**Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto**




# Manual de Seccionadores da Rede de Distribuição MT

Marco André Lopes Geraldes

Dissertação realizada no âmbito do
Mestrado Integrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores
Major Energia

Orientador: Eng. José Ferreira de Almeida Cruz
Supervisora: Prof.ª Dr.ª Maria Helena Osório de Vasconcelos

Junho de 2008

© Marco André Lopes Geraldes, 2008

# AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar a minha gratidão a todas as pessoas que directa ou indirectamente contribuíram para a realização deste trabalho.

Em primeiro lugar, agradeço ao Eng. José Ferreira de Almeida Cruz, proponente da presente dissertação, por todo o incentivo, orientação e disponibilidade que me deu na sua elaboração.

Queria igualmente deixar uma palavra de agradecimento à minha supervisora, Professora Maria Helena Osório de Vasconcelos, pelo apoio e orientação prestados ao longo da elaboração desta dissertação.

Pela amabilidade que demonstraram, agradeço a todos aqueles que prontamente se dispuseram a falar sobre a sua experiência e conhecimento sobre seccionadores, nomeadamente aos senhores: Carlos Rodrigues da EDP Vila Real, António Santos da EPME, António Medeiros da EDS, António Pereira da EDP Chaves, José Leite da EDP Bragança, António Silva da MATEACE, Vitorino Rodrigues da CME, Domingos Alves e Basílio Campelo da antiga fábrica CHENOP.

Pela gentileza demonstrada aquando da visita às suas instalações, agradeço à empresa Jayme da Costa, na pessoa do Eng. Moreira Soares.

Agradeço à minha colega e amiga, Ana Luísa Gonçalves, pelo apoio e permanente incentivo, bem como pelo material de áudio - gravação que me disponibilizou, fundamental nas entrevistas realizadas para desenvolvimento deste trabalho de investigação.

Por último, agradeço a todos os meus amigos que directa ou indirectamente contribuíram para a realização deste Manual.

# RESUMO

Na presente dissertação são apresentados determinados ensinamentos sobre seccionadores, por forma a colmatar a falta de informação literária verificada, sobre esta matéria.

No sentido de minimizar os problemas e avarias existentes na Rede de Distribuição, muitos deles causados, como se conclui do trabalho de investigação realizado, pelo incorrecto manuseamento, bem como, pela insuficiente manutenção dos seccionadores, foi desenvolvido um manual técnico sobre os mesmos, com o objectivo de melhor elucidar essas práticas.

Para além dos aspectos anteriormente mencionados, um outro factor que influenciou a escrita do manual que fundamenta esta dissertação, é o facto de ser urgente que as novas gerações de técnicos da EDP e seus prestadores de serviços de empresas privadas tenham acesso a todo o tipo de instruções de uso e toda a informação relevante quer sobre os aparelhos antigos, mas que ainda funcionam actualmente na rede quer sobre os de fabrico actual.

Assim, o manual pretende reunir e organizar, ao longo das suas páginas, a máxima informação, oriunda de conhecimento empírico bem como de pesquisas bibliográficas efectuadas.

São, portanto, referidas características principais dos seccionadores existentes nas linhas aéreas da rede de Média Tensão, assim como aspectos importantes no que respeita à sua montagem, à sua manutenção e ao seu manuseamento, sendo salientadas as diferenças verificadas nas suas manobras de abertura e fecho.

Sendo o tema de Higiene e Segurança no Trabalho, actualmente, um assunto prioritário, são feitas algumas prescrições nesse sentido, a fim de maximizar a protecção não só dos aparelhos mas, ainda mais importante, a protecção das pessoas.

Por ser uma prática importante para o Sistema Eléctrico de Energia (SEE), nesta dissertação é apresentada, num dos seus capítulos, informação acerca de um tipo de trabalhos realizados na rede que, pela sua especificidade apresenta um carácter inovador.

***RESUMO***

# ABSTRACT

This thesis presents some knowledge about switching devices, regarding lack of published information about this matter.

In order to minimize the problems and failures in the Distribution Network, many of them caused, as was concluded from the research work carried out, not only by the incorrect handling but also by an inadequate maintenance of switching devices, a technical manual was developed on this type of device, to better clarify these practices.

In addition to the aspects mentioned above, another factor that has influenced the writing of the manual leading to this dissertation, is that it is urgent new generations of EDