sin^2 0,000 \text{ gr} + 3 \times 0,6 \times 1,2 \times 75 \times 150/2 \times 0,0051 \times \sin^2 200,000 \text{ gr} + 3 \times 0,6 \times 1,2 \times 90 \times 73/2 \times 0,009 \times \sin^2 333,1 \text{ gr} + 9 \times 3,75 + 150 = 232 \text{ daN.}$$

$$F_{vy} = 3 \times 0,6 \times 1,2 \times 75 \times 163/2 \times 0,0051 \times \cos^2 0,000 \text{ gr} + 3 \times 0,6 \times 1,2 \times 75 \times 150/2 \times 0,0051 \times \cos^2 200,000 \text{ gr} + 3 \times 0,6 \times 1,2 \times 90 \times 73/2 \times 0,009 \times \cos^2 333,1 \text{gr} + 9 \times 3,75 + 150 = 329 \text{ daN}.$$

### Esforço Total

$$F_t = F_{tx} + F_{ty} = 506 \text{ daN}$$

$$F_v = \text{máx. } (F_{vx}, F_{vy}) = 329 \text{ daN}$$

$$F_T = F_t + F_v = 835 \text{ daN}.$$

### Esforço Vertical

$$F_z = 3 \cdot \left( \sum_{i=1}^n \frac{w_i}{2} \cdot S_i \right) = 3 \times [(0,144/2 \times 163) + (0,144/2 \times 150) + (0,173/2 \times 73)] =$$

$$= 86,55 \text{ daN}$$

Verifica-se que a estabilidade do apoio RS9, apoio existente, está garantida. O esforço total calculado é de 835 daN, o RS9 suporta à cabeça 900 daN. No que diz respeito ao esforço vertical, a margem é grande: 86,55daN >> 500daN.

#### 4. Projectos de Loteamentos

Um loteamento é constituído por várias infra-estruturas, entre as quais a rede de distribuição de energia eléctrica. A rede de distribuição de energia é formada pela rede de Média Tensão, Postos de Transformação, rede de Baixa Tensão e Iluminação Pública. O projecto destas infra-estruturas, a cargo do Promotor do empreendimento, deverá obedecer a normas e regulamentos oficiais em vigor. Estes projectos, a partir do momento que chegam à EDP Distribuição, passam por uma fase de apreciação, cuja conformidade vai ditar o seu parecer.

A apreciação de projectos da EDP Distribuição é feita atendendo ao Guia Técnico de Urbanizações, documento que contém regras para a concepção, aprovação de ligação à rede dos projectos de loteamentos ou urbanizações de iniciativa privada ou promovidos por entidades públicas.

Na apreciação do projecto, há que ter em conta os seguintes aspectos:

- Constituição do processo, no que respeita à quantidade de exemplares, termo de responsabilidade, entidade que enviou os projectos, etc;
- Memória descritiva (constituição do loteamento/urbanização, orçamento e mapa de medições, etc.);
- Cálculos (potência total do loteamento/urbanização, potência atribuída a cada fogo e a cada lote, coeficientes de simultaneidade aplicados, etc.);
- Peças desenhadas (legendas e escalas claras e inequívocas, etc.);
- Características dos equipamentos, condutores e condições de estabelecimento.

À medida que a análise do projecto é efectuada, assinala-se o estado de conformidade de cada ponto e as observações que devem ser feitas após a análise, se houver alguma inconformidade é contactado o técnico responsável pelo projecto de forma a corrigir as não-conformidades que o projecto possa ter. Alguns exemplos de não-conformidades:

- Valores de corrente de curto-circuito ( $I_{cc}$ ) e de quedas de tensão ( $\Delta U$ ) não regulamentares;
- Utilização de materiais não normalizados ou desadequados;
- Coerência entre memória descritiva e peças desenhadas.

As plantas de urbanização normalmente incluem a rede de distribuição de BT, rede de MT (se existir), a rede de IP, os esquemas de armários, localização e esquemas do PT, entre outros.

Após observação do traçado da rede de distribuição de BT do loteamento /urbanização, deve ser conferido se o número e potência de: habitações, serviços comuns, comércio e de garagens coincidem com os valores anunciados na memória descritiva.

No que diz respeito aos PT's e a Armários, deve ser verificado se estão adequados ao local, se o material utilizado é de fornecedores homologados e se o seu projecto está segundo as normas em vigor.

#### **4.1. Análise de projecto de loteamentos**

Quando um empreendedor constrói um loteamento, tem que construir todas as infra-estruturas indispensáveis ao seu funcionamento: rede de águas e saneamento, rede de telecomunicações, rede de distribuição de electricidade (MT,BT,PT's e IP),rede de gás. Estas infra-estruturas construídas são entregues às entidades próprias que fazem a sua exploração, manutenção e as ligam as redes já existentes. As entidades restringem os materiais a usar por várias razões, entre as quais, de segurança e fiabilidade de material, maior facilidade de obter materiais para as obras e de resolução de avarias. Durante a construção de infra-estrutura são realizadas fiscalizações de tarefas que se considerem mais críticas. Quando a infra-estrutura é entregue a entidade correspondente são realizados vários testes e ensaios.

#### **4.2. Apreciação de projecto**

A EDP-Distribuição faz a análise do projecto segundo regras para apreciação de projectos (e segundo o Guia técnico de Urbanizações), onde estão descritas todas as características técnicas para os diversos elementos das redes de BT, MT, PT'S e IP devem ter, para cumprir requisitos regulamentares, normas da EDP e os documentos que o projecto deve ter. Na apreciação de cada projecto há que ter em conta vários aspectos como por exemplo:

- Constituição do projecto, no que respeita à quantidade de exemplares, termos de responsabilidades, entidade que enviou o projecto;
- Memória descritiva (constituição do loteamento/urbanização, potência atribuída a cada fogo, cada lote, coeficientes de simultaneidade);
- peças desenhadas dos equipamentos, condutores e condições de estabelecimento.

No final de cada análise é preenchida uma \*ficha de apreciação de projecto, onde se fazem as possíveis observações que, de seguida, serão informadas ao Técnico Responsável pelo projecto, no sentido de efectuar as devidas correcções. Nesta ficha de apreciação ou guia de análise, são apresentados os diversos elementos que um projecto de um loteamento deverá possuir para ser aprovado pela EDP:

- Constituição do Projecto;
- Materiais Homologados e Normalizados;
- Aspectos Regulamentares;
- Cálculos Eléctricos.

\*Ver ficha em anexo.

Assim que estiverem reunidas todas as condições, o projecto será aprovado.

#### **4.3. Material Homologado/ Normalizado**

Cabos normalizados nas redes BT

**Tabela 29.**

| Tipo Rede BT | Cabos Normalizados                                                                            |                                                          | Fabricantes                                                                                                                                |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|              | Rede distribuição                                                                             | Rede IP                                                  |                                                                                                                                            |
| Aérea        | LXS 5x 16<br>LXS 4 x25 + 2x 16<br>LXS 4 x50 + 2x 16<br>LXS 4 x70 + 2x 16<br>LXS 4 x95 + 2x 16 | LXS 2x 16<br>LXS 4x 16                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Alcobre</li> <li>- Cabelt</li> <li>- Celcat</li> <li>- Cunha Barros</li> <li>- Solidal</li> </ul> |
| Subterrânea  | LSVAV 4x 35<br>LSVAV 4x 50<br>LSVAV 4x 95<br>LVAV 2x 16<br>LVAV 2x 16                         | VAV 4x 10<br>VAV 3x 16 +10<br>LSVAV 2x 16<br>LSVAV 4x 16 |                                                                                                                                            |

|       |               | Iz (A) | 1,45*Iz (A) | If (A) | In (A) | Icc (A) | P (kVA) |
|-------|---------------|--------|-------------|--------|--------|---------|---------|
| VALA  | LSVAV 4x35    | 130    | 188,5       | 160    | 100    | 541     | 69,28   |
|       | LSVAV 4x50    | 150    | 217,5       | 200    | 125    | 600     | 86,60   |
|       | LSVAV 4x95    | 235    | 340,75      | 320    | 200    | 1200    | 138,56  |
|       | LVAV 3x150+70 | 310    | 449,5       | 400    | 250    | 1460    | 173,21  |
|       | LVAV 3x185+95 | 355    | 514,75      | 504    | 315    | 2050    | 218,24  |
| TUBO  | LSVAV 4x35    | 104    | 150,8       | 128    | 80     | 420     | 55,43   |
|       | LSVAV 4x50    | 120    | 174         | 160    | 100    | 541     | 69,28   |
|       | LSVAV 4x95    | 190    | 275,5       | 256    | 160    | 870     | 110,85  |
|       | LVAV 3x150+70 | 250    | 362,5       | 320    | 200    | 1200    | 138,56  |
|       | LVAV 3x185+95 | 285    | 413,25      | 400    | 250    | 1460    | 173,21  |
| AEREO | LXS 4x16+16   | 75     | 108,75      | 101    | 63     | 290     | 43,65   |
|       | LXS 4x25+16   | 100    | 145         | 128    | 80     | 420     | 55,43   |
|       | LXS 4x50+16   | 150    | 217,5       | 200    | 125    | 600     | 86,60   |
|       | LXS 4x70+16   | 190    | 275,5       | 256    | 160    | 870     | 110,85  |
|       | LXS 4x95+16   | 230    | 333,5       | 320    | 200    | 1200    | 138,56  |

**Figura 29.**

**Tabela 30.** Outros equipamentos homologados – fabricantes

| Equipamento                    | Fabricantes                                                          |
|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| Transformadores                | -Alston<br>-Efacec<br>-Siemens<br>-outros recepcionados              |
| Seccionadores                  | -Efacec<br>-Iso-Sigma<br>-Jayme da Costa                             |
| Interruptores-Seccionadores    | -Efacec<br>-Iso-Sigma<br>-Jayme da Costa                             |
| QGBT's                         | -Efacec<br>-Iso-Sigma<br>-Jayme da Costa<br>- Gigawatt<br>- Fimartel |
| Celas Modulares (SF6) – MT, BT | -Efacec<br>-Merlin Gerin<br>-Jayme da Costa                          |

#### 4.4. Cálculo eléctrico

##### a) Determinação da potência

Para se efectuar o dimensionamento das redes deve-se ter em conta as potências das instalações de utilização resultantes das disposições regulamentares aplicáveis, estando as mesmas afectadas pelo coeficiente de simultaneidade e de utilização.

As potências correspondentes às instalações residenciais ou de uso profissional são afectadas pelo coeficiente de simultaneidade, determinado da seguinte maneira:

$$f_s(n) = 0,2 + \frac{0,8}{\sqrt{n}}$$

Para canalizações principais:

$$f_s(n) = 0,5 + \frac{0,8}{\sqrt{n}}$$

Para comércios e outras instalações,

$n$  – é o número de instalações.

A corrente de serviço de cada ramal é:

$$I_s = \frac{S \times (f_s)}{\sqrt{3} \times U_c}$$

#### b) Quedas de Tensão

Atendendo ao artigo.9º do R.S.R.D.E.E.B.T., as variações de tensão em qualquer ponto da rede de distribuição não deverão ser superiores a  $\pm 8\%$  da tensão nominal sendo que, em centros urbanos recomenda-se uma variação máxima de 5%. O cálculo das quedas de tensão é efectuado troço a troço, sendo a queda de tensão na entrada da instalação de utilização, a soma de todos os troços que ligam a entrada até ao PT que a alimenta.

A queda de tensão pode ser calculada segundo a expressão:

$$\Delta U = \frac{P \cdot L}{U} * (R + tg(\varphi)) ,$$

Sendo:

U – tensão nominal da instalação

230 V para ramais monofásicos e 400 V para canalizações principais e ramais trifásicos.

P – potência

L – comprimento da linha (m)

R – resistência/fase

X – reactância /fase

$\varphi$  -ângulo de fase

O comprimento das saídas, aplicando os critérios anteriores, deverá ser o mais curto possível, inferior a 500 metros.

*Nota:* no cálculo da queda de tensão, utilizou-se a seguinte expressão aproximada (despreza-se a indutância, pois para Redes de Distribuição de Energia Eléctrica em Baixa Tensão, esta é muito baixa):

$$\Delta U = R_{20^\circ} (1 + \alpha(\theta_{\max} - 20)) * L * I_s$$

Sendo,

R<sub>20°C</sub> – resistência do cabo a 20°C (. / km)

$\alpha$  - Coeficiente de termoresistividade ( $^\circ C^{-1}$ )

$\theta_{\max}$  - Temperatura da alma condutora (70 °C)

L – comprimento do cabo (km)

I<sub>s</sub> – corrente de serviço (A)

A potência total a instalar em toda a urbanização acima mencionada foi calculada através da seguinte fórmula:

$$S_T = \sum S_{hab} \times f_s + \sum S_{sc} + \sum S_{ec} \text{ em que:}$$

$S$  – potência total a alimentar

$S_{hab}$  – Potência contratada por cada habitação

$f_s$  – Factor de simultaneidade global

$S_{sc}$  – Potência associada aos serviços comuns de cada bloco

$S_{ec}$  – Potência associada aos diversos estabelecimentos comerciais apresentados

#### c) Condição de aquecimento

A secção que verifica a condição de aquecimento corresponde a um cabo que tem um valor de corrente máxima admissível ( $I_z$ ), obtido através de tabelas de fabricantes de cabos eléctricos “Cabelte”, que verifica a seguinte inequação:

$$I_s \leq I_z$$

Este valor pode ser afectado por um factor de correcção, também fornecido pelos fabricantes, que diz respeito às situações em que os cabos estão enterrados em grupo.

#### d) Protecção contra sobrecargas

A protecção contra sobreintensidades será feita apenas com fusíveis colocados no quadro geral de baixa tensão de cada posto de transformação.

A previsão de situações de utilização excessiva dos circuitos (sobrecarga) leva à necessidade da protecção de tais defeitos, através da instalação dos referidos fusíveis.

De acordo com o artigo 128º do R.S.R.D.E.E.B.T., as características de funcionamento dos aparelhos de protecção em causa deverão satisfazer simultaneamente as seguintes condições:

$$I_s \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1.45 \times I_z$$

Sendo:

$I_n$  – intensidade nominal do aparelho de protecção;

$I_f$  – intensidade de corrente convencional de funcionamento do aparelho de protecção.

#### e) Protecção contra curto-circuitos

No dimensionamento das canalizações de uma instalação eléctrica devem ser previstos os valores para as correntes de curto-circuito nos diversos pontos da rede. Estes valores dependem, não só, das características das canalizações, como também são condicionados pela potência curto-circuito no ponto de interligação desta com rede de distribuição local.

A verificação desta protecção envolve dois aspectos:

- Poder de corte adequado do aparelho de protecção;
- Garantia de que o corte é realizado antes da deterioração, por efeitos térmicos, da canalização.

Da aplicação desta condição, decorre a necessidade de se proceder ao cálculo das correntes mínimas e máximas de curto-circuito, nos diversos circuitos constituintes da rede. Como elementos de protecção serão utilizados disjuntores.

Os disjuntores são caracterizados por apresentarem tempos de resposta aos curto-circuitos praticamente constantes (variação dos tempos de actuação, de apenas algumas milésimas de segundo, em face de uma corrente de curto-circuito máxima ou mínima).

Na selecção das protecções das canalizações, sendo esta realizada por disjuntores e considerando o exposto no parágrafo precedente, a intensidade de curto-circuito máxima, que surge como a mais desfavorável para a canalização, condicionará o limite máximo de tempo para actuação da protecção.

Os valores assumidos pelas correntes de curto-circuito mínimas servirão como objecto de teste à garantia de actuação da protecção face à menor das correntes de curto-circuito presumida. O valor desta corrente condiciona a escolha da curva de actuação da protecção.

A corrente de curto-circuito mínima corresponde a um curto-circuito fase-neutro, ocorrido no ponto mais distante da canalização:

$$I_{cc1-}^{\min} = \frac{0,95 \cdot U_s}{1,5 \times (R_f^{20^\circ C} + R_n^{20^\circ C})}$$

As correntes de curto-circuito máximas, correspondentes aos curto-circuitos trifásicos simétricos, e eventualmente aos curto-circuitos fase-neutro, no início das canalizações (próximas dos postos de transformação), serão calculadas respectivamente através de:

$$I_{cc3-}^{\max} = \frac{U_{pu}}{|Z_{eq_{pu}}|} \times I_{base}$$

Onde  $Z_{eq_{pu}}$  representa a impedância, em pu, da rede a montante, relativamente ao ponto de ocorrência do curto-circuito.

O tempo de fadiga térmica das canalizações para as correntes de curto-circuito fase-neutro no início da canalização será dado, por:

$$t_{ft} = \left( k \times \frac{S_{neutro}}{I_{cc1-}^{\min}} \right)^2$$

No final, procede-se à comparação dos tempos de fadiga térmica das canalizações com as curva característica de funcionamento do aparelho de protecção, assim é possível verificar a satisfação, ou não, da condição de curto-circuito, que consiste em:

$$\begin{cases} t_{protecção} \leq t_f \\ t_{protecção} < 5s \end{cases}$$

Na aplicação da condição de curto-circuito, no dimensionamento das canalizações e protecções, deverá ser observado o disposto no art. 580º do RSIUEE e no art. 130.º do RSRDEEBT.

No que concerne ao poder de corte e de acordo com o art. 571.º do RSIUEE, os aparelhos destinados a assegurar a protecção contra curto-circuitos deverão ter

poder de corte, pelo menos, igual à corrente de curto-circuito máxima previsível no ponto da instalação em que são instalados os aparelhos.

De acordo com a normalização corrente, o poder de corte é entendido como a corrente inicial simétrica de curto-circuito, quando a protecção é realizada por disjuntores.

#### f) Protecção de Pessoas contra Contactos Indirectos

A protecção de pessoas contra os contactos indirectos, será feita nos termos da alínea a) do n.º 2 do art. 598º do R.S.I.U.E.E., que estabelece a forma de protecção através da ligação directa das massas à terra e emprego dum aparelho de corte associado. Nos termos referidos nos comentários do ponto 2 do mesmo artigo, esse aparelho de corte deverá ser de corte automático por sensibilidade à corrente diferencial residual. O procedimento supra referido está de acordo com o art. 452º do R.S.I.U.E.E., ao definir que nos estabelecimentos recebendo público, a protecção de pessoas deverá ser efectuada pelo emprego de aparelhos de protecção sensíveis à corrente diferencial residual.

O regime de neutro a adoptar para esta instalação de utilização será o regime TT: o neutro encontra-se ligado à terra de serviço no posto de transformação e as massas metálicas susceptíveis de ficarem sob tensão são ligadas directamente à terra de protecção. Este sistema implica a existência de duas terras, a terra de serviço e a terra de protecção e tem como exigências operacionais o controlo frequente das condições de disparo dos aparelhos diferenciais e o controlo dos sistemas da terra de protecção das massas (art. 599º a 601º do R.S.I.U.E.E.), medindo o seu valor regularmente. Existirá um circuito de terra de protecção único, o qual permite a ligação das massas à terra de toda a instalação eléctrica de utilização.

## 5. PRPBT

São enviados para análise do PRPBT todos os pedidos que satisfaçam, pelo menos, uma das seguintes condições:

- Pedido que envolva a construção de mais de 150 metros de canalização subterrânea ou 250 metros de rede aérea (incluindo elementos de uso exclusivo);
- Pedido localizado em zona não servida e fora da zona de expansão.
- Pedido que não possa ser satisfeito em boas condições técnicas (carga e queda de tensão) a partir do PT existente;
- Pedido localizado a mais de 1000 metros do PT (distância medida sobre a rede existente);
- Potência requisitada superior a: 1
- 100 kVA, no caso o pedido se localize em cidades cuja potência de referência seja 100 kVA;
- 50 kVA, caso o pedido se localize nas restantes cidades ou vilas e a potência de referência do local seja 50 kVA;
- 20,7 kVA, caso o pedido se localize nas restantes localidades.
- Potência prevista no respectivo projecto de infra-estruturas de Energia Eléctrica, tratando-se de prédios incluídos em Urbanizações ou Loteamentos.

No Planeamento, são utilizadas 3 “ferramentas” essenciais:

- O DPLAN;
- O INVESTE;
- O REBATE.

O INVESTE é uma folha de cálculo, cuja entrada de dados inclui a quantificação das grandezas físicas associadas aos objectivos (determinação de benefícios) e, para isso, esta folha de cálculo recorre aos custos unitários das obras tipificadas na Distribuição. O INVESTE segue a metodologia do cálculo económico do ASCI e determina, de forma expedita, os resultados económicos das diversas alternativas definidas para o estudo, permitindo seleccionar a que tiver os melhores, dos referidos indicadores económicos medidos.

O REBATE (Programa de cálculo de apoio ao dimensionamento de Redes BT) é um programa criado para estudar e dimensionar redes de BT, remodelação de redes de BT e ligação a novos clientes.

O programa permite fazer uma constante avaliação técnico-económica, garantindo a rentabilidade e adequação de todos os investimentos realizados.

Sob o ponto de vista técnico, na folha de Saída de Resultados do programa são disponibilizados os diversos cálculos efectuados. O modelo de cálculo verifica, por exemplo, se as intensidades máximas dos cabos escolhidos são respeitadas, assinalando os casos de violação. Nestes casos, o projectista é alertado da necessidade de proceder à alteração da secção nos ramos em que se verifica a transgressão. Além disso, é possível obter informação acerca do valor das quedas de tensão em qualquer ponto da rede a estudar.

O DPlan é um software de planeamento para sistemas de distribuição. Este *software*, desenvolvido para a EDP, é vocacionado para a expansão do sistema de distribuição. A aplicação Dplan, permite reconfigurar a rede, adicionar novos ramos, novos transformadores, e outros elementos que constituem a rede e decidir e, decidir

entre as várias situações possíveis, aquela que será a solução óptima. Para isso, o programa simula milhares de tráfegos de potência (pelo Método DC) ao que associa uma combinação de diversos critérios que envolvem o custo de investimento, perdas de energia, índices de fiabilidade e outros padrões de configuração da rede.

*Caso de estudo*

O estudo apresentado como exemplo, teve na sua origem a reclamação de um cliente que acusava quedas de tensão. A equipa de serviço deslocou-se ao local e, com o auxílio do Electroorder (aparelho de medida da qualidade da onda), retirou as tensões, e respectivas durações, registadas nesse ponto durante uma semana. Para além das tensões, a equipa faz também um levantamento da rede existente.

Recorrendo ao REBATE calcula-se, para a situação existente, o valor máximo de queda de tensão. O valor obtido é de 24,46%.

*Segundo do regulamento da qualidade de serviço, para um período de uma semana, 95% dos valores de tensão, devem situar-se na gama de  $\pm 10\%$  da tensão nominal de entrega (230V).*

Analisando os registos de tensões, o cenário actual é caracterizado pelos seguintes valores:

**Tabela 31.**

| Cenário Actual           |         |
|--------------------------|---------|
| $\Delta U_{m\acute{a}x}$ | 19,13 % |
| $\Delta U_{95\%}$        | 12,13 % |
| $U_{m\acute{i}n}$        | 186,0 V |
| $U_{m\acute{a}x}$        | 235,0 V |

A partir deste cenário, no Dplan, estudam-se as alternativas possíveis

**Substituição**

A primeira alternativa a analisar, é aquela que vem proposta da Unidade de Rede. A UR 04TM, propõe a seguinte alternativa:

**Tabela 32.**

| Alternativa 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Descrição:</b> Novo PT AS 100kVA junto à caixa X-0200 (ramal c/ 115 m), com 2 saídas BT (80m de LXS70). Estabelecimento de uma interligação a cabo LXS70 entre X-0198 e X-0200 (40 m). Substituição dos cabos LXS16 por LXS70 em parte do ramal derivado de X-0196, e no "feeder" entre X-0199 e X-0202 (1409 m); |

Com o INVESTE e o REBATE, calcula-se o investimento e os indicadores associados a esta proposta:

| Alternativa<br>1 | Investimento<br>Total (€) | Relação<br>Benefício/Custo | TRI (%) | $\Delta U_{\max}$ (%) |
|------------------|---------------------------|----------------------------|---------|-----------------------|
|                  | 20.930                    | 3,58                       | 35,90   | 9,78                  |

**Tabela 33.** Alternativa 2, proposta no PRPBT:

| Alternativa 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                            |         |                       |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|---------|-----------------------|--|
| <b>Descrição:</b> Descrição: Novo PT AS 100kVA no local indicado (ramal c/ 250 m), com 2 saídas BT (80m de LXS70). Estabelecimento de uma interligação a cabo LXS70 entre X-0198 e X-0200 (40 m). Substituição dos cabos LXS16 e LXS25 por LXS70 em parte do ramal derivado de X-0196, entre o novo PT e X-0198 e, entre X-0202 e X-0203 (1013 m); |                            |         |                       |  |
| Investimento<br>Total (€)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Relação<br>Benefício/Custo | TRI (%) | $\Delta U_{\max}$ (%) |  |
| 21.231                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 3,52                       | 35,29   | 8,73                  |  |

Perante as duas situações estudadas, o Planeamento opta por propor como solução a alternativa 1, aquela proposta pela UR. Em anexo, encontram-se todos os elementos de estudo para este caso: registo de tensões no Electrocarder (aparelho de utilizado no registo de tensões), a configuração da rede no Dplan, as fichas de Projecto de Investimento.

## 6. Manutenção nas Linhas de Média Tensão

Compete ao Departamento de Manutenção efectuar as acções de Manutenção Preventiva nas LMT. A periodicidade destas acções depende da hierarquia da linha. A hierarquização das linhas é feita em função do seu Índice Criticidade (Ic). Estão definidos 3 escalões, por ordem descendente de criticidade, A, B e C. Para esta classificação, ou seja, para o cálculo do Ic, considera-se os seguintes critérios:

- Factores ambientais – este critério traduz a maior ou menor exposição de cada linha a agentes ambientais adversos ao longo do seu traçado.
- Importância dos clientes – este critério traduz a importância da linha em função das instalações que alimenta (PTC's e PTD's), na situação de configuração normal de exploração.
- Ponta Máxima Anual Assíncrona – traduz a importância da linha, do ponto de vista de potência fornecida na situação de configuração normal de exploração. A classificação será feita em função dos valores da ponta máxima assíncrona, verificados anualmente, expressos em MVA.
- Reserve Activa – este critério traduz o nível de recurso da linha em causa, ou seja, as alternativas existentes para continuar a alimentar as carga normais com a linha fora de serviço.

### 6.1. Manutenção Preventiva Sistemática (MPS)

Em linhas Aéreas MT

As acções de MPS a levar a cabo em Linhas Aérea MT são as seguintes:

- Inspeção Visual pelo Solo;
- Inspeção Visual e Termografia.

#### 6.1.1. Descrição da Inspeção Visual pelo Solo

Observação visual de todos os componentes das LA MT, a partir do solo (apoio a apoio e vão a vão), identificação de anomalias e situações anti-regulamentares e atribuição do grau de prioridade com que devem ser reparadas. Medição de terra dos apoios com dispositivos de manobra com recurso a Pinça, sem necessidade de interrupção do circuito de terra e sem necessidade de contagem de eléctrodos auxiliares.

#### 6.1.2. Descrição da Inspeção Visual e Termografia

Observação visual de todos os componentes das LA MT no troço principal e termografia de todas as ligações eléctricas, assim como dos dispositivos de manobra instalados nas suas derivações, com recurso a equipamento especial de medida e registo, identificação de anomalias, situações anti-regulamentares e pontos quentes e atribuição do grau de prioridade com que devem ser reparadas. Pode ser realizada por via aérea (helicóptero) ou pelo solo.

A Prioridade é escolhida em função da gravidade da anomalia de acordo com os seguintes critérios:

- Anomalias graves com forte probabilidade de originar, no curto prazo, uma avaria com interrupção de corrente;
- Anomalias de média gravidade que não evoluam, no curto prazo, para uma situação de risco de avaria;
- Anomalias menos graves que não ponham em risco a segurança das instalações e pessoas.

**Tabela 34.** Periodicidade das acções de MPS

| Acções                                                                                         | Periodicidade (anos) |   |   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---|---|
|                                                                                                | A                    | B | C |
| Inspecção Visual pelo Solo (inclui a medição de terras dos apoios com dispositivos de manobra) | 1                    |   |   |
| Inspecção Visual e Termografia (apenas dos troços principais)                                  | 2                    | 3 | - |

## Cabos Subterrâneos MT

A única acção de manutenção preventiva sistemática prevista para os cabos subterrâneos MT consiste na inspecção visual das caixas terminais de fim de cabo secos e nos cabos a óleo.

Esta vigilância é feita nas Subestações e nos Postos de Transformação, aquando das Inspeções das referidas instalações, pelo que não se consideram outras acções de manutenção específicas.

## 6.2. Manutenção Preventiva Condicionada (MPC)

A Manutenção Preventiva Condicionada consiste na resolução das anomalias detectadas no âmbito das acções de MPS, nomeadamente nas, Inspecção Visual pelo solo e Inspecção Visual e Termografia. Exemplos de MPC em Linhas Aéreas MT são: a limpeza de faixas (corte/decote de árvores), a marcação dos apoios, a melhoria de terras, substituição de isoladores, etc.

Os prazos máximos de resolução dessas anomalias, em função das prioridades, são os seguintes:

**Tabela 35.**

| Prioridades                | 1        | 2   | 3   |
|----------------------------|----------|-----|-----|
| Prazos de Resolução (dias) | Imediata | <15 | <60 |

### 6.3. Manutenção por Avaria

A manutenção por Avaria está associada à ocorrência de incidentes definitivos nas LMT, envolvendo a localização e a reparação de avarias.

No caso de se verificarem disparos não definitivos da Linhas MT, normalmente eliminados pelas religações automáticas ou manuais, dever-se-á providenciar a realização de um Inspeção por Disparos como objectivo de se detectar as causas que estiveram na sua origem. A decisão de realizar estas Inspeções po Disparos e a sua amplitude (linha integral, parte da linha) depende muito do conhecimento da Condução do Centro de Manobras.

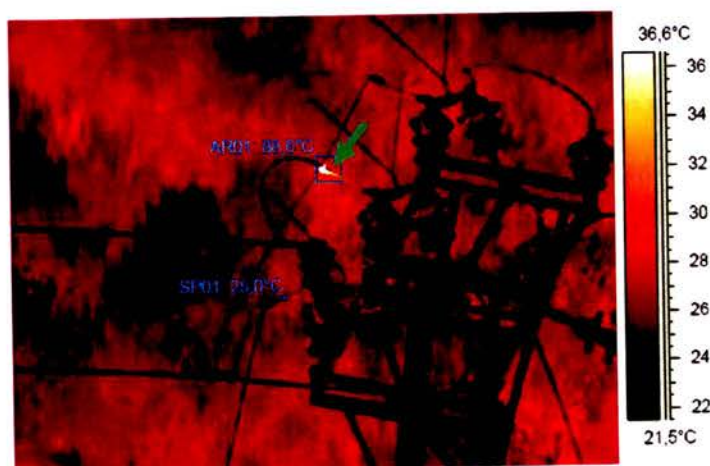


Figura 30. Termografia de um seccionador

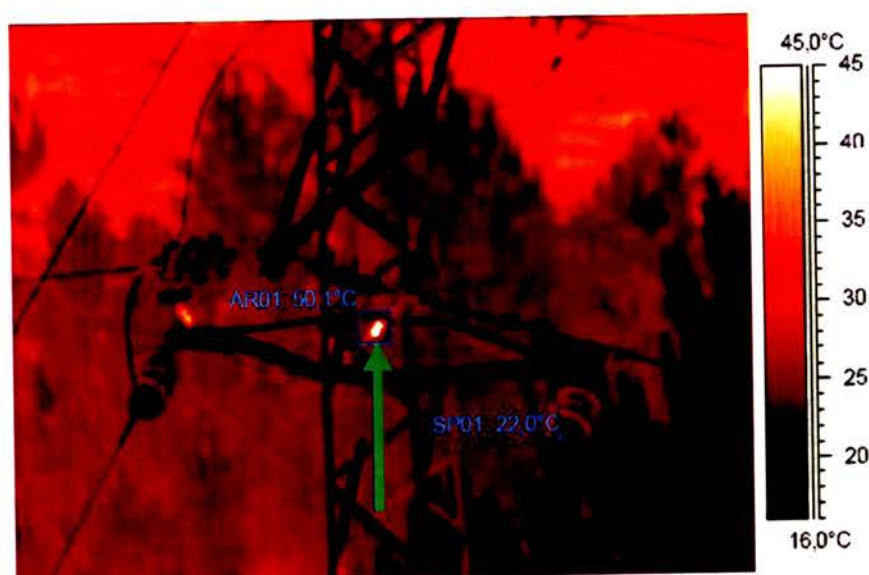


Figura 31. Termografia de um apoio

## 6.4. Trabalhos em Tensão

Para executar Trabalhos em Tensão, existem regras que devem ser respeitadas pelos elementos das equipas que sejam chamados a intervir nas instalações, independentemente das regras específicas aplicáveis a cada um dos equipamentos e ferramentas utilizados (as regras respeitantes a cada um dos equipamentos e ferramentas constam de Fichas técnicas).

No presente relatório, apresenta-se de forma resumida os métodos de trabalho TET, aplicados separadamente ou de forma combinada.

### 6.4.1. Método à distância

Esta Metodologia TET caracteriza-se pelo facto dos executantes, com excepção dos casos em que utilizarem dispositivos de protecção apropriados e homologados, se posicionarem para além da Distância Mínima de Aproximação, intervindo nas peças em tensão com o auxílio de ferramentas fixadas na extremidade de varas ou de cordas, dotadas de isolamento apropriado ao nível de tensão em que estejam a intervir.

A Distância Mínima de Aproximação (D), é a distância mínima no ar, medida em relação a peças condutoras (tais como condutores activos ou estruturas condutoras), cujo potencial seja diferente do potencial do executante, considerado ao potencial da terra, composta pela soma das seguintes parcelas:

A Distância de tensão (t), é a distância dada, na ausência de dispositivos de protecção apropriados ou da colocação das peças condutoras fora do alcance do executante, pela expressão seguinte:

$$t = 0,005.U_n$$

Em que:

$t$  - é a distância de tensão, em metros, e arredondada ao decímetro mais próximo, com o mínimo de 0,10 m para a MT.

$U_n$  - é a tensão nominal da instalação, expressa em kV.

A Distância de guarda (g) é a distância destinada a libertar o executante da preocupação permanente de respeitar a Distância de tensão, com vista a evitar as consequências dos seus gestos involuntários e de lhe permitir consagrar toda a sua atenção à execução do trabalho propriamente dito. Para a MT, a Distância de guarda g, é de 0,50 m.

### 6.4.2. Método ao contacto

Esta Metodologia de Trabalho em Tensão caracteriza-se pelo facto dos executantes penetrarem na zona situada entre a Distância Mínima de Aproximação e as peças nas quais vão intervir, com recurso a equipamento de protecção (luvas e protectores de braços isolantes) dotados de isolamento apropriado ao nível de tensão das peças em que estejam a intervir.

### 6.4.3. Método ao potencial

Esta Metodologia TET, caracteriza-se pelo facto dos executantes intervirem nas peças em tensão, colocando-se intencionalmente ao potencial dessas peças. Os executantes devem, neste método de trabalho, manter na ausência de protecções apropriadas, uma distância não inferior à Distância Mínima de Aproximação em relação a todas as peças situadas na sua proximidade e que estejam a potenciais diferentes do seu. A referida distância deve ser mantida não só em relação aos executantes propriamente ditos (corpo), mas igualmente em relação aos equipamentos, às ferramentas e às peças condutoras que tenham que manipular. Durante a sua transferência do potencial d terra para o potencial das peças e em tensão e vice-versa, os executantes não estão ligados a nenhum potencial, pelo que estão a potencial flutuante.

Entende-se como Potencial flutuante, o potencial das peças condutoras (ou das partes de uma instalação) que estejam sem qualquer ligação eléctrica com outras peças condutoras a potencial fixo.

### 6.4.4. Método global

Nesta Metodologia TET, os executantes podem combinar os três Métodos usuais, em cima referidos.

Os Trabalhos em Tensão só são permitidos nas Redes MT cujas sobretensões não sejam superiores a:

- 72,2 kV de pico;
- 45 kV à frequência industrial.

### 6.4.5. Regime especial de exploração

Sempre que há uma intervenção TET, a Rede passa a um Regime Especial de Exploração (REE). Este regime destina-se a limitar as consequências de um eventual incidente eléctrico na zona de trabalhos, adoptando-se medidas destinadas a conhecer-se, com precisão, o REE em que se encontra a instalação em que se está a intervir.

Nas subestações, a colocação da instalação em REE pode ser efectuada localmente ou por meio de telecomando, a partir do Centro de Comando.

Existem dois Regimes Especiais de Exploração: A ou B.

#### Regime Especial de exploração A

A colocação em regime A, provoca os seguintes efeitos:

- O disparo automático do disjuntor que protege a zona de trabalhos, em caso de ocorrência de um defeito na instalação onde o trabalho decorre;
- Supressão de todas as religações automáticas da saída afectada pelo trabalho;
- A eliminação das temporizações das protecções selectivas dessa saída;

- A orientação em prioridade para a saída afectada, da ordem de disparo dada pelo dispositivo detector de “terras resistentes” do transformador onde está ligada a referida saída. O disparo dessa saída deve ser temporizado, no máximo, para um tempo de 1,5 segundos.

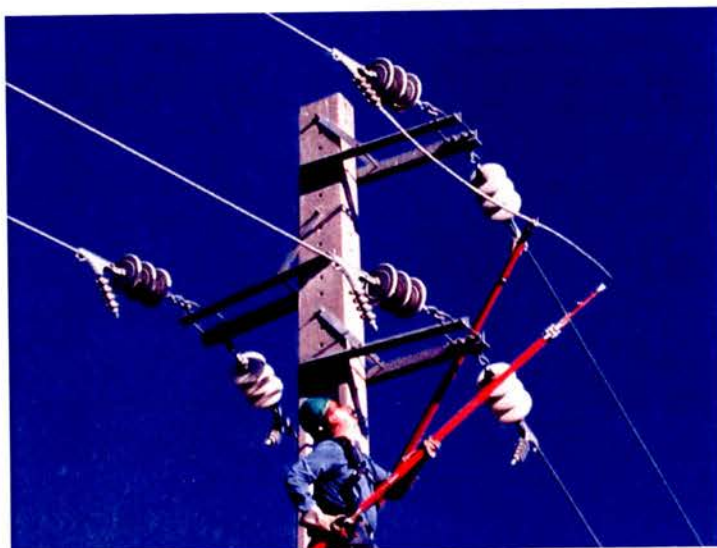
### Regime Especial de exploração B

A colocação em regime A, provoca os seguintes efeitos:

- O disparo automático dos disjuntores que protegem a zona de trabalhos, em caso de ocorrência de um defeito na instalação onde o trabalho decorre;
- A supressão de todas as religações automáticas da saída afectada pelos trabalhos;
- A eliminação das temporizações das protecções selectivas dessa saída;
- A orientação em prioridade para as saídas afectadas, da ordem de disparo dada pelo dispositivo detector de “terras resistentes” do transformador onde estão ligadas as referidas saídas. A temporização das protecções relativas a essas saídas deve ser eliminada.

Salvo no caso de algumas excepções, a escolha do regime tem em conta o seguinte:

- O regime B é concebido para o caso em que a operação consiste em ligar (ou separar) electricamente duas saídas alimentadas pelo mesmo transformador AT/MT ou MT/BT;
- O regime A é concebido para as outras operações, com excepção das que conduzam ao estabelecimento ou à supressão da ligação entre transformadores.



**Figura 32. Ilustração TET**

## Exemplos de Aplicação dos REE

| Operação a realizar                                                                                                                                                                                                                                                                                | Ref. 1) | REE       | Disposições particulares a tomar                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Manutenção da instalação                                                                                                                                                                                                                                                                           | 1<br>2  | A<br>A 2) | Nenhuma                                                                                                                                                                                                                                            |
| Ligação (ou desligação) de um ramal                                                                                                                                                                                                                                                                | 3<br>4  | A 3)<br>A | 4)<br>Assegurar que, caso H dispare, não existe a possibilidade de religar automaticamente 4)                                                                                                                                                      |
| Colocação ou retirada de um curto-circuitador aos terminais do disjuntor E                                                                                                                                                                                                                         | 5       | A         | Tomar as disposições necessárias para impedir a abertura de E                                                                                                                                                                                      |
| Estabelecimento (ou supressão) de uma ligação em paralelo entre dois ramaís                                                                                                                                                                                                                        | 6       | A         | Caso existam um ou mais fusíveis em série na parte da rede a fechar em anel (ou já fechada), a operação <b>é proibida</b>                                                                                                                          |
| Estabelecimento (ou supressão) de uma ligação em paralelo entre dois ramaís, quer a operação seja feita na linha, quer o seja na proximidade dos terminais a jusante dos disjuntores G e H (caso dos trabalhos preparatórios para a tomada da carga de G por H, por exemplo)                       | 7       | A         | Tomar as disposições necessárias para impedir a abertura de H e colocar fora de serviço as protecções e os automatismos de G. Caso existam um ou mais fusíveis na parte do circuito a fechar em anel (ou já fechada), a operação <b>é proibida</b> |
| Estabelecimento (ou supressão) de uma ligação em paralelo de duas linhas originárias de saídas diferentes, quer a operação seja feita nas linhas ou na proximidade dos terminais a jusante dos disjuntores C e D (caso dos trabalhos preparatórios para a tomada da carga de D por C, por exemplo) | 8       | B 5)      | Caso existam um ou mais fusíveis em série nas linhas entre o ponto da operação e as saídas C e D, a operação <b>é proibida</b>                                                                                                                     |
| Estabelecimento (ou supressão) de uma ligação em paralelo de duas linhas originárias de saídas diferentes                                                                                                                                                                                          | 9       | B 5)      | Colocar fora de serviço as protecções e os automatismos de F e G; caso existam um ou mais fusíveis em série nas linhas entre o local de operação e as saídas C e D, a operação <b>é proibida</b>                                                   |
| Manutenção de equipamentos da rede ou implantação ou retirada de um apoio da linha                                                                                                                                                                                                                 | -       | A         | Nenhuma                                                                                                                                                                                                                                            |

1) - Referência assinalada no desenho anexo.

2) - Disjuntor Religador F.

3) - Disjuntor Religador J.

4) - Uma duração de operação superior a 1,5 s pode provocar o disparo da saída.

5) - Para cada uma das saídas.

## 7. Contagem - telecontagem

A telecontagem na EDP, surge como resposta ao aumento de competitividade na área do fornecimento de energia eléctrica, provocado pela liberalização do sector energético. O sistema de telecontagem é o suporte de base para a recolha e o processamento de dados associados ao fluxo de energia necessários para as liquidações dos relacionamentos comerciais entre as várias entidades do SEN. É composto por um conjunto de equipamentos locais que efectuem a contagem de energia transaccionada e que garantem a memorização remota dos respectivos valores em períodos de integração determinados. Na EDP, este período é de 15 minutos. Estes equipamentos locais são dotados de capacidade de comunicação entre si e com equipamentos centrais que efectuem a recolha centralizada da informação e subsequente tratamento, nomeadamente para efeitos de facturação.

Um sistema de telecontagem é, regra geral, constituído por transformadores de medição, contadores, unidades remotas de telecontagem e respectivas ligações.

Os contadores utilizados, são contadores estáticos. Esta designação prende-se com a própria concepção deste tipo de contador. É abandonado o contador que utilizava o mesmo princípio do motor de indução, constituído por um disco de alumínio, um conjunto de bobinas (de tensão e de corrente), um íman de frenagem, um integrador e uma caixa (base e tampas) selada. Nos contadores estáticos, as grandezas analógicas de corrente e tensão são inicialmente transformadas por divisores internos e, seguidamente, transformados em grandezas digitais. Estas grandezas são então filtradas e processadas, sendo convertidas em impulsos proporcionais à energia.

Os contadores estáticos possibilitam uma substancial melhoria na medição de energia eléctrica. Desde logo, elimina-se um conjunto de equipamentos já que um só equipamento permite a medição de energia activa reactiva em ambos os sentidos (produção e consumo), por outro lado são mais exactos (classe 0,2) e ainda permitem a utilização de tarifários de maior complexidade.

Resumindo, a utilização destes contadores, associados à telecontagem, permite uma melhor gestão de consumos e uma maior eficiência de operação.

As redes de comunicação utilizadas são:

- Rede fixa analógica (PSTN);
- GSM (Global System for Móvil ou Rede móvel digital).

Actualmente, a implementação da teleleitura em todos os clientes MT, utiliza a comunicação GSM.

É possível ligar os contadores com 1 ou 2 Transformadores de Tensão (TT) e com 2 ou Transformadores de Corrente (TI). As três formas possíveis de associar os Transformadores de medida são:

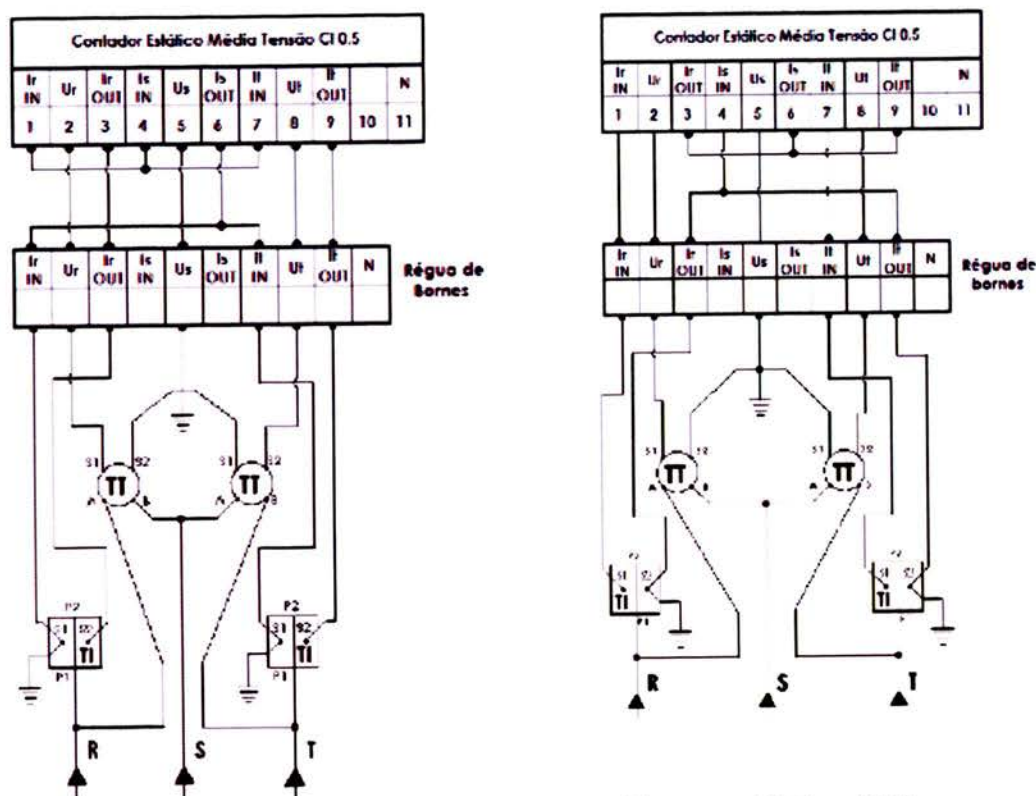


Figura 32. Ligação dos contadores estáticos com 2 TT's e 2 TI's

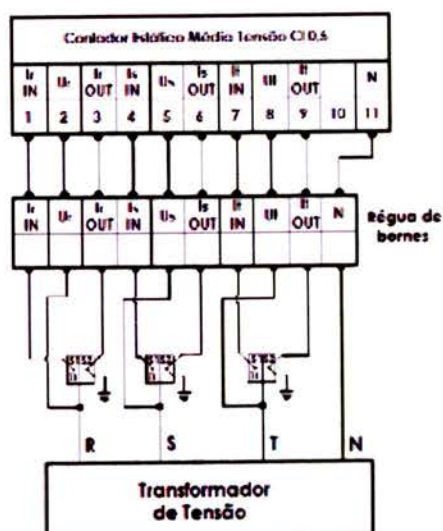
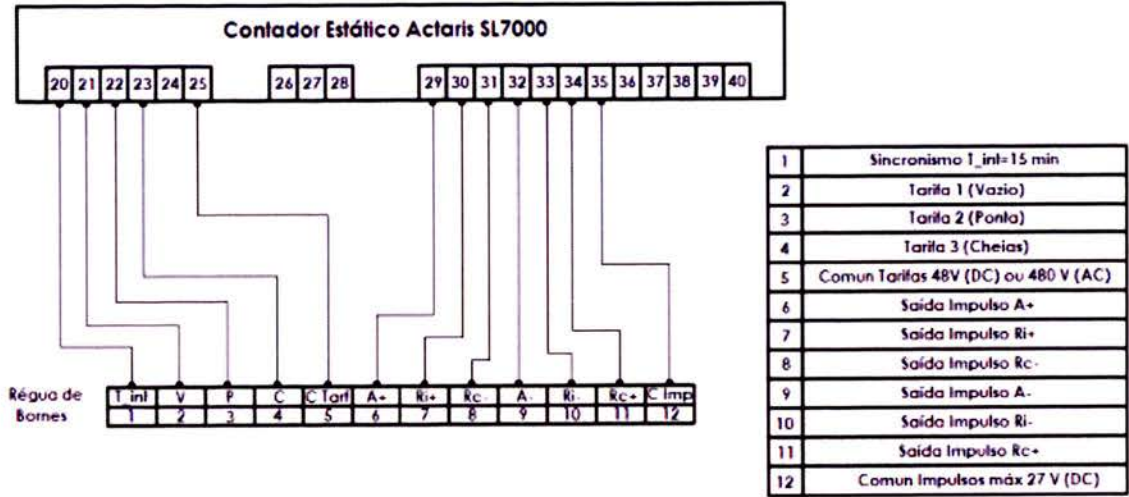


Figura 33. Ligação dos contadores estáticos com 1 TT e 3 TI's

Para possibilitar aos clientes que pretenderem uma gestão mais eficiente da energia, o contador estático relaciona o tarifário do cliente com os dados fornecidos pelo contador procedendo, eventualmente, ao deslastre de carga. Todos os perfis de consumo são disponibilizados através de sinais secos. Cada fabricante fornece os respectivos esquemas de ligação para a disponibilização de sinais secos.



**Figura 34.** Sinais secos do contador

**7.1 Ligações de Modems e Contadores**

A EDP instala, no âmbito da telecontagem, contadores trifásicos de 5 fabricantes. Cada contador tem um modem acoplado, sendo possível fazer várias associações modem/contador, desde que as ligações sejam correctas e os cabos utilizados sejam adequados.

**Tabela 36.**

|                   |                                     |
|-------------------|-------------------------------------|
| Actaris           | EC24 PSTN                           |
| TeleComController | Contar                              |
| Sony Ericsson     | GT47                                |
| Wave Com          | M1206                               |
|                   | M1306i                              |
|                   | M1306B (c/conversor de alimentação) |
| Iskra             | P2CA (PSTN)                         |
|                   | P2CA (GSM)                          |
| Siemens           | Tc 35i                              |
| Janz              | Elster (PSTN)                       |
|                   | Elster (GSM)                        |
| Landis + Gyr      | CU-M20 PSTN                         |
|                   | CU - M22 PSTN                       |
|                   | CU -M2 PSTN                         |
|                   | CU - M2 GSM                         |
|                   | CU -M22 GSM                         |

**Tabela 37.**

|                      |        |
|----------------------|--------|
| ACTARIS              | SL7000 |
| ENERMET              | E7000  |
| ISKRA                | MT 851 |
| JANZ                 | A1700  |
| SIEMENS Landys + Gyr | ZMD    |

Exemplo 1

Um contador **Actaris SL7000** do tipo SC761C010 associado a dois modems.



**Figura 35.** Contador Actaris SL7000

1

**Modem Actaris EC24  
PSTN**



**Figura 36.**  
*Modem e respectivo cabo de  
ligação ao contador*



**Figura 37.**  
*Extremidade que liga ao  
contador*

2

Modem Sony Ericsson  
GT47



Figura 38.  
Modem Sony Ericsson



Figura 39.  
Extremidade que liga ao Modem



Figura 40.  
Extremidade que liga ao contador

Exemplo 2

Um contador **Iskra** associado a dois modems.

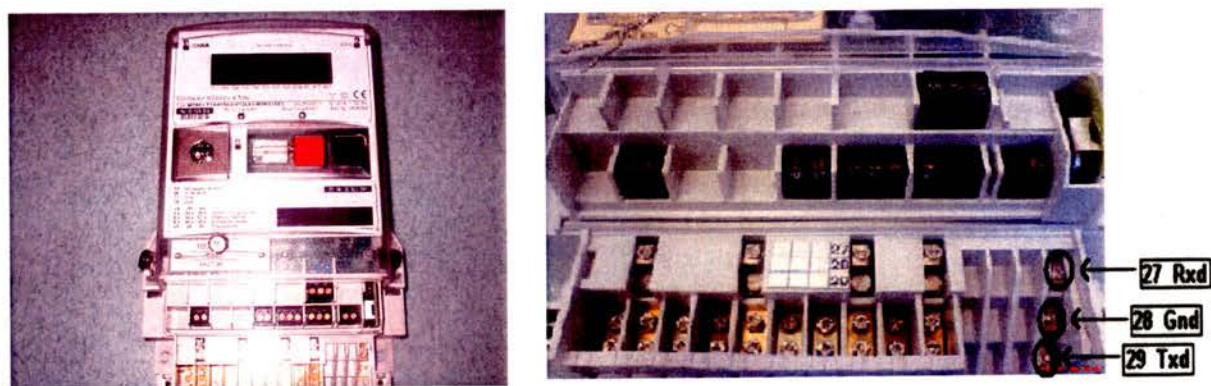


Figura 42. Contador Iskra e respectivos bornes de ligação

A ligação aos vários modems de comunicação é feita por um cabo onde a extremidade que liga ao contador é de pontas estanhadas e as ligações são feitas nos bornes, em cima, assinalados.



Associação do contador ao modem Iskra P2CA (1)



Figura 43.  
Modem Iskra P2CA (GSM)

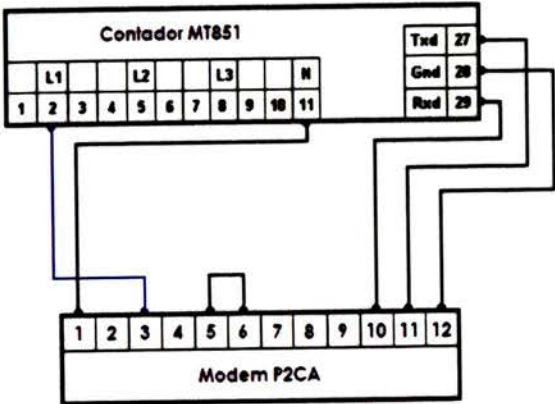


Figura 44.  
*Esta ligação serve a comunicação via GSM como via PSTN. É imperativo que os pinos 5 e 6 do modem P2CA estejam shuntados.*

Associação do contador ao modem TeleComController Contar (2)

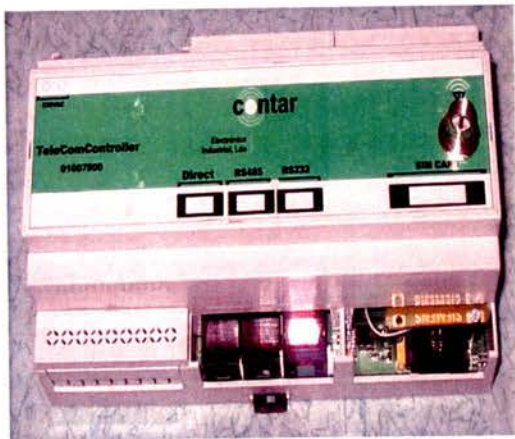
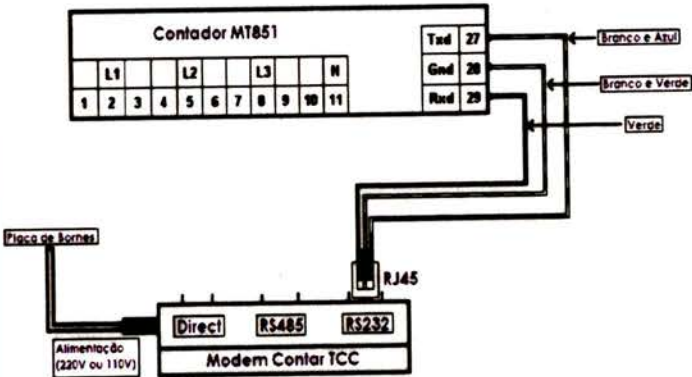


Figura 45. Contador TeleComController



Os modems podem ser alimentados a 100/110 ou 230V e a fonte de alimentação pode ser uma das características que os distinguem. Por exemplo, nos modems da Wavecom, os modelos M1206 e M1306i têm como única diferença a sua fonte de alimentação. Enquanto que o primeiro, é alimentado por via de um pequeno transformador que é ligado a uma tomada de 230V, o modelo M1306i é alimentado através de um conversor (agregado no modem) que é ligado directamente à régua ou placa de bornes.

No caso do modem da Janz, modelo Elster, a ligação é feita por encaixe do modem no contador e a alimentação é feita pela linha PSTN ou na placa de bornes do contador (GSM). Também o modem Cu – G22 da Siemens é alimentado directamente a partir do contador.



Figura 46.

Os valores de tensão de alimentação referidos estão disponíveis ou partir da rede, no caso dos 230 V, que é a tensão simples no lado da baixa tensão ou, no caso dos 100/110 V, estão disponíveis no enrolamento do secundário do TT do lado da média tensão. A razão de transformação do TT na média tensão é de 15/30 kV : 100/110V (tensão composta).

Como já foi mencionado, a consulta de dados do contador pode ser feita localmente ou de forma remota. Em qualquer dos casos, para se estabelecer a comunicação com o contador, é necessária a utilização de um software específico de cada fabricante. Apesar de ser possível, directamente a partir do visor, obter diversas informações e registos, só através desta aplicação (o programa fornecido pelo fabricante) é possível programar, configurar e consultar alguns dados registados no contador.

Apesar dos softwares serem específicos do fabricante, no que diz respeito à sua utilização, todos eles são muito semelhantes.

Se a recolha de dados é feita localmente, é necessário levar um PC com o programa devidamente instalado. Aí, inicia-se a aplicação da Actaris e escolhe-se o tipo de ligação física que se pretende estabelecer e a ficha correspondente ao contador para o qual se pretende estabelecer a ligação. Existem três ligações possíveis:

- IEC 1107 Mode E, para comunicações via Porta Óptica;
- Direct Connection Utility port / Direct Connection Customer port, para ligação directa da RS232 ao computador (não disponível em todos os contadores);
- PSTN Connection, para comunicação via Modem.



Figura 47.

Depois de estabelecida a ligação é possível recolher vários tipos de dados, dos quais se salientam:

- Registos totais de energia (Total energy registers);
- Registos de pontas (Demand registers);
- Histórico do Contador (Log book);
- Qualidade dos dados (Voltage quality data);
- Status do contador (Meter status);
- Diagramas de cargas de um dado período desejado (ver figura).

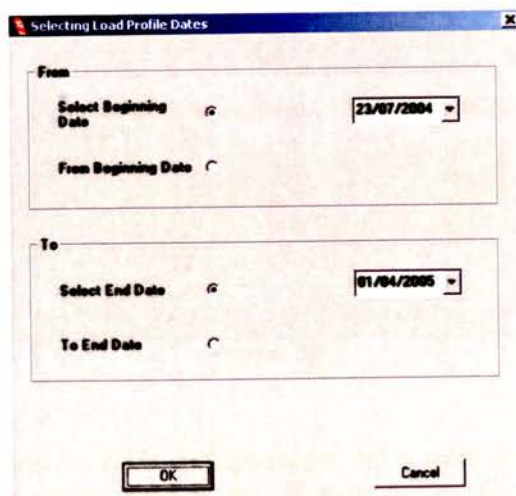


Figura 48.

No centro de telecontagem, a comunicação com o contador, via Modem, é feita segundo um Protocolo – Protocol Tester.

A aplicação Protocol Tester encontra-se em cada um dos servidores de comunicações do EIServer, denominados EICOM20, EICOM21 e EICOM22. A ligação ao servidor EICOM20, por exemplo, é realizada através do seguinte endereço: *eicom20.cpd.edinfor.pt*.

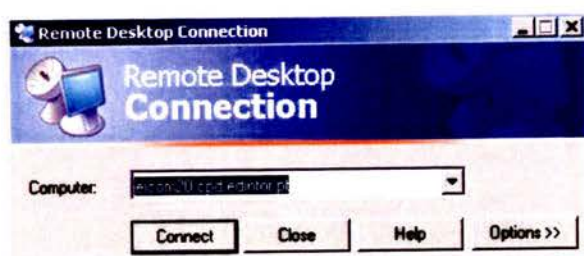


Figura 49.

Dentro da aplicação Protocol Tester existe um ficheiro que contém as definições todas as Unidades Remotas de Telecontagem (RTU). Depois de carregado o ficheiro referente à RTU em causa é necessário editar as propriedades do protocolo. Editar as propriedades do protocolo, não é mais do que inserir os dados necessários a cada tipo de RTU, tais como, a password, o número de contador ou, no caso dos contadores da marca Iskra, a inclusão ainda do Node Address.

Finalmente, é introduzido o número de telefone (Dial Id) e uma string de inicialização (Initialization String 2) já pré-configurada e, o teste de comunicação com o modem da RTU, pode ser iniciado.

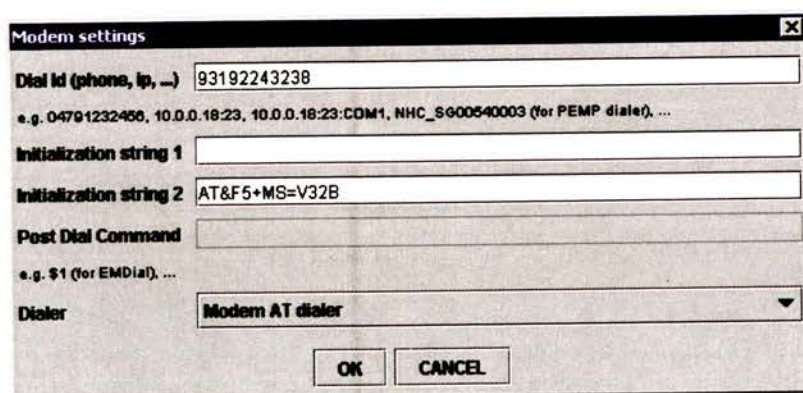


Figura 50.

Para todas as marcas de RTU é necessário ver a rede à qual pertence o número de telefone, para depois decidir se é necessário colocar prefixo.

Tabela 38.

| Rede     | Prefixo |
|----------|---------|
| Optimus  | 19      |
| Vodafone | 194     |
| TMN      | Não Tem |
| PSTN     | Não Tem |

Depois de estabelecida a ligação com o modem, este verifica a password, o número do contador e, no caso do Iskra, o Node Address e, se os dados estiverem correctos, o Protocol Tester dá a comunicação como terminada e aparece no Analyser

a mensagem “OK” . É possível observar, no ambiente do Protocol Tester, várias leituras retiradas durante o teste de comunicação.

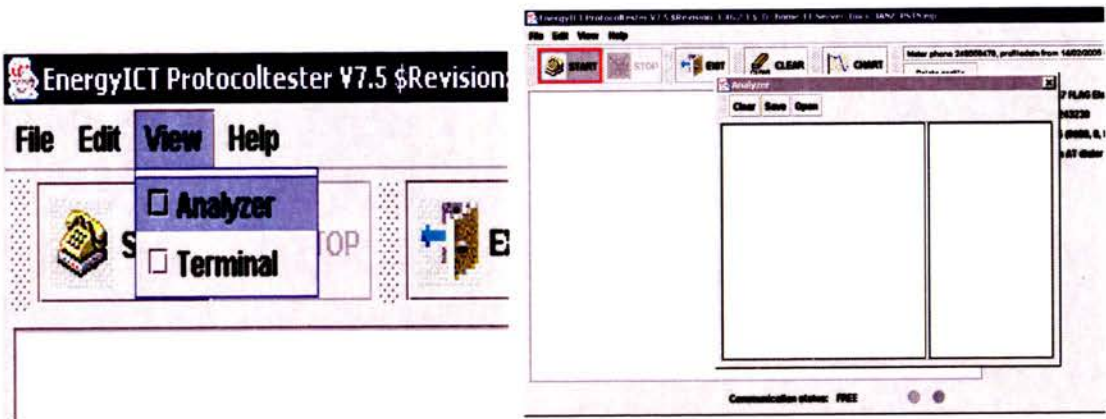


Figura 51.

## 7.2 Procedimentos de leitura

Por vezes devido a anomalias ou a impossibilidades de colocação em telecontagem, há necessidade de efectuar leituras manuais. Todos os contadores instalados permitem efectuar uma reposição de ponta/memorização de registos, esta reposição tanto pode ser feita manualmente como de forma automática. As leituras manuais feitas nos contadores estáticos têm por base uma reposição das pontas e memórias. Contudo estas podem ser feitas de várias formas. As hipóteses a considerar são as apresentadas no ponto que se segue.

É possível efectuar leituras de 4 formas diferentes:

- Consultar os registos de energias e de potências memorizados na última data de facturação.
- Consultar os registos de energias “em curso” (que ainda não foram memorizados e os registos memorizados no último período de facturação.
- Efectuar uma reposição manual de pontas/memorização de registos e consultar os respectivos registos (última memória). É também necessário ler os registos referentes ao período de facturação anterior.

## 8. Considerações finais

Os conhecimentos adquiridos ao longo da Licenciatura em Engenharia Electrotécnica e Computadores – Ramo de Energia, foram muito úteis no trabalho desenvolvido durante o estágio. Isto confirma a adequação dos conteúdos leccionados à realidade do mundo do trabalho. No decorrer do estágio muitos desses conhecimentos foram consolidados. No entanto, ao longo estágio também foram adquiridas diversas competências técnicas que complementam os conteúdos académicos.

A realização do estágio numa empresa como a EDP, possibilitou o conhecimento dos seus procedimentos, quer ao nível interno, quer na relação com outras empresas e entidades.

Sob o ponto de vista humano e de relacionamento inter-pessoal, o estágio foi também muito enriquecedor.

## 9. Bibliografia

### *Tradicional*

Despacho N°11/2003, Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos, 13 de Novembro de 2003

EDP Distribuição – Energia, S.A., Manual de Manutenção: Linhas de Média Tensão, Julho 2000

EDP Distribuição – Energia, S.A., Manual de Manutenção: Postos de Transformação e Seccionamento, Julho 2000

EDP Distribuição – Energia, S.A., Guia Técnico de Terras, 2005

Direcção-Geral de Energia, Regulamento de Segurança de Linhas Eléctricas de Alta Tensão (R.S.L.E.A.T.)

Direcção de Serviços de Energia Eléctrica, Regulamento de Segurança de Linhas Eléctricas de Alta Tensão

EDP – Electricidade de Portugal. Recomendações Técnicas para Projectos de Linhas Aéreas de Alta Tensão até 30 kV: Em Condutores Nus. Volume I, II e III, 1986

Trabalhos em Tensão: Média Tensão, EDP Distribuição – Energia, S.A., Novembro 2003

### *Apontamentos das disciplinas*

Pereira da Silva; Peças Lopes, Concepção de Instalações Eléctricas, FEUP

Machado e Moura, Produção e Transporte de Energia, FEUP

Neves dos Santos, Instalações Eléctricas, FEUP

Sistemas Eléctricos de Energia, FEUP

Técnicas de Alta Tensão, FEUP

## 10. Lista de Anexos

- Anexo I – Volume dos Maciços**
- Anexo II – Isoladores - aplicação**
- Anexo III – Eléctrodos de Terra**
  - III.I – Serpentina simples**
  - III.II – Serpentina dupla**
  - III.III – Em Estrela**
  - III.IV – Vareta simples**
  - III.V – Varetas em paralelo**
- Anexo IV – Desenho Acad (linha 30kV Miomães- Sr<sup>a</sup>. Do Alívio)**
- Anexo V – Ábaco de Máximo de Correntes**
- Anexo VI – Ábaco para cálculo de quedas de tensão**
- Anexo VII – Dados dos Condutores**
- Anexo VIII - Desenho Acad (Interligação 30kV Varosa - Vidago)**
- Anexo IX – Memória Descritiva (Interligação Varosa - Vidago)**
- Anexo X – Método de Newton para polinómios**
- Anexo XI – Força do Vento sobre os acessórios Acessórios**
- Anexo XII – Apoio F15**
- Anexo XIII- Ficha de não conformidades – urbanizações e loteamentos**
- Anexo XIV – Ilustração do DPLAN**
- Anexo XV – Planeamento – Caso Estudo**
- Anexo XVI - Ficha de Inspeção da Manutenção Preventiva**
  - XVI.I - Linhas Aéreas MT**
  - XVI.II – PT's Aéreos**
- Anexo XVII - Fluxograma de procedimentos em avaria**
  - XVII.I – Disparo do Transformador de Potência**
  - XVII.II - Disparo da protecção de uma saída MT de rede aérea**
- Anexo XVIII – Armários de contagem**
  - XV.I - Atravancamentos**
  - XV.II – Esquema unifilar – Armário tipo A e tipo B**

# Anexo I

MACIÇO TIPO 1

MACIÇO TIPO 2

## ESCAVAÇÃO E BETONAGEM DOS DIVERSOS APOIOS

| TIPO         | RS 9 e RS 15                                                                                     | RS 22 e RS 31                                                                                    | RS 42                                                                                            | TIPO         | RS 63                                                                                            | RS 84                                                                                              |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ALTURA       | A                                                                                                | A                                                                                                | A                                                                                                | ALTURA       | A                                                                                                | A                                                                                                  |
| 13,7<br>(14) | E 1,80 x 1,80 x 1,80 = 5,832<br>BC 1,80 x 1,80 x 1,80 = 5,832<br>BM 1,80 x 1,80 x 0,20 = 0,648   | E 2,20 x 2,20 x 1,80 = 8,712<br>BC 2,20 x 2,20 x 1,80 = 8,712<br>BM 2,20 x 2,20 x 0,20 = 0,968   | E 2,40 x 2,40 x 1,80 = 10,368<br>BC 2,40 x 2,40 x 1,80 = 10,368<br>BM 2,40 x 2,40 x 0,20 = 1,152 | 13,6<br>(14) | E 2,40 x 2,40 x 1,80 = 10,368<br>BC 2,40 x 2,40 x 1,80 = 10,368<br>BM 2,40 x 2,40 x 0,20 = 1,152 | E 3,30 x 3,30 x 1,80 = 19,602<br>BN 3,30 x 3,30 x 0,60 = 6,534<br>BM 3,30 x 3,30 x 0,20 = 2,100    |
| 15,4<br>(16) | E 2,00 x 2,00 x 2,00 = 8,000<br>BC 2,00 x 2,00 x 2,00 = 8,000<br>BM 2,00 x 2,00 x 0,20 = 0,800   | E 2,30 x 2,30 x 2,00 = 10,580<br>BC 2,30 x 2,30 x 2,00 = 10,580<br>BM 2,30 x 2,30 x 0,20 = 1,058 | E 2,50 x 2,50 x 2,00 = 12,500<br>BC 2,50 x 2,50 x 2,00 = 12,500<br>BM 2,50 x 2,50 x 0,20 = 1,250 | 15,1<br>(16) | E 2,50 x 2,50 x 2,00 = 12,500<br>BC 2,50 x 2,50 x 2,00 = 12,500<br>BM 2,50 x 2,50 x 0,20 = 1,250 | E 3,55 x 3,55 x 2,00 = 25,205<br>BN 3,55 x 3,55 x 0,60 = 7,582<br>BM 3,55 x 3,55 x 0,20 = 2,500    |
| 17,4<br>(16) | E 2,00 x 2,00 x 2,00 = 8,000<br>BC 2,00 x 2,00 x 2,00 = 8,000<br>BM 2,00 x 2,00 x 0,20 = 0,800   | E 2,50 x 2,50 x 2,00 = 12,500<br>BC 2,50 x 2,50 x 2,00 = 12,500<br>BM 2,50 x 2,50 x 0,20 = 1,250 | E 2,60 x 2,60 x 2,00 = 13,520<br>BC 2,60 x 2,60 x 2,00 = 13,520<br>BM 2,60 x 2,60 x 0,20 = 1,352 | 17,1<br>(16) | E 2,60 x 2,60 x 2,00 = 13,520<br>BC 2,60 x 2,60 x 2,00 = 13,520<br>BM 2,60 x 2,60 x 0,20 = 1,352 | E 3,80 x 3,80 x 2,00 = 28,880<br>BN 3,80 x 3,80 x 0,60 = 8,664<br>BM 3,80 x 3,80 x 0,20 = 2,880    |
| 19,4<br>(20) | E 2,00 x 2,00 x 2,00 = 8,000<br>BC 2,00 x 2,00 x 2,00 = 8,000<br>BM 2,00 x 2,00 x 0,20 = 0,800   | E 3,05 x 3,05 x 2,00 = 18,605<br>BN 3,05 x 3,05 x 0,60 = 5,582<br>BM 3,05 x 3,05 x 0,20 = 1,596  | E 3,05 x 3,05 x 2,00 = 18,605<br>BN 3,05 x 3,05 x 0,60 = 5,582<br>BM 3,05 x 3,05 x 0,20 = 1,596  | 19,1<br>(20) | E 3,05 x 3,05 x 2,00 = 18,605<br>BN 3,05 x 3,05 x 0,60 = 5,582<br>BM 3,05 x 3,05 x 0,20 = 1,596  | E 4,00 x 4,00 x 2,00 = 32,000<br>BN 4,00 x 4,00 x 0,60 = 9,600<br>BM 4,00 x 4,00 x 0,20 = 3,200    |
| 21,0<br>(20) | E 2,00 x 2,00 x 2,00 = 8,000<br>BC 2,00 x 2,00 x 2,00 = 8,000<br>BM 2,00 x 2,00 x 0,20 = 0,800   | E 3,05 x 3,05 x 2,00 = 18,605<br>BN 3,05 x 3,05 x 0,60 = 5,582<br>BM 3,05 x 3,05 x 0,20 = 1,596  | E 3,05 x 3,05 x 2,00 = 18,605<br>BN 3,05 x 3,05 x 0,60 = 5,582<br>BM 3,05 x 3,05 x 0,20 = 1,596  | 20,6<br>(20) | E 3,05 x 3,05 x 2,00 = 18,605<br>BN 3,05 x 3,05 x 0,60 = 5,582<br>BM 3,05 x 3,05 x 0,20 = 1,596  | E 4,25 x 4,25 x 2,25 = 40,841<br>BN 4,25 x 4,25 x 0,60 = 10,638<br>BM 4,25 x 4,25 x 0,20 = 3,713   |
| 23,0<br>(22) | E 2,00 x 2,00 x 2,25 = 9,000<br>BC 2,00 x 2,00 x 2,25 = 9,000<br>BM 2,00 x 2,00 x 0,20 = 0,800   | E 3,20 x 3,20 x 2,25 = 23,040<br>BN 3,20 x 3,20 x 0,60 = 6,144<br>BM 3,20 x 3,20 x 0,20 = 1,280  | E 3,20 x 3,20 x 2,25 = 23,040<br>BN 3,20 x 3,20 x 0,60 = 6,144<br>BM 3,20 x 3,20 x 0,20 = 1,280  | 22,6<br>(22) | E 3,20 x 3,20 x 2,25 = 23,040<br>BN 3,20 x 3,20 x 0,60 = 6,144<br>BM 3,20 x 3,20 x 0,20 = 1,280  | E 4,50 x 4,50 x 2,25 = 45,563<br>BN 4,50 x 4,50 x 0,60 = 12,150<br>BM 4,50 x 4,50 x 0,20 = 4,050   |
| 25,0<br>(24) | E 2,00 x 2,00 x 2,25 = 9,000<br>BC 2,00 x 2,00 x 2,25 = 9,000<br>BM 2,00 x 2,00 x 0,20 = 0,800   | E 3,40 x 3,40 x 2,25 = 26,010<br>BN 3,40 x 3,40 x 0,60 = 6,336<br>BM 3,40 x 3,40 x 0,20 = 2,384  | E 3,40 x 3,40 x 2,25 = 26,010<br>BN 3,40 x 3,40 x 0,60 = 6,336<br>BM 3,40 x 3,40 x 0,20 = 2,384  | 24,4<br>(24) | E 3,40 x 3,40 x 2,25 = 26,010<br>BN 3,40 x 3,40 x 0,60 = 6,336<br>BM 3,40 x 3,40 x 0,20 = 2,384  | E 4,75 x 4,75 x 2,25 = 50,766<br>BN 4,75 x 4,75 x 0,60 = 13,538<br>BM 4,75 x 4,75 x 0,20 = 4,763   |
| 26,6<br>(26) | E 2,00 x 2,00 x 2,25 = 9,000<br>BC 2,00 x 2,00 x 2,25 = 9,000<br>BM 2,00 x 2,00 x 0,20 = 0,800   | E 3,55 x 3,55 x 2,25 = 28,556<br>BN 3,55 x 3,55 x 0,60 = 7,582<br>BM 3,55 x 3,55 x 0,20 = 2,050  | E 3,55 x 3,55 x 2,25 = 28,556<br>BN 3,55 x 3,55 x 0,60 = 7,582<br>BM 3,55 x 3,55 x 0,20 = 2,050  | 26,0<br>(26) | E 3,55 x 3,55 x 2,25 = 28,556<br>BN 3,55 x 3,55 x 0,60 = 7,582<br>BM 3,55 x 3,55 x 0,20 = 2,050  | E 4,95 x 4,95 x 2,50 = 61,256<br>BN 4,95 x 4,95 x 0,60 = 14,702<br>BM 4,95 x 4,95 x 0,20 = 4,950   |
| 28,6<br>(28) | E 2,00 x 2,00 x 2,50 = 10,000<br>BC 2,00 x 2,00 x 2,50 = 10,000<br>BM 2,00 x 2,00 x 0,20 = 0,800 | E 3,70 x 3,70 x 2,50 = 34,225<br>BN 3,70 x 3,70 x 0,60 = 8,214<br>BM 3,70 x 3,70 x 0,20 = 2,960  | E 3,70 x 3,70 x 2,50 = 34,225<br>BN 3,70 x 3,70 x 0,60 = 8,214<br>BM 3,70 x 3,70 x 0,20 = 2,960  | 28,0<br>(28) | E 3,70 x 3,70 x 2,50 = 34,225<br>BN 3,70 x 3,70 x 0,60 = 8,214<br>BM 3,70 x 3,70 x 0,20 = 2,960  | E 5,20 x 5,20 x 2,50 = 67,000<br>BN 5,20 x 5,20 x 0,60 = 16,224<br>BM 5,20 x 5,20 x 0,20 = 5,504   |
| 30,6<br>(30) | E 2,00 x 2,00 x 2,50 = 10,000<br>BC 2,00 x 2,00 x 2,50 = 10,000<br>BM 2,00 x 2,00 x 0,20 = 0,800 | E 3,90 x 3,90 x 2,50 = 38,025<br>BN 3,90 x 3,90 x 0,60 = 9,126<br>BM 3,90 x 3,90 x 0,20 = 3,042  | E 3,90 x 3,90 x 2,50 = 38,025<br>BN 3,90 x 3,90 x 0,60 = 9,126<br>BM 3,90 x 3,90 x 0,20 = 3,042  | 30,1<br>(30) | E 3,90 x 3,90 x 2,50 = 38,025<br>BN 3,90 x 3,90 x 0,60 = 9,126<br>BM 3,90 x 3,90 x 0,20 = 3,042  | E 5,45 x 5,45 x 2,50 = 74,256<br>BN 5,45 x 5,45 x 0,60 = 17,882<br>BM 5,45 x 5,45 x 0,20 = 7,882   |
| 32,1<br>(32) | E 2,00 x 2,00 x 2,50 = 10,000<br>BC 2,00 x 2,00 x 2,50 = 10,000<br>BM 2,00 x 2,00 x 0,20 = 0,800 | E 4,05 x 4,05 x 2,50 = 41,006<br>BN 4,05 x 4,05 x 0,60 = 9,842<br>BM 4,05 x 4,05 x 0,20 = 3,242  | E 4,05 x 4,05 x 2,50 = 41,006<br>BN 4,05 x 4,05 x 0,60 = 9,842<br>BM 4,05 x 4,05 x 0,20 = 3,242  | 31,4<br>(32) | E 4,05 x 4,05 x 2,50 = 41,006<br>BN 4,05 x 4,05 x 0,60 = 9,842<br>BM 4,05 x 4,05 x 0,20 = 3,242  | E 5,70 x 5,70 x 2,50 = 81,225<br>BN 5,70 x 5,70 x 0,60 = 19,494<br>BM 5,70 x 5,70 x 0,20 = 16,506  |
| 34,1<br>(34) | E 2,00 x 2,00 x 2,50 = 10,000<br>BC 2,00 x 2,00 x 2,50 = 10,000<br>BM 2,00 x 2,00 x 0,20 = 0,800 | E 4,20 x 4,20 x 2,50 = 44,100<br>BN 4,20 x 4,20 x 0,60 = 10,584<br>BM 4,20 x 4,20 x 0,20 = 3,528 | E 4,20 x 4,20 x 2,50 = 44,100<br>BN 4,20 x 4,20 x 0,60 = 10,584<br>BM 4,20 x 4,20 x 0,20 = 3,528 | 33,4<br>(34) | E 4,20 x 4,20 x 2,50 = 44,100<br>BN 4,20 x 4,20 x 0,60 = 10,584<br>BM 4,20 x 4,20 x 0,20 = 3,528 | E 5,95 x 5,95 x 2,50 = 107,025<br>BN 5,95 x 5,95 x 0,60 = 21,121<br>BM 5,95 x 5,95 x 0,20 = 10,702 |

VOLUMES: E - ESCAVAÇÃO BC - BETÃO CILÍNDRICO BN - BETÃO NORMAL BM - BETÃO MOLDADO  
MEDIDAS: A - LARGURA H - PROFUNDIDADE (metros)  
(ALTURA) - ALTURA QUE FOI CONSIDERADA PARA O MACIÇO TIPO 2

LEGENDA

# Anexo II

7 E 1 -

D I E T E

NOTA: DOS VÁRIOS TIPOS DE ISOLADORES A SEU EMPREGO

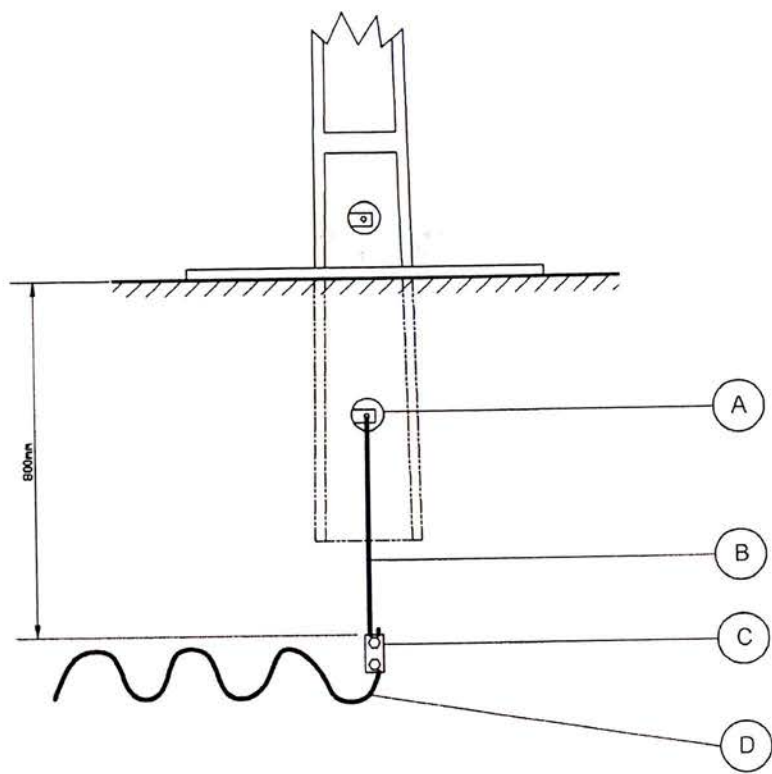
| TIPO DE<br>PIAÇÃO<br>DOS CONDUTORES | ZONA SEM POLUIÇÃO        |                          |         |         | ZONA COM POLUIÇÃO |         |         |         | ZONA DE POLUIÇÃO |              |         |         |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|---------|---------|-------------------|---------|---------|---------|------------------|--------------|---------|---------|
|                                     | S/CRUZAMENTO             |                          |         |         | S/CRUZAMENTO      |         |         |         | S/CRUZAMENTO     |              |         |         |
|                                     | S/CRUZAMENTO             | ALD 25                   | R       | ALD 35  | RR                | ALD 25  | RP      | ALD 35  | RRP              | S/CRUZAMENTO | ALD 40  | PP      |
| SEÇÃO DOS<br>CONDUTORES             | 50mm <sup>2</sup>        | CADEIAS DE<br>ISOLADORES | RIGIDOS | RIGIDOS | RIGIDOS           | RIGIDOS | RIGIDOS | RIGIDOS | RIGIDOS          | RIGIDOS      | RIGIDOS | RIGIDOS |
|                                     |                          |                          |         |         |                   |         |         |         |                  |              |         |         |
|                                     |                          |                          |         |         |                   |         |         |         |                  |              |         |         |
|                                     |                          |                          |         |         |                   |         |         |         |                  |              |         |         |
| SEÇÃO DOS<br>CONDUTORES             | 50<S<90mm <sup>2</sup>   | CADEIAS DE<br>ISOLADORES | RIGIDOS | RIGIDOS | RIGIDOS           | RIGIDOS | RIGIDOS | RIGIDOS | RIGIDOS          | RIGIDOS      | RIGIDOS | RIGIDOS |
|                                     |                          |                          |         |         |                   |         |         |         |                  |              |         |         |
|                                     |                          |                          |         |         |                   |         |         |         |                  |              |         |         |
|                                     |                          |                          |         |         |                   |         |         |         |                  |              |         |         |
| SEÇÃO DOS<br>CONDUTORES             | 90<S<160mm <sup>2</sup>  | CADEIAS DE<br>ISOLADORES | RIGIDOS | RIGIDOS | RIGIDOS           | RIGIDOS | RIGIDOS | RIGIDOS | RIGIDOS          | RIGIDOS      | RIGIDOS | RIGIDOS |
|                                     |                          |                          |         |         |                   |         |         |         |                  |              |         |         |
|                                     |                          |                          |         |         |                   |         |         |         |                  |              |         |         |
|                                     |                          |                          |         |         |                   |         |         |         |                  |              |         |         |
| SEÇÃO DOS<br>CONDUTORES             | 160<S<235mm <sup>2</sup> | CADEIAS DE<br>ISOLADORES | RIGIDOS | RIGIDOS | RIGIDOS           | RIGIDOS | RIGIDOS | RIGIDOS | RIGIDOS          | RIGIDOS      | RIGIDOS | RIGIDOS |
|                                     |                          |                          |         |         |                   |         |         |         |                  |              |         |         |
|                                     |                          |                          |         |         |                   |         |         |         |                  |              |         |         |
|                                     |                          |                          |         |         |                   |         |         |         |                  |              |         |         |

LEGENDA: A - amarração p/ zona com poluição  
 AP - amarração c/ haste  
 AR - amarração c/ haste para zona com poluição  
 ARP - amarração c/ haste reforçada p/ zona com poluição  
 ARS - amarração reforçada  
 ARS - amarração reforçada para zona com poluição  
 B - Bastes

R - rígido  
 RR - rígido reforçado  
 RP - rígido p/ zona com poluição  
 RRP - rígido reforçado p/ zona c/ poluição

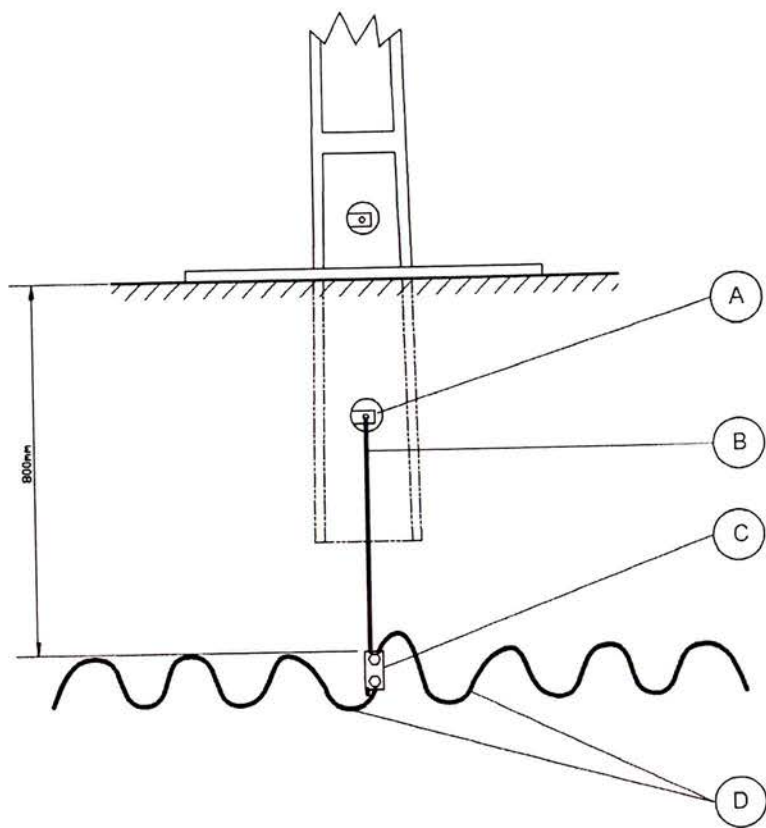
S - suspensão p/ zona com poluição  
 Sp - suspensão c/ haste  
 SH - suspensão c/ haste para zona com poluição  
 SHP - suspensão c/ haste reforçada p/ zona com poluição  
 SR - suspensão reforçada  
 SRP - suspensão reforçada p/ zona com poluição

Anexo III.I



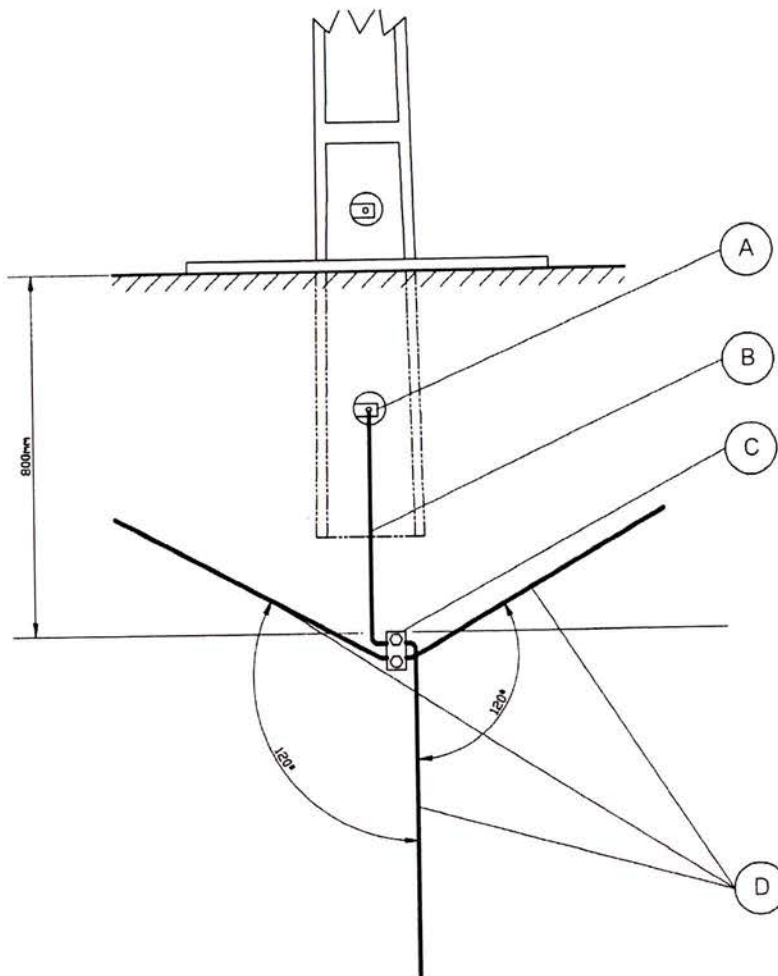
| Peça | Designação                                                                            | Cod. material    |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| A    | Terminal de compressão                                                                | 276956           |
| B    | Condutor de terra (cabo de cobre nu 35mm <sup>2</sup> ou cabo W 1x35mm <sup>2</sup> ) | 275301 ou 275347 |
| C    | Conector paralelo de aperto mecânico                                                  | 275493           |
| D    | Eléctrodo de terra                                                                    | 275301           |

Anexo III.II



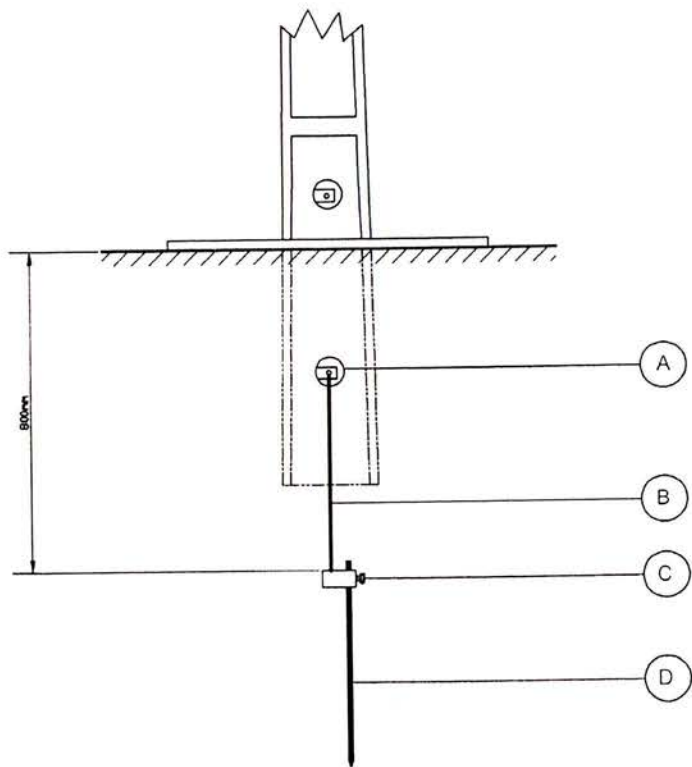
| Peça | Designação                                                                            | Cód.material     |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| A    | Terminal de compressão                                                                | 276956           |
| B    | Condutor de terra (cabo de cobre nú 35mm <sup>2</sup> ou cabo W 1x35mm <sup>2</sup> ) | 275301 ou 275347 |
| C    | Conector paralelo de aperto mecânico                                                  | 275493           |
| D    | Eléctrodo de terra                                                                    | 275301           |

### Anexo III.III



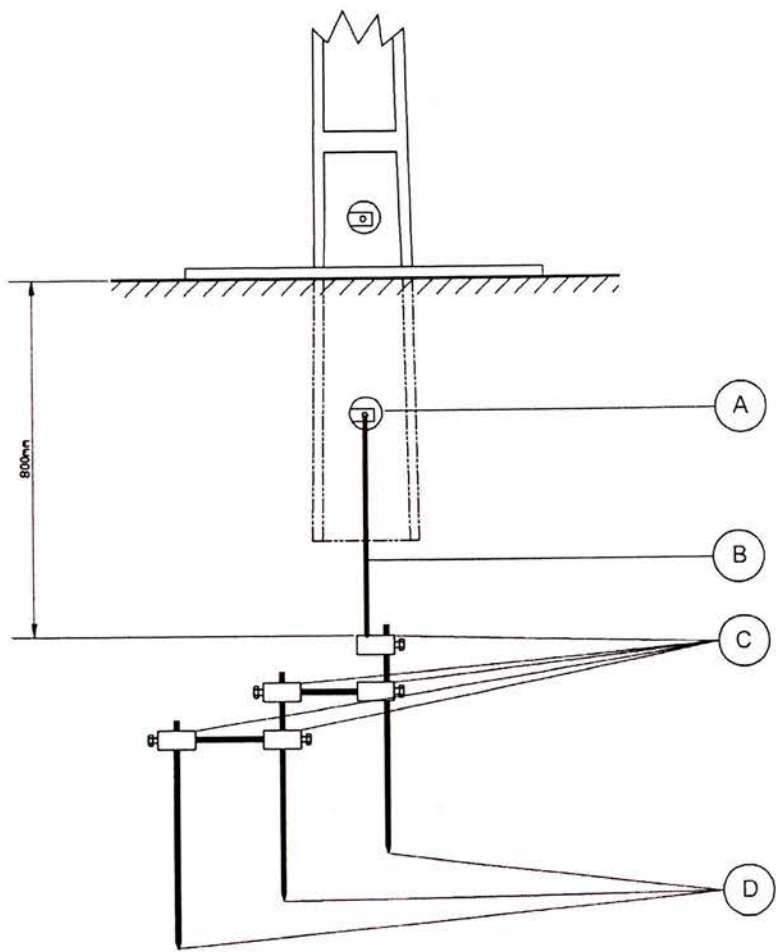
| Peça | Designação                                              | Cód material |
|------|---------------------------------------------------------|--------------|
| A    | Terminal de compressão                                  | 276956       |
| B    | Condutor de terra (cabo de cobre nu 35mm <sup>2</sup> ) | 275301       |
| C    | Conector paralelo de aperto mecânico                    | 275493       |
| D    | Electrodo de terra                                      | 275301       |

Anexo III.IV



| Peça | Designação                                                                             | Cód.material     |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| A    | Terminal de compressão                                                                 | 276956           |
| B    | Condutor de terra (cabo de cobre nº 35mm <sup>2</sup> ou cabo VV 1x35mm <sup>2</sup> ) | 275301 ou 275347 |
| C    | Abraçadeira                                                                            | 275760           |
| D    | Electrodo de terra                                                                     |                  |

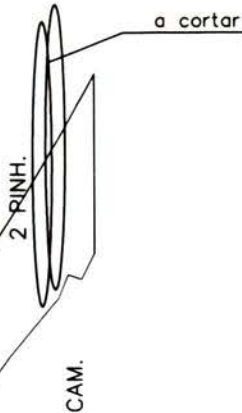
Anexo III.V



| Peça | Designação                                                                             | Cod.material     |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| A    | Terminal de compressão                                                                 | 276956           |
| B    | Condutor de terra (cabo de cobre nº 35mm <sup>2</sup> ou cabo VV 1x35mm <sup>2</sup> ) | 275301 ou 275347 |
| C    | Abraçadeira                                                                            | 275760           |
| D    | Electrodo de terra                                                                     |                  |

RS22/26.6E  
ASH.ASH

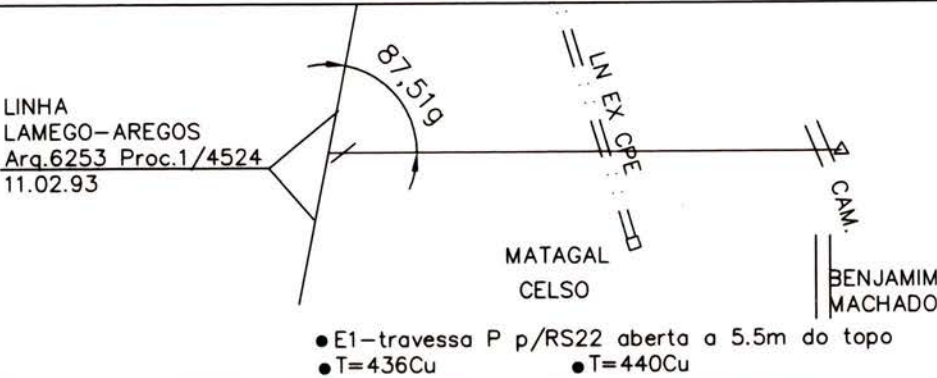
- 3x50(6x3.00Al+1x3.00Aço)
- t.máx=6daN/mm2; 2ª escala



| vão = 81m |      |        | vão = 90m |      |        |
|-----------|------|--------|-----------|------|--------|
| T(°C)     | f(m) | F(daN) | T(°C)     | f(m) | F(daN) |
| -5        | 0.98 | 145    | -5        | 1.37 | 128    |
| 0         | 1.06 | 134    | 0         | 1.45 | 121    |
| 5         | 1.14 | 125    | 5         | 1.53 | 114    |
| 10        | 1.22 | 117    | 10        | 1.61 | 109    |
| 15        | 1.29 | 110    | 15        | 1.69 | 104    |
| 30        | 1.51 | 94     | 30        | 1.90 | 92     |
| 50        | 1.77 | 80     | 50        | 2.17 | 81     |

PLANO DE REF. A 200m E COTAS DO TERRENO

|                                   |               |                    |                  |
|-----------------------------------|---------------|--------------------|------------------|
| NUMERO DOS APOIOS                 | 85            | 1                  | PT               |
| TIPO, ALTURA E ARMAÇAO DOS APOIOS | RS22/26.6E.E1 | MP01.800/14HRFSC80 | TM04.2250/14HPT4 |
| TIPO E FIXACAO DOS CONDUTORES     | ASH.ASH.AS    | AS.ASH             | ASH              |
| DISTANCIA A ORIGEM                | 0.0           | 81.00              | 171.00           |
| DISTANCIA ENTRE APOIOS            | 81            | 90                 |                  |
| ORIENTACAO DOS APOIOS             |               |                    |                  |
| NUMERO DAS ESTACOES               |               |                    |                  |



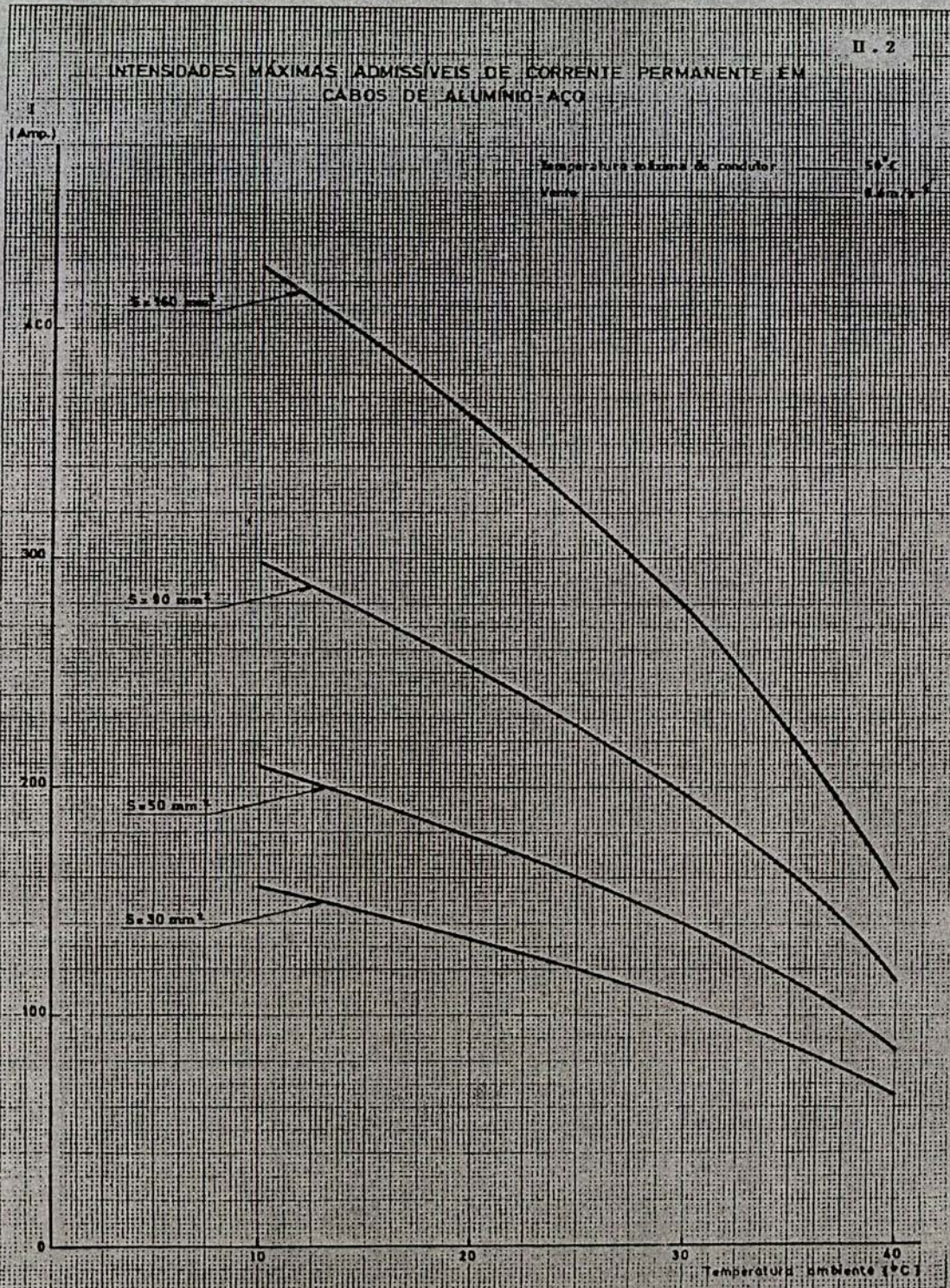
|        |           |                          |                              |          |           |              |        |
|--------|-----------|--------------------------|------------------------------|----------|-----------|--------------|--------|
|        |           |                          |                              |          | PROJ.     |              |        |
|        |           |                          |                              |          | LEV. TOP. | 06.04        |        |
|        |           |                          |                              |          | DES.      |              |        |
|        |           |                          |                              |          | VERIF.    |              |        |
| INDICE | DESCRIÇÃO | DATA                     | ALTERADO                     | APROVADO | DATA      | RUBRICA      |        |
|        | FORMATO   | LN 30 kV                 |                              |          |           |              |        |
|        |           | PERFIL E PLANTA PARCELAR |                              |          |           |              |        |
|        | OUTPUT    | MIOMÃES - Srº. do ALÍVIO |                              |          |           |              |        |
|        | Pnn - Inn | Nº79/RESENDE             |                              |          |           |              |        |
|        | ESCALAS   |                          |                              |          |           |              |        |
|        | 1: 2500   |                          |                              |          |           |              |        |
|        | 1: 500    |                          |                              |          |           |              |        |
|        |           | SUBSTITUI                | CÓDIGO DO CAMPO DE APLICAÇÃO |          |           | DOCUMENTO Nº | INDICE |
|        |           |                          |                              |          |           |              |        |

ACAD MIOMÃES

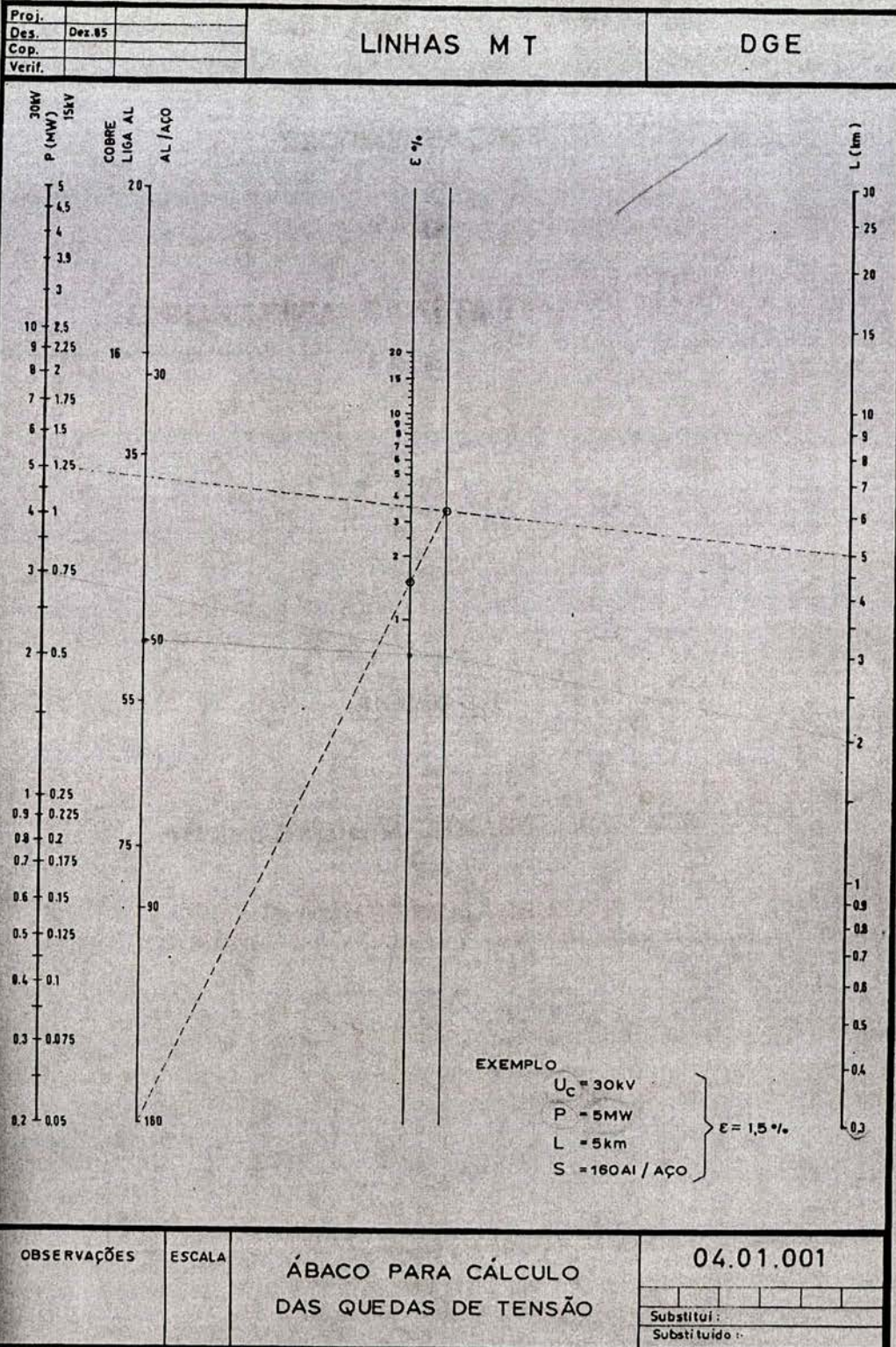


**EDP Distribuição**  
Energia, S.A.

# Anexo V

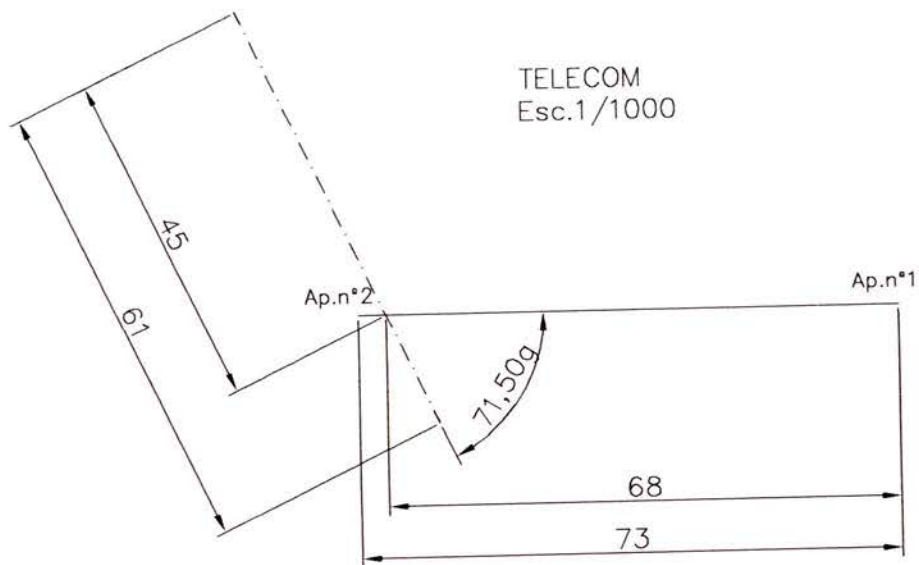


# Anexo VI



QUADRO 1.1  
Características dos condutores

| CONDUTORES        | SEÇÃO   |        |                | CONSTITUIÇÃO           |                 | DIÂMETRO DO CONDUTOR | PESO UNIT. DO CONDUTOR | TENSÃO DE ROTURA | RESISTÊN. A 20° C | MÓDULO DE ELASTICIDADE |       | COEFICIENTE DE DILATAÇÃO LINEAR |
|-------------------|---------|--------|----------------|------------------------|-----------------|----------------------|------------------------|------------------|-------------------|------------------------|-------|---------------------------------|
|                   | Nominal | Real   | Cobre equival. | Número x diâmetro (mm) |                 |                      |                        |                  |                   |                        |       |                                 |
|                   |         |        |                |                        | mm <sup>2</sup> |                      |                        |                  |                   |                        |       |                                 |
| COBRE             | 16      | 15,89  | -              | 7 x 1,70               |                 | 5,10                 | 141,4                  | 41               | 1,130             | 10290                  |       | 17 x 10 <sup>-6</sup>           |
|                   |         |        |                | Alumínio               | Aço             |                      |                        |                  |                   | Inicial                | Final |                                 |
| AL - AÇO          | 30      | 30,62  | 16             | 6 x 2,36               | 1 x 2,36        | 7,08                 | 104,0                  | 31               | 1,090             | 6000                   |       | 19 x 10 <sup>-6</sup>           |
|                   | 50      | 49,48  | 26             | 6 x 3,00               | 1 x 3,00        | 9,00                 | 168,7                  | 30               | 0,675             | 6000                   |       | 19 x 10 <sup>-6</sup>           |
|                   | 90      | 87,97  | 47             | 6 x 4,00               | 1 x 4,00        | 12,00                | 299,2                  | 28               | 0,380             | 6000                   |       | 19 x 10 <sup>-6</sup>           |
|                   | 160     | 157,90 | 85             | 26 x 2,58              | 7 x 2,00        | 16,32                | 537,6                  | 30               | 0,213             | 6080                   |       | 19 x 10 <sup>-6</sup>           |
|                   | 20      | 21,99  | 11             | 7 x 2,00               |                 | 6,00                 | 59,0                   | 32               | 1,500             | 6200                   |       | 23 x 10 <sup>-6</sup>           |
| LIGAS DE ALUMÍNIO | 35      | 34,36  | 18             | 7 x 2,50               |                 | 7,50                 | 92,1                   | 32               | 0,958             | 6200                   |       | 23 x 10 <sup>-6</sup>           |
|                   | 55      | 54,55  | 28             | 7 x 3,15               |                 | 9,45                 | 146,0                  | 32               | 0,603             | 6200                   |       | 23 x 10 <sup>-6</sup>           |
|                   | 75      | 75,54  | 39             | 19 x 2,25              |                 | 11,25                | 203,8                  | 32               | 0,438             | 6000                   |       | 23 x 10 <sup>-6</sup>           |



DE LOBRIGOS IV  
A DE PENAGUIÃO  
/6297

ACAD INT-LOBRIGOS

|        |           |                                                     |                              |          | PROJ.     |       |         |              |        |
|--------|-----------|-----------------------------------------------------|------------------------------|----------|-----------|-------|---------|--------------|--------|
|        |           |                                                     |                              |          | LEV. TOP. | 06.04 |         |              |        |
|        |           |                                                     |                              |          | DES.      |       |         |              |        |
|        |           |                                                     |                              |          | VERIF.    |       |         |              |        |
| ÍNDICE | DESCRIÇÃO | DATA                                                | ALTERADO                     | APROVADO |           | DATA  | RUBRICA |              |        |
|        | FORMATO   | LN 30 kV                                            |                              |          |           |       |         |              |        |
|        | —         | PERFIL, PLANTA PARCELAR E INTERFERÊNCIAS            |                              |          |           |       |         |              |        |
|        | OUTPUT    | INTERLIGAÇÃO                                        |                              |          |           |       |         |              |        |
|        | Pnn - Inn | VAROSA-VIDAGO (troço VRS-VRL) - Ap.nº14 com o Ramal |                              |          |           |       |         |              |        |
|        | ESCALAS   | BAIRRO - S. JOÃO DE LOBRIGOS IV (Ap.nº 1)           |                              |          |           |       |         |              |        |
|        | 1:2500    | Nº27/Stº. MARTA DE PENAGUIÃO                        |                              |          |           |       |         |              |        |
|        | 1:500     |                                                     |                              |          |           |       |         |              |        |
|        | 1:1000    |                                                     |                              |          |           |       |         |              |        |
|        |           | SUBSTITUI                                           | CÓDIGO DO CAMPO DE APLICAÇÃO |          |           |       | —       | DOCUMENTO Nº | ÍNDICE |

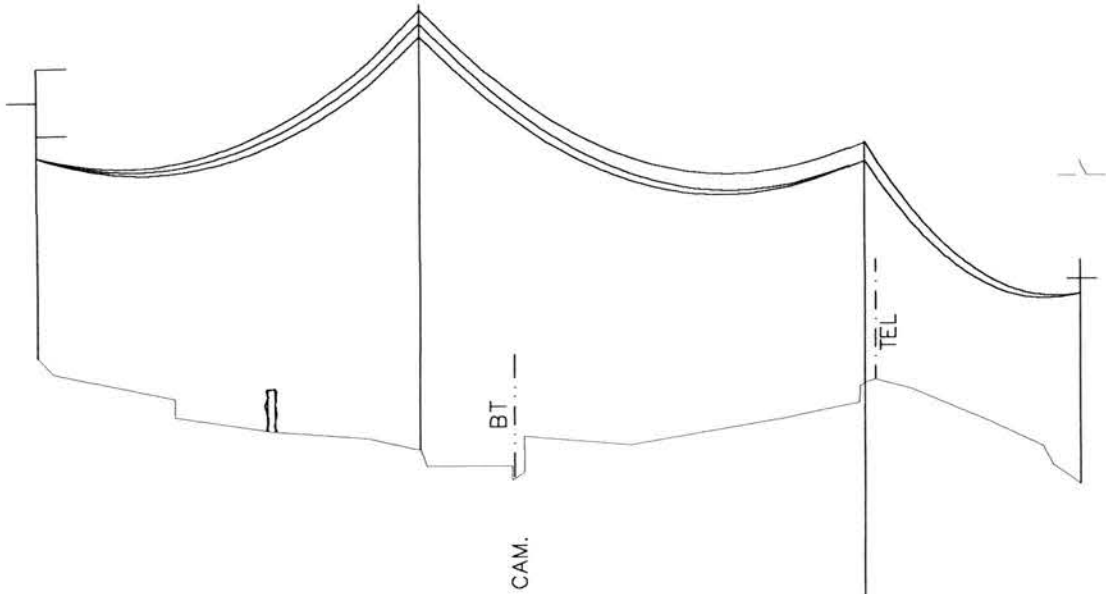


**EDP Distribuição**  
Energia, S.A.

- 3x50(6x3.00Al+1x3.00Aço)
- t.máx=6daN/mm2; 2º escalão
- t.máx=2.5daN/mm2; 2º escalão

| vão = 130m |      |        | vão = 148m |      |        |
|------------|------|--------|------------|------|--------|
| T(ºC)      | f(m) | F(daN) | T(ºC)      | f(m) | F(daN) |
| -5         | 3.64 | 101    | -5         | 4.92 | 96     |
| 0          | 3.71 | 98     | 0          | 5.00 | 95     |
| 5          | 3.79 | 96     | 5          | 5.07 | 93     |
| 10         | 3.86 | 95     | 10         | 5.15 | 92     |
| 15         | 3.94 | 93     | 15         | 5.22 | 91     |
| 30         | 4.15 | 88     | 30         | 5.43 | 87     |
| 50         | 4.42 | 83     | 50         | 5.71 | 83     |

| vão = 73m |      |        |
|-----------|------|--------|
| T(ºC)     | f(m) | F(daN) |
| -5        | 3.09 | 37     |
| 0         | 3.12 | 37     |
| 5         | 3.15 | 37     |
| 10        | 3.18 | 36     |
| 15        | 3.21 | 36     |
| 30        | 3.30 | 35     |
| 50        | 3.41 | 34     |



PLANO DE REF. A 200m E COTAS DO TERRENO

| NUMERO DOS APOIOS                 | 14            | 1        | 2                 | 1          |
|-----------------------------------|---------------|----------|-------------------|------------|
| TIPO, ALTURA E ARMACAO DOS APOIOS | RS94/22.6E.E1 | F15CM/27 | MM04.2250/18TAN60 | RS9/17E.E1 |
| TIPO E FIXACAO DOS CONDUTORES     | sTs.ASH       | AS.ASH   | ASH.ASH           | ASH        |
| DISTANCIA A ORIGEM                | 0.0           | 130      | 278.00            | 351.00     |
| DISTANCIA ENTRE APOIOS            |               | 130      | 148               | 73         |
| ORIENTACAO DOS APOIOS             |               |          |                   |            |
| NUMERO DAS ESTACOES               |               |          |                   |            |

Linha  
VAROSA-VIDAGO (troço VRS-VRL)  
Arq.463 Proc.1/20061  
23.05.66

CÂNDIDO TEIXEIRA MESQUITA  
JOÃO DE JESUS PINTO BARROS  
VINHAS  
CÂNDIDO TEIXEIRA MESQUITA  
COLOMBANO

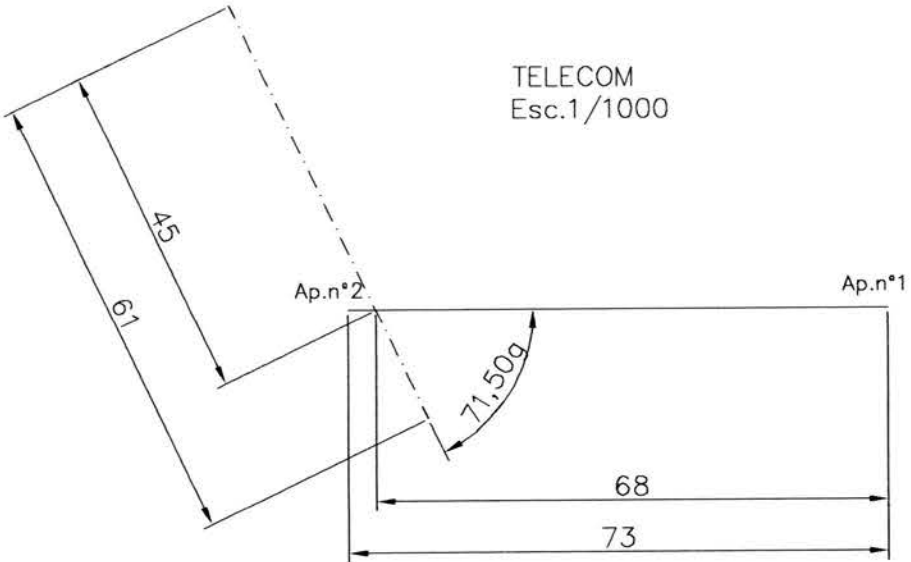
BAIRRO-S.JOÃO DE LOBRIGOS IV  
Nº27/Stª. MARTA DE PENAGUIÃO  
Arq.463 Proc.1/6297  
17.02.83

- E-travessa existente
- E1-travessa Gp/RS94 aberta a 6m do topo
- T=449Cu

• T=451Cu

• T=184Cu

E-travessa existente  
E1-travessa M p/RS9 aberta a 2.3m do topo



TELECOM  
Esc.1/1000

| INDICE | DESCRIÇÃO                                           | DATA | ALTERADO | APROVADO | DATA | RUBRICA |
|--------|-----------------------------------------------------|------|----------|----------|------|---------|
|        | FORMATO                                             |      |          |          |      |         |
|        | OUTPUT                                              |      |          |          |      |         |
|        | ESCALAS                                             |      |          |          |      |         |
|        | 1:2500                                              |      |          |          |      |         |
|        | 1:500                                               |      |          |          |      |         |
|        | 1:1000                                              |      |          |          |      |         |
|        | LN 30 kV                                            |      |          |          |      |         |
|        | PERFIL, PLANTA PARCELAR E INTERFERÊNCIAS            |      |          |          |      |         |
|        | INTERLIGAÇÃO                                        |      |          |          |      |         |
|        | VAROSA-VIDAGO (troço VRS-VRL) - Ap.nº14 com o Ramal |      |          |          |      |         |
|        | BAIRRO - S. JOÃO DE LOBRIGOS IV (Ap.nº 1)           |      |          |          |      |         |
|        | Nº27/Stª. MARTA DE PENAGUIÃO                        |      |          |          |      |         |
|        | SUBSTITUI                                           |      |          |          |      |         |
|        | CÓDIGO DO CAMPO DE APLICAÇÃO                        |      |          |          |      |         |
|        | DOCUMENTO Nº                                        |      |          |          |      |         |
|        | INDICE                                              |      |          |          |      |         |

## Anexo IX

# **MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA**

### **ENTIDADE:**

***EDP-DISTRIBUIÇÃO ENERGIA, S. A.***  
***ÁREA DE REDE TRÁS-OS-MONTES – VILA REAL***

### **INSTALAÇÃO PROJECTADA:**

Interligação a 30 kV LN Varosa – Vidago troço (VRS-VRL)  
(ap. nº 14) com Ramal Bairro - S. João de Lobrigos IV (ap.  
nº1), Nº 27 / SMP.

**Origem:** Ver anexo.

**Objectivo:** Ver anexo.

#### **Localização:**

**Freguesia:** Lobrigos (S. João Baptista).  
**Concelho:** Santa Marta de Penaguião.

**Traçado:** De acordo com os desenhos anexos

#### **Características:**

**Neutro da rede:** isolado.

**Isoladores:** De cadeia tipo \_U70\_BS da E.E.C.

**Apoios:** Betão e metálicos.

**Armações:** Triângulo tipo: TAN 60 e p/ F15-  
Esteira Horizontal: G e M  
Galhardete tipo: -----

#### **Travessias e Cruzamentos:**

Estradas Nacionais: -----  
Telecom: -----

### **CÁLCULOS:**

VER EM ANEXO

## **ANEXO À MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA**

Refere-se o presente projecto à Interligação a 30 kV entre o ap. nº 14 da LN Varosa – Vidago, troço (VRS-VRL), (Arq. 463, Proc. 1/20061 de 23.05.66) com o ap. nº1 do Ramal Bairro - S. João de Lobrigos IV, Nº 27 (Arq.463, Proc. 6297 de 17/02/83)/ SMP.  
Esta interligação que é executada em condutores de AA 50 mm<sup>2</sup>, com 0,351 km de comprimento, tem por objectivo a melhoria da Qualidade de Serviço na zona.

**O Autor do Projecto**

Maria Edite Ferreira Arcanjo  
DGE Nº 20379

**O Técnico Responsável**

Marcelino Ribeiro Pericão  
DGE Nº 20411

## Anexo X

Método de Newton para Polinómios – Método iterativo para resolução de equações

Fórmula de recorrência

$$x_{k+1} = x_k - \frac{p(x)}{p'(x)}$$

Escolha do ponto inicial: Considera-se apenas os 3 termos de ordem mais elevada. Uma das soluções dessa equação, pode ser o ponto inicial.

Exemplo:

Para resolver uma equação de grau 3:

$$p(x) = a_1x^3 + a_2x^2 + a_3x + a_4$$

$$p'(x) = 3.a_1x^2 + 2.a_2x + a_3$$

O ponto inicial é uma das soluções da seguinte equação:

$$a_1x^2 + a_2x + a_3 = 0$$

Determinado o ponto inicial, aplica-se a fórmula de recorrência.

O número de iterações, depende do critério de paragem, por exemplo:

$$x_{k+1} - x_k < 0,001$$

## Anexo XI

### Força do Vento sobre os Acessórios

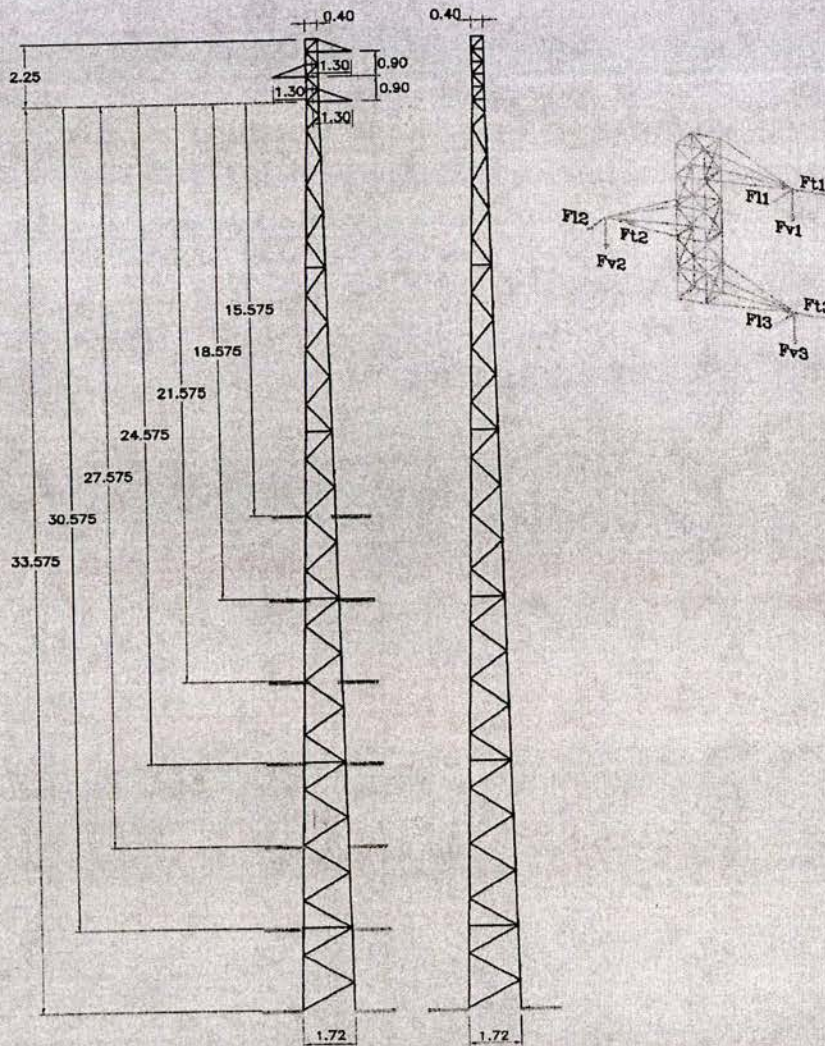
| Acessório                       | Força (daN) |        |
|---------------------------------|-------------|--------|
|                                 | 15 kV       | 30 kV  |
| Rígido Simples                  | 1,80        | 3,25   |
| Rígido Duplo                    | 2,70        | 4,80   |
| Amarração ou Suspensão Simples  | 2,50        | 3,75   |
| Amarração ou Suspensão Dupla    | 3,75        | 5,62   |
| Seccionador sem Travessa        | 100,00      | 120,00 |
| Seccionador com Travessa        | 105,00      | 125,00 |
| Seccionador + Travessa + Caixas | 120,00      | 140,00 |
| Transformador + Seccionador     | 150,00      | 200,00 |
| Bolas de Sinalização            | 10,00       | 10,00  |

## Anexo XII



*Apoles série F*

### Linhas de Média Tensão – Poste tipo F15CM



Requerente: \_\_\_\_\_ Procº Nº: \_\_\_\_\_  
Lugar: \_\_\_\_\_ Tipo de Projecto: \_\_\_\_\_ Inicial \_\_\_\_\_ Aditamento \_\_\_\_\_  
Freguesia: \_\_\_\_\_ Concelho: \_\_\_\_\_

| ITEM     | REQUISITOS                                         | C | NC | OBSERVAÇÕES |
|----------|----------------------------------------------------|---|----|-------------|
| <b>1</b> | <b>PROCESSO / PEÇAS ESCRITAS E DESENHADAS</b>      |   |    |             |
| 1.1      | NÚMERO DE EXEMPLARES                               |   |    |             |
| 1.2      | TERMO DE RESPONSABILIDADE (BI + INSC. DGGE)        |   |    |             |
| 1.3      | PLANTA DE LOCALIZAÇÃO C/ ESCALA CONVENIENTE        |   |    |             |
| 1.4      | PEÇAS NUMERADAS E RUBRICADAS                       |   |    |             |
| 1.5      | REFERÊNCIA ÀS NORMAS EDP E OUTRAS                  |   |    |             |
| 1.6      | MEDIÇÕES / ORÇAMENTO                               |   |    |             |
| 1.7      | CORRESPONDÊNCIA PEÇAS DESENHADAS / MEM. DESCRITIVA |   |    |             |
| 1.8      |                                                    |   |    |             |
| <b>2</b> | <b>ALIMENTAÇÃO DE ENERGIA / REDE TUBAGENS</b>      |   |    |             |
| 2.1      | REDE DE TUBAGENS PARA ALIMENTAÇÃO                  |   |    |             |
| 2.2      | POTÊNCIA GLOBAL A ALIMENTAR                        |   |    |             |
| 2.3      | MAPA DE POTÊNCIAS ATRIBUÍDAS POR LOTE / ENTRADA    |   |    |             |
| 2.4      | COEFICIENTES DE SIMULTANEIDADE                     |   |    |             |
| 2.5      | VIABILIDADE DE ALIMENTAÇÃO EM BAIXA TENSÃO         |   |    |             |
| 2.6      |                                                    |   |    |             |
| <b>3</b> | <b>POSTOS DE TRANSFORMAÇÃO</b>                     |   |    |             |
| 3.1      | PROJECTO TIPO DGE OU HOMOLOGADO NA DGE             |   |    |             |
| 3.2      | CELAS DE ENTRADA / SAÍDA MT                        |   |    |             |
| 3.3      | TRANSFORMADOR DE POTÊNCIA MT / BT                  |   |    |             |
| 3.4      | LIGAÇÃO TRANSFORMADOR / QGBT                       |   |    |             |
| 3.5      | QUADRO GERAL DE BAIXA TENSÃO                       |   |    |             |
| 3.6      | COMANDO DE CIRCUITOS DE ILUM. PÚBLICA              |   |    |             |
| 3.7      |                                                    |   |    |             |
| 3.8      |                                                    |   |    |             |
| 3.9      |                                                    |   |    |             |
| <b>4</b> | <b>REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA EM BT</b>       |   |    |             |
| 4.1      | TIPO DE REDE AÉREA / SUBTERRÂNEA                   |   |    |             |
| 4.2      | VALAS E FUNDAÇÕES                                  |   |    |             |
| 4.3      | SINALIZAÇÃO E PROTECÇÃO MECÂNICA                   |   |    |             |
| 4.4      | CABOS E ACESSÓRIOS                                 |   |    |             |
| 4.5      | ARMÁRIOS E CAIXAS DE DISTRIBUIÇÃO                  |   |    |             |
| 4.6      | DIMENSIONAMENTO E PROTECÇÕES                       |   |    |             |
| 4.7      | LIGAÇÕES À TERRA DE PROTECÇÃO E DE SERVIÇO         |   |    |             |
| 4.8      |                                                    |   |    |             |
| 4.9      |                                                    |   |    |             |
| <b>5</b> | <b>REDE DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA</b>                  |   |    |             |
| 5.1      | TIPO DE REDE AÉREA / SUBTERRÂNEA                   |   |    |             |
| 5.2      | VALAS E FUNDAÇÕES                                  |   |    |             |
| 5.3      | SINALIZAÇÃO E PROTECÇÃO MECÂNICA                   |   |    |             |
| 5.4      | CABOS E ACESSÓRIOS                                 |   |    |             |
| 5.5      | COLONAS DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA                      |   |    |             |
| 5.6      | LUMINÁRIAS DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA                   |   |    |             |
| 5.7      | DIMENSIONAMENTO E PROTECÇÕES                       |   |    |             |
| 5.8      | LIGAÇÕES À TERRA DE PROTECÇÃO/NEUTRO               |   |    |             |
| 5.9      |                                                    |   |    |             |
| 5.10     |                                                    |   |    |             |
| <b>6</b> | <b>RAMAIS / REDE DE TUBAGENS</b>                   |   |    |             |
| 6.1      | DIMENSIONAMENTO DOS TUBOS                          |   |    |             |
| 6.2      | CAIXAS DE VISITAS                                  |   |    |             |
| 6.3      | PROTECÇÕES                                         |   |    |             |
| 6.4      |                                                    |   |    |             |
| 6.5      |                                                    |   |    |             |

## PARECER

- |                                                 |                                                       |
|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> APROVAR SEM RESTRIÇÕES | <input type="checkbox"/> CONVOCAR TÉCNICO RESPONSÁVEL |
| <input type="checkbox"/> APROVAR COM CLÁUSULAS  | <input type="checkbox"/> DEVOLVER PARA REFORMULAÇÃO   |

99-99-9999

Notas: - Assinalar cada requisito com uma cruz em C (conforme) ou em NC (não conforme). Se o requisito não for aplicável traçar C e NC.  
- Este relatório não é exaustivo pelo que não dispensa o cumprimento de todos os regulamentos e normas em vigor.

TMPC-LUP



## **Anexo XV**

### **Planeamento – Caso Estudo**

# ANÁLISE TÉCNICO-ECONÓMICA DE INVESTIMENTOS

Benefícios Variáveis ( $V_v < 0$ )  
Preços Constantes, Ano de referência de Preços e Valorização de Benefícios:  $naou$

PROGRAMA DE INVESTIMENTO: **TM05045** **TM05045 - LMG0015 C02 CEPÕES-VALE**

Departamento Proponente: **PRPBT-TM**

Alternativa: **A2**

Tipo:

| Evolução Temporal |                                                         |            |               |
|-------------------|---------------------------------------------------------|------------|---------------|
| ---               | ---                                                     | ---        | ---           |
| Ano 0             | Início do Investimento:                                 | 01-01-2006 | → Ano -K: --- |
| Ano 25            | Fim do Investimento:                                    | 31-12-2006 | → Ano 0: 2006 |
| Ano 25            | Tempo de utilização das instalações (horiz. de estudo): | N=         | 25 anos       |
| Ano 25            | Tempo de vida económica das instalações (vida útil):    | T=         | 25 anos       |

Obs: 14 Nov = 5 (2001)

OBS:

Valor Residual (VR) (Ano T) = 0 €

Coefficiente de Encargos de Gestão (CEG) = 13,36 %  
Coefficiente de Encargos de Estrutura (CEE) = 16,91 %  
Coefficiente de Encargos Financeiros (CEF) = 1,01 %  
Custo Total / Valor de Custo = 1,34 p.u.

## Resultado Económico do Programa de Investimento:

B/C = 3,52 p.u. TRI = 35,29 % VAL = 71.715 €

Benefícios Associados ao Programa no 'Ano 1':

Σ Benef. (Ano 1 Actual, 'Ano 0') = 10.029 €

Benefícios Associados ao Programa:

Σ Benef. e Desinv. Anteriores ao 'Ano 1' Actual, 'Ano 0' (cts.) = 0 €

Σ Benef. e Desinv. a partir do 'Ano 1' Actual, 'Ano 0' (cts.) = 0 €

Σ Benef. de Objectivos, a partir do 'Ano 1' Actual, 'Ano 0' = 100.136 €

Total dos Benef. (Actual, 'Ano 0') = 100.136 €

| Valor dos Benefícios e Relação (Benef./Total Benef.) |         |        |                            |           |          |
|------------------------------------------------------|---------|--------|----------------------------|-----------|----------|
| B10 - Red. de ENF                                    | 0 €     | 0,00 % | C16 - Red. C. EXPLOR. (MT) | 0 €       | 0,00 %   |
| C10 - Red. de PERDAS (AT)                            | 0 €     | 0,00 % | C17 - Red. C. EXPLOR. (BT) | 0 €       | 0,00 %   |
| C11 - Red. de PERDAS (MT)                            | 0 €     | 0,00 % | B14 - REG. TENSÃO wv(AT)   | 0 €       | 0,00 %   |
| C12 - Red. de PERDAS (BT)                            | 3 208 € | 3,20 % | B15 - REG. TENSÃO wv (MT)  | 96 928 €  | 96,80 %  |
| C13 - Red. CONSERV. (ENF)                            | 0 €     | 0,00 % | B16 - REG. TENSÃO wv (BT)  | 0 €       | 0,00 %   |
| B11 - REG. TENSÃO wv (AT)                            | 0 €     | 0,00 % | -----                      | 0 €       | 0,00 %   |
| B12 - REG. TENSÃO wv (MT)                            | 0 €     | 0,00 % | -----                      | 0 €       | 0,00 %   |
| B13 - REG. TENSÃO wv (BT)                            | 0 €     | 0,00 % | TOTAL                      | 100.136 € | 100,00 % |

Custos Associados ao Programa:

Σ Investimento (Actual, 'Ano 0') = 28.421 €

Σ Custos Anteriores ao 'Ano 1' Actual, 'Ano 0' = 28.421 €

Inv. Extr. Resíduo (Actual, 'Ano 0') = 0 €

Σ Custos a partir do 'Ano 1' Actual, 'Ano 0' = 0 €

Σ Custos (Benef. Neg.) Ant. ao 'Ano 1' Actual, 'Ano 0' = 0 €

Total dos Custos (Actual, 'Ano 0') = 28.421 €

Valor Remanescente do Programa:

V<sub>rem</sub> (Actual, 'Ano 0') = 0 €

Benefício do Programa [B = Total Benef. (Actual, 'Ano 0') + V<sub>rem</sub> (Actual, 'Ano 0')] para V<sub>rem</sub> (Actual, 'Ano 0') >= 0

B = 100.136 €

[B = Total Benef. (Actual, 'Ano 0')] para V<sub>rem</sub> (Actual, 'Ano 0') < 0

Custo do Programa [C = Total Custos (Actual, 'Ano 0')] para V<sub>rem</sub> (Actual, 'Ano 0') >= 0

C = 28.421 €

[C = Total Custos (Actual, 'Ano 0') - V<sub>rem</sub> (Actual, 'Ano 0')] para V<sub>rem</sub> (Actual, 'Ano 0') < 0

Valor de Custo Global = 21.231 €

# Duração

Page: 1

Electrocorder by Osprey Ltd - www.electrocorder.com - v3.0.0 Build 0003

| Tensão | Duração         | Duração da % | Duração da % < V | Total de leituras |
|--------|-----------------|--------------|------------------|-------------------|
| 186    | 0 dias 00:01:00 | 0,01%        | 0,01%            | 1                 |
| 191    | 0 dias 00:03:00 | 0,03%        | 0,04%            | 3                 |
| 192    | 0 dias 00:05:00 | 0,05%        | 0,09%            | 5                 |
| 193    | 0 dias 00:05:00 | 0,05%        | 0,14%            | 5                 |
| 194    | 0 dias 00:11:00 | 0,11%        | 0,25%            | 11                |
| 195    | 0 dias 00:11:00 | 0,11%        | 0,36%            | 11                |
| 196    | 0 dias 00:24:00 | 0,24%        | 0,59%            | 24                |
| 197    | 0 dias 00:33:00 | 0,33%        | 0,92%            | 33                |
| 198    | 0 dias 00:40:00 | 0,40%        | 1,31%            | 40                |
| 199    | 0 dias 01:22:00 | 0,81%        | 2,12%            | 82                |
| 200    | 0 dias 01:10:00 | 0,69%        | 2,82%            | 70                |
| 201    | 0 dias 01:23:00 | 0,82%        | 3,64%            | 83                |
| 202    | 0 dias 02:02:00 | 1,21%        | 4,84%            | 122               |
| 203    | 0 dias 02:26:00 | 1,44%        | 6,28%            | 146               |
| 204    | 0 dias 03:12:00 | 1,90%        | 8,18%            | 192               |
| 205    | 0 dias 03:46:00 | 2,23%        | 10,41%           | 226               |
| 206    | 0 dias 04:03:00 | 2,40%        | 12,81%           | 243               |
| 207    | 0 dias 04:27:00 | 2,64%        | 15,45%           | 267               |
| 208    | 0 dias 04:46:00 | 2,83%        | 18,28%           | 286               |
| 209    | 0 dias 04:51:00 | 2,88%        | 21,15%           | 291               |
| 210    | 0 dias 05:43:00 | 3,39%        | 24,54%           | 343               |
| 211    | 0 dias 05:57:00 | 3,53%        | 28,07%           | 357               |
| 212    | 0 dias 05:46:00 | 3,42%        | 31,49%           | 346               |
| 213    | 0 dias 06:36:00 | 3,91%        | 35,40%           | 396               |
| 214    | 0 dias 06:12:00 | 3,68%        | 39,08%           | 372               |
| 215    | 0 dias 06:21:00 | 3,76%        | 42,84%           | 381               |
| 216    | 0 dias 06:45:00 | 4,00%        | 46,84%           | 405               |
| 217    | 0 dias 06:54:00 | 4,09%        | 50,93%           | 414               |
| 218    | 0 dias 07:21:00 | 4,36%        | 55,29%           | 441               |
| 219    | 0 dias 06:09:00 | 3,65%        | 58,94%           | 369               |
| 220    | 0 dias 05:47:00 | 3,43%        | 62,37%           | 347               |
| 221    | 0 dias 06:53:00 | 4,08%        | 66,45%           | 413               |
| 222    | 0 dias 07:16:00 | 4,31%        | 70,75%           | 436               |
| 223    | 0 dias 06:13:00 | 3,69%        | 74,44%           | 373               |
| 224    | 0 dias 07:22:00 | 4,37%        | 78,81%           | 442               |
| 225    | 0 dias 07:15:00 | 4,30%        | 83,10%           | 435               |
| 226    | 0 dias 06:12:00 | 3,68%        | 86,78%           | 372               |
| 227    | 0 dias 05:27:00 | 3,23%        | 90,01%           | 327               |
| 228    | 0 dias 04:51:00 | 2,88%        | 92,89%           | 291               |
| 229    | 0 dias 04:09:00 | 2,46%        | 95,35%           | 249               |
| 230    | 0 dias 02:56:00 | 1,74%        | 97,09%           | 176               |
| 231    | 0 dias 02:23:00 | 1,41%        | 98,50%           | 143               |
| 232    | 0 dias 01:21:00 | 0,80%        | 99,30%           | 81                |
| 233    | 0 dias 00:49:00 | 0,48%        | 99,78%           | 49                |
| 234    | 0 dias 00:17:00 | 0,17%        | 99,95%           | 17                |
| 235    | 0 dias 00:05:00 | 0,05%        | 100,00%          | 5                 |

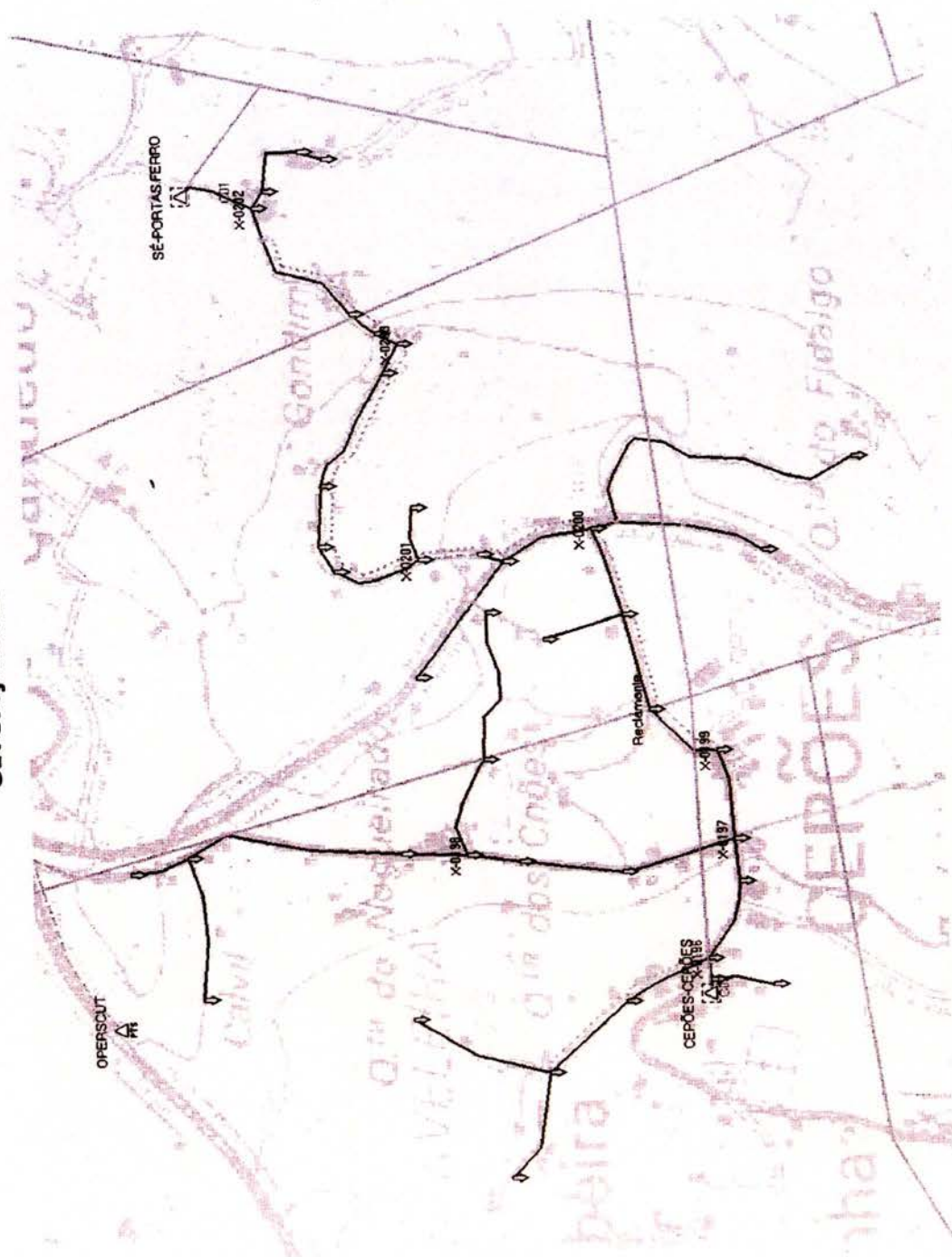
$\Delta U_{95\%} = 12,13\%$

$\Delta U_{máx} = 19,13\%$

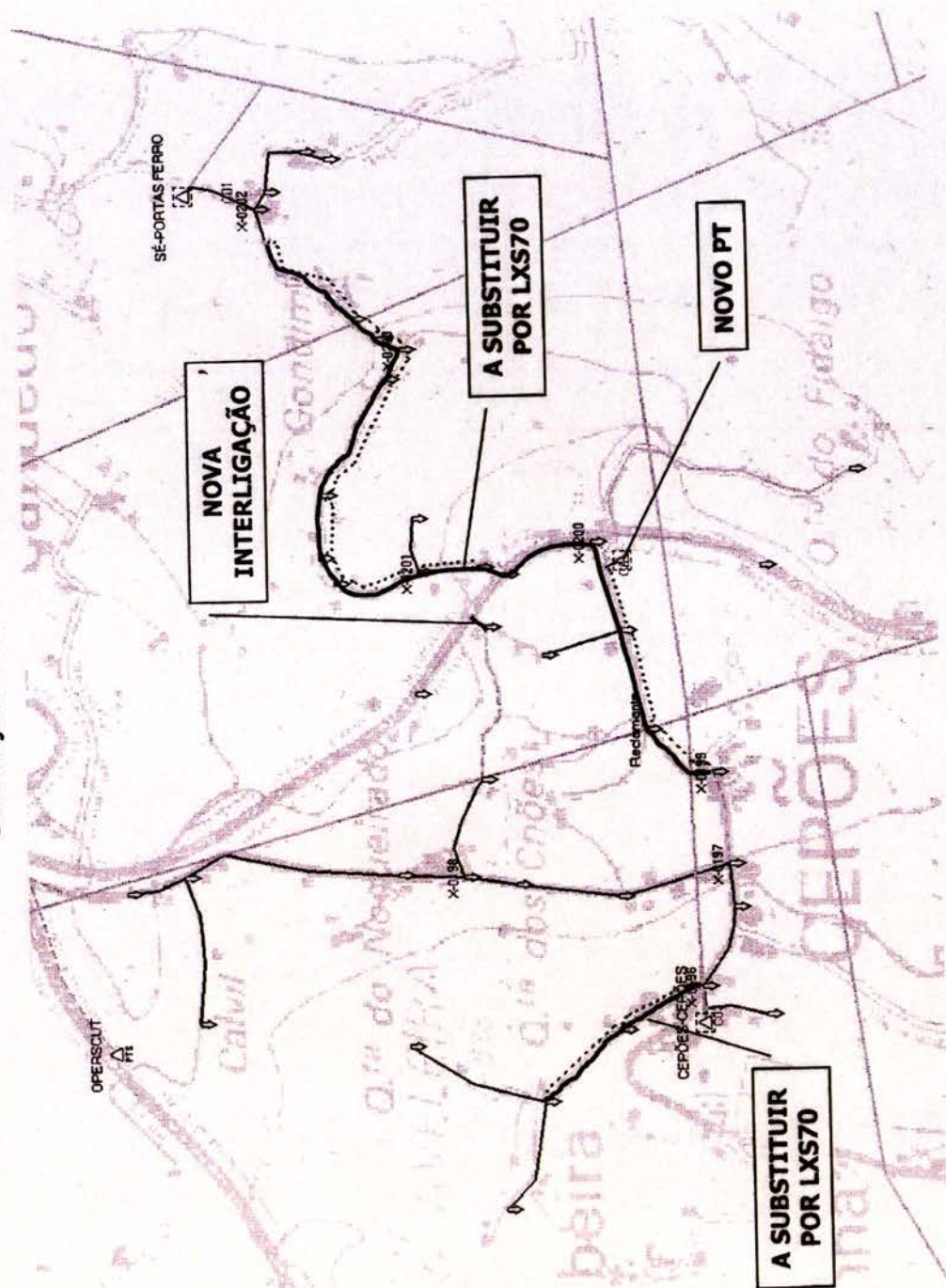
$\Delta U_{95\%} = 12,13\%$

$\Delta U_{máx} = 19,13\%$

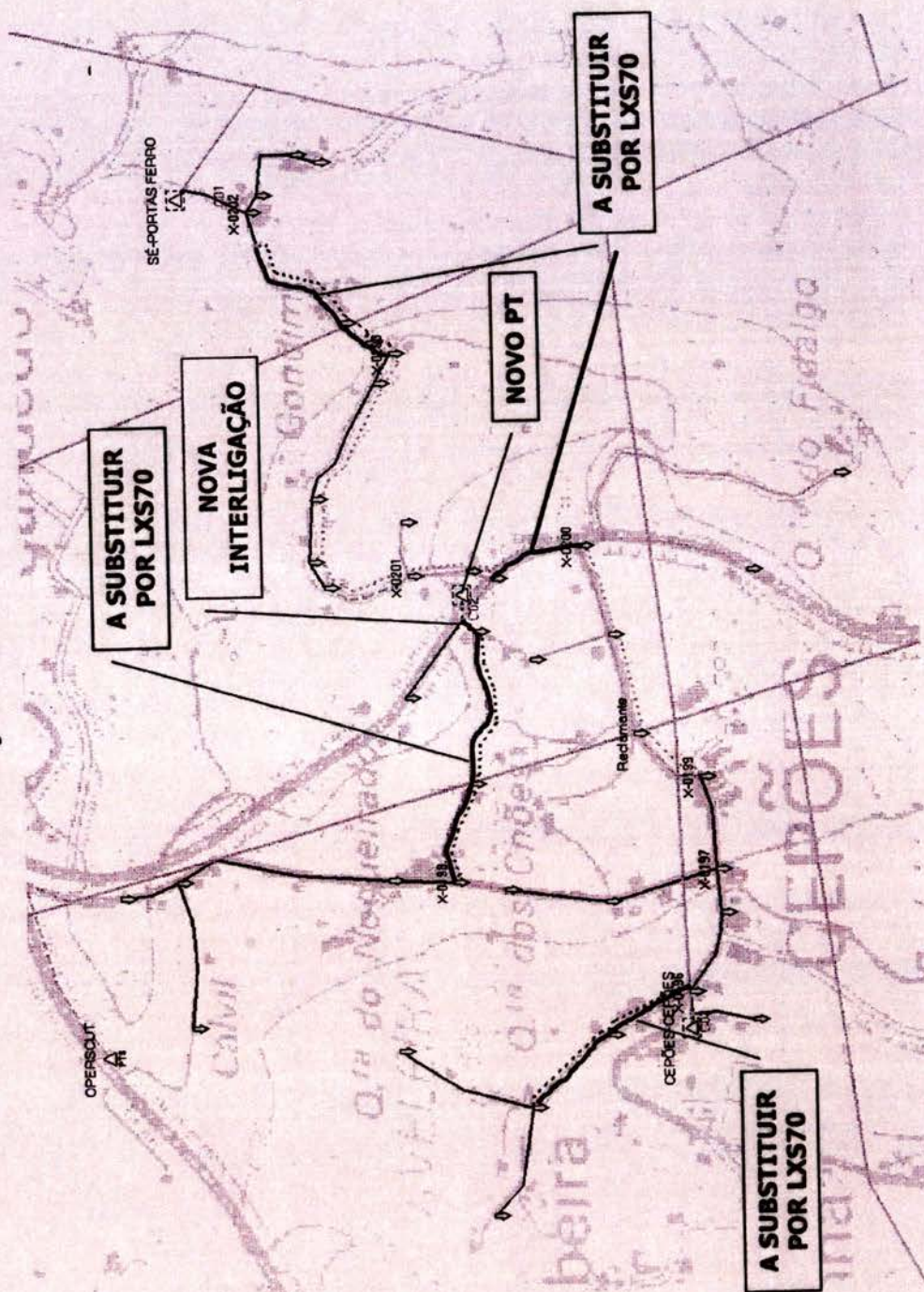
## SITUAÇÃO ACTUAL



## SITUAÇÃO PROPOSTA 1



## SITUAÇÃO PROPOSTA 2



# Anexo XVI.I

## MANUTENÇÃO PREVENTIVA DE LINHAS AÉREAS - MT

### FICHA DE INSPECÇÃO

A R LINHA

Executante  
Dep. / Empresa  
Nome / N° Trab.  
Rúbrica / Data

Departamento  
O Responsável  
Data

| TRABALHOS A EFECTUAR       |                                                          | NUMERAÇÃO DOS APOIOS |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|----------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|                            |                                                          | 1                    | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 |
| <b>APOIOS</b>              |                                                          |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 1                          | SEM NUMERAÇÃO VISÍVEL                                    |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 2                          | SEM SINALIZAÇÃO DE " PERIGO DE MORTE "                   |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 3                          | DE BETÃO COM FISSURAS OU LASCADO                         |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 4                          | METÁLICO CORROÍDO (SOLDADURAS E APERTOS MECÂNICOS)       |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 5                          | COM PERIGO PARA A CIRCULAÇÃO RODOVIÁRIA                  |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 6                          | DESAPRUMADO (INCLINADO)                                  |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 7                          | MACIÇO EM MÁS CONDIÇÕES DE ESTABILIDADE                  |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| <b>ARMAÇÕES DOS APOIOS</b> |                                                          |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 8                          | EM MAU ESTADO (CORROSÃO)                                 |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 9                          | TRAVESSAS INCLINADAS OU DESLOCADAS                       |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| <b>ISOLADORES</b>          |                                                          |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 10                         | RACHADOS, PARTIDOS E / OU CONTORNADOS                    |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 11                         | CADELAS DE SUSPENSÃO INCLINADAS                          |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 12                         | ACESSÓRIOS DE FIXAÇÃO EM MAU ESTADO (RÓTULAS...)         |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 13                         | NECESSIDADE DE REFORÇAR O ISOLAMENTO                     |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| <b>CONDUTORES</b>          |                                                          |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 14                         | PINÇAS DE SUSPENSÃO E / OU AMARRAÇÃO EM MAU ESTADO       |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 15                         | FILAÇAS A SUBSTITUIR                                     |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 16                         | LIGADORES EM MAU ESTADO                                  |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 17                         | ARCOS / FIADORES EM MAU ESTADO                           |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 18                         | CONDUTORES EM MAU ESTADO (FIOS PARTIDOS)                 |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 19                         | CONDUTORES DESREGULADOS                                  |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 20                         | UNIÕES EM MAU ESTADO                                     |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 21                         | OBJECTOS ESTRANHOS                                       |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| <b>IAR's, IAS's, DAR's</b> |                                                          |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 22                         | LIGAÇÕES DEFICIENTES                                     |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 23                         | COMANDOS EM MAU ESTADO                                   |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 24                         | FOCOS DE CORROSÃO                                        |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 25                         | ISOLADORES EM MAU ESTADO                                 |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 26                         | IDENTIFICAÇÃO DO APOIO (Nº, NOMENCLATURA DA LINHA, NOME) |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

### INSTRUÇÕES DE PREENCHIMENTO

- A) Assinalar apenas as anomalias detectadas na quadrícula respectiva, com a indicação da prioridade (1, 2, 3), para a sua resolução.  
Prazos de resolução (dias): 1 - IMEDIATA; 2 - ≤ 15; 3 - ≤ 60
- B) Nas Distâncias, Cruzamentos e Travessias, anotar somente as não regulamentares, indicando o valor medido
- C) Anexar à ficha o esquema unifilar actualizado durante a inspecção (novos Cruzamentos, Travessias, etc.)

FI01 LA MT

Manual de Manutenção de Linhas MT - Versão: 00  
Julho 2000

| TRABALHOS A EFECTUAR                                    |                                                                              | NUMERAÇÃO DOS APOIOS |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|                                                         |                                                                              | 1                    | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 |
| <b>SECCIONADORES / INTERRUPTORES</b>                    |                                                                              |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 27                                                      | CONTACTOS EM MAU ESTADO                                                      |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 28                                                      | LIGAÇÕES DEFICIENTES                                                         |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 29                                                      | COMANDOS EM MAU ESTADO                                                       |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 30                                                      | ISOLADORES EM MAU ESTADO                                                     |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 31                                                      | FOCOS DE CORROSÃO                                                            |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 32                                                      | IDENTIFICAÇÃO DO APOIO (Nº, NOMENCLATURA DA LINHA, NOME)                     |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| <b>TERRAS</b>                                           |                                                                              |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 33                                                      | CIRCUITOS DE TERRA EM MAU ESTADO                                             |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 34                                                      | MEDIÇÃO DA TERRA DE PROTECÇÃO NOS APOIOS COM DISPOSITIVOS DE MANOBRA         |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| <b>CAIXAS DE TRANSIÇÃO</b>                              |                                                                              |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 35                                                      | ISOLADORES OU MANGAS EM MAU ESTADO                                           |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 36                                                      | DERRAME DE LÍQUIDOS ISOLANTES                                                |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 37                                                      | ESTADO DA TRAVESSA DE SUPORTE                                                |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| <b>DESCARREGADORES DE SOBRETENSÕES</b>                  |                                                                              |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 38                                                      | EM MAU ESTADO                                                                |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 39                                                      | PONTOS DE CORROSÃO NOS SEUS SUPORTES                                         |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 40                                                      | LIGAÇÕES À TERRA DEFICIENTES                                                 |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| <b>TRANSFORMADORES DE TENSÃO</b>                        |                                                                              |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 41                                                      | ISOLADORES EM MAU ESTADO                                                     |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 42                                                      | FOCOS DE CORROSÃO                                                            |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| <b>DISTÂNCIAS, CRUZAMENTOS, VIZINHANÇA E TRAVESSIAS</b> |                                                                              |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 43                                                      | DOS CONDUTORES AO SOLO                                                       |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 44                                                      | DOS CONDUTORES ÀS ÁRVORES                                                    |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 45                                                      | DOS CONDUTORES AOS EDIFÍCIOS                                                 |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 46                                                      | DOS CONDUTORES A OBSTÁCULOS DIVERSOS                                         |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 47                                                      | DOS CONDUTORES AS AUTOESTRADAS, EST. NAC./MUNICIPAIS                         |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 48                                                      | DOS CONDUTORES AOS CURSOS DE AGUAS NAVEGÁVEIS OU NÃO                         |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 49                                                      | CONDIÇÕES TRAVESSIAS / CRUZAMENTOS COM CAMINHOS DE FERRO                     |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 50                                                      | CRUZAMENTOS COM OUTRAS LINHAS AÉREAS                                         |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 51                                                      | VIZINHANÇAS COM ESTRADAS, CURSOS AGUA, CAMINHOS FERRO E OUTRAS LINHAS AÉREAS |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| <b>TRAÇADO</b>                                          |                                                                              |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 52                                                      | EXISTE NECESSIDADE DE PROCEDER A DESMATAÇÃO DA FAIXA                         |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 53                                                      | EXISTEM RAMOS A MENOS DE 3m DO CONDUTOR                                      |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 54                                                      | EXISTEM ÁRVORES CUJA QUEDA PODE ATINGIR A LINHA                              |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| <b>OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES</b>                       |                                                                              |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|                                                         |                                                                              |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|                                                         |                                                                              |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|                                                         |                                                                              |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|                                                         |                                                                              |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

## Anexo XVI.II

### MANUTENÇÃO PREVENTIVA DE POSTOS DE TRANSFORMAÇÃO – AÉREOS

#### FICHA DE INSPECÇÃO

|     |     |
|-----|-----|
| A R | PTD |
|-----|-----|

Executante \_\_\_\_\_  
 Dep. / Empresa \_\_\_\_\_  
 Nome / N° Trab. \_\_\_\_\_  
 Rúbrica / Data \_\_\_\_\_

Departamento \_\_\_\_\_  
 O Responsável \_\_\_\_\_  
 Data \_\_\_\_\_

| TRAVESSA                                |                               | PRIORIDADE<br>INTERV. A) |   |   | OBSERVAÇÕES |
|-----------------------------------------|-------------------------------|--------------------------|---|---|-------------|
|                                         |                               | 1                        | 2 | 3 |             |
| 1                                       | PINTURA – ESTADO GERAL        |                          |   |   |             |
| APOIO                                   |                               |                          |   |   |             |
| 2                                       | ESTADO GERAL                  |                          |   |   |             |
| 3                                       | ACESSOS                       |                          |   |   |             |
| PLATAFORMA                              |                               |                          |   |   |             |
| 4                                       | DO SECCIONADOR – ESTADO GERAL |                          |   |   |             |
| 5                                       | DO QUADRO – ESTADO GERAL      |                          |   |   |             |
| 6                                       | LIGAÇÃO À TERRA DE PROTECÇÃO  |                          |   |   |             |
| SECCIONADOR / INTERRUPTOR – SECCIONADOR |                               |                          |   |   |             |
| 7                                       | PINTURA – ESTADO GERAL        |                          |   |   |             |
| 8                                       | ISOLADORES – BIELAS           |                          |   |   |             |
| 9                                       | FACAS – MAXILAS               |                          |   |   |             |
| 10                                      | COMANDO – REENVIOS            |                          |   |   |             |
| BARRAMENTO                              |                               |                          |   |   |             |
| 11                                      | BARRAMENTO – ESTADO GERAL     |                          |   |   |             |
| TRANSFORMADOR                           |                               |                          |   |   |             |
| 12                                      | ESTADO GERAL DA PINTURA       |                          |   |   |             |
| 13                                      | ISOLADORES - PRIMÁRIO         |                          |   |   |             |
| 14                                      | ISOLADORES - SECUNDÁRIO       |                          |   |   |             |
| 15                                      | NÍVEL DE ÓLEO - FUGAS         |                          |   |   |             |
| 16                                      | SUPORTE                       |                          |   |   |             |

#### INSTRUÇÕES DE PREENCHIMENTO

- A) Assinalar com X a prioridade (1, 2, 3) na quadrícula respectiva, para a resolução das anomalias detectadas.  
 Prazos de resolução (dias): 1 - IMEDIATA; 2 - ≤ 15; 3 - ≤ 60
- B) Identificar em observações a localização exacta dos pontos quentes
- C) Terras (TP e TS) : Normal ≤ 20 Ω Necessita de Intervenção > 20 Ω

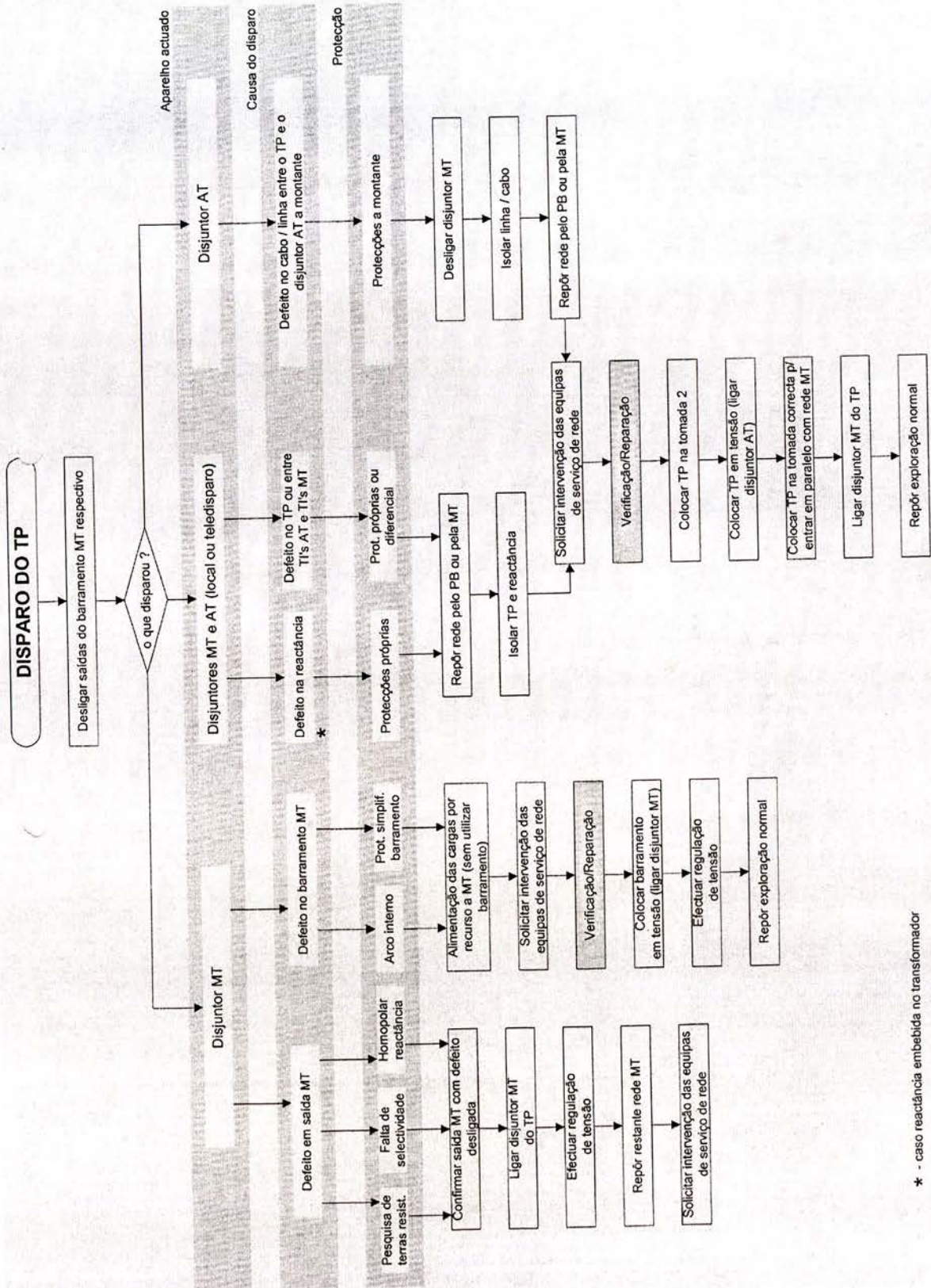
FI 01 PT

Manual de Manutenção de Postos de Transformação e Seccionamento – Versão: 00  
 Julho 2000

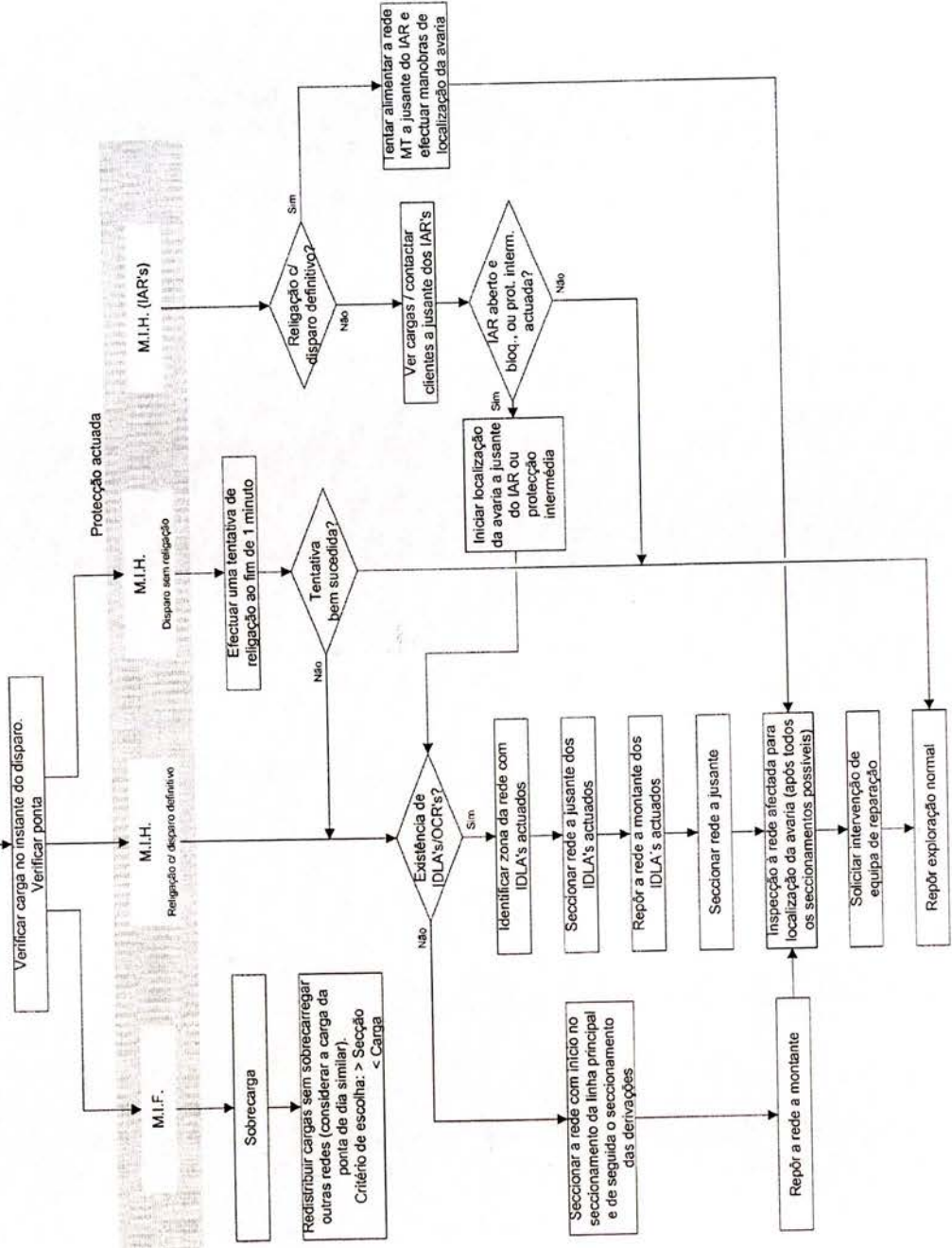
| DST (Pára-Raios)          |                                                       | PRIORIDADE INTERV. A) |   |   | OBSERVAÇÕES             |
|---------------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------|---|---|-------------------------|
|                           |                                                       | 1                     | 2 | 3 |                         |
| 17                        | ESTADO GERAL                                          |                       |   |   |                         |
| 18                        | CONSOLA - ESTADO GERAL                                |                       |   |   |                         |
| <b>TUBOS DE PROTECÇÃO</b> |                                                       |                       |   |   |                         |
| 19                        | ESTADO GERAL                                          |                       |   |   |                         |
| 20                        | FIXAÇÃO AO APOIO                                      |                       |   |   |                         |
| <b>QUADRO GERAL BT</b>    |                                                       |                       |   |   |                         |
| 21                        | INVÓLUCRO - ESTADO GERAL                              |                       |   |   |                         |
| 22                        | INVÓLUCRO - PINTURA                                   |                       |   |   |                         |
| 23                        | PLACA DE IDENTIFICAÇÃO E DE "PERIGO DE MORTE"         |                       |   |   |                         |
| 24                        | CADEADO / CHAVE                                       |                       |   |   |                         |
| 25                        | DOBRADIÇAS                                            |                       |   |   |                         |
| 26                        | INTERRUPTOR GERAL                                     |                       |   |   |                         |
| 27                        | RELÉS TÉRMICOS                                        |                       |   |   |                         |
| 28                        | IDENTIFICAÇÃO DE SAÍDAS BT                            |                       |   |   |                         |
| 29                        | BASES FUSÍVEIS                                        |                       |   |   |                         |
| 30                        | FUSÍVEIS                                              |                       |   |   |                         |
| 31                        | ENSAIO DE IP                                          |                       |   |   |                         |
| 32                        | CÉLULA FOTOELÉCTRICA                                  |                       |   |   |                         |
| 33                        | INTERRUPTOR HORÁRIO / ASTRONÓMICO                     |                       |   |   |                         |
| 34                        | CONTACTOR(ES)                                         |                       |   |   |                         |
| 35                        | EXISTÊNCIA DE PONTOS QUENTES BARRAMENTO / LIGAÇÕES B) |                       |   |   |                         |
| <b>MAPAS</b>              |                                                       |                       |   |   |                         |
| 36                        | MAPA DE REGISTO DE TERRAS C)                          |                       |   |   | TP:    Ω       TS:    Ω |
| 37                        | MAPA DE PRIMEIROS SOCORROS                            |                       |   |   |                         |
| <b>CONTADORES</b>         |                                                       |                       |   |   |                         |
| 38                        | CONTADOR TOTALIZADOR                                  |                       |   |   |                         |
| 39                        | CONTADOR DE IP                                        |                       |   |   |                         |
| 40                        | TI's                                                  |                       |   |   |                         |
| <b>LIMPEZA</b>            |                                                       |                       |   |   |                         |
| 41                        | ESTADO GERAL - LIMPEZA                                |                       |   |   |                         |

| OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES |  |
|----------------------------|--|
|                            |  |
|                            |  |
|                            |  |
|                            |  |
|                            |  |
|                            |  |

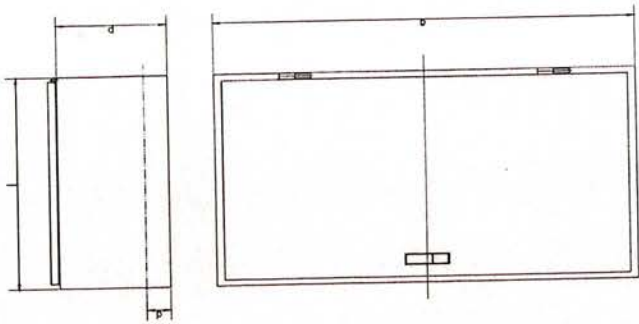
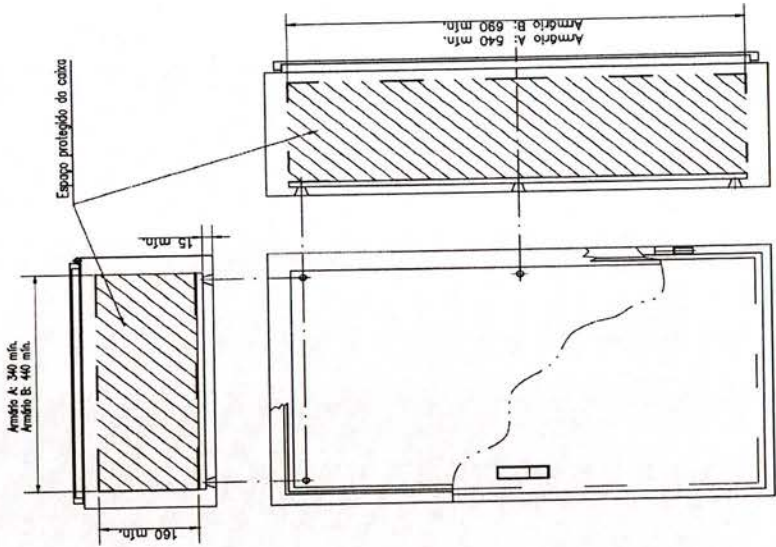
# Anexo XVII.I



DISPARO DE PROTECÇÃO DE SAÍDA MT DE REDE AÉREA

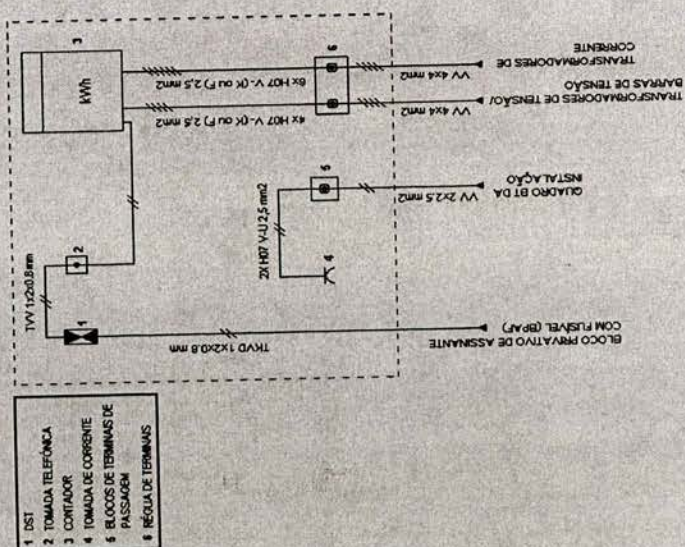
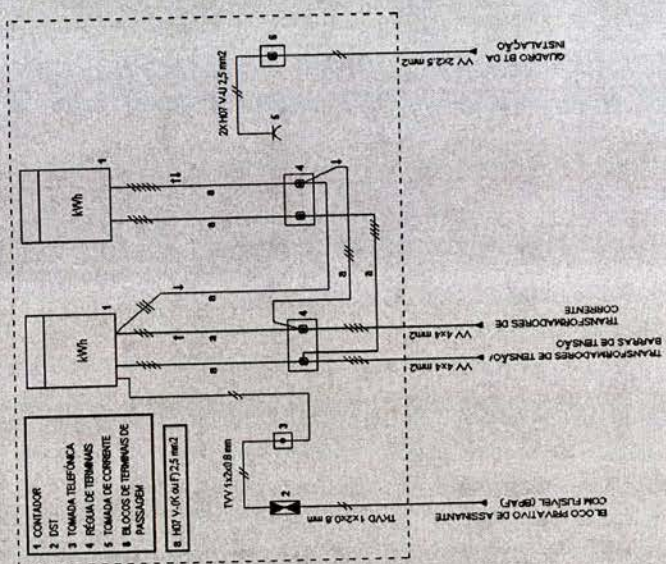


Anexo XV.I



| Tipo | Dimensões [mm] |     |     |    |
|------|----------------|-----|-----|----|
|      | a              | l   | p   | d  |
| A    | 600            | 400 | 210 | 45 |
| B    | 750            | 500 | 210 | 45 |

## Anexo XV.II





FACULDADE DE ENGENHARIA  
UNIVERSIDADE DO PORTO

BIBLIOTECA



0000105191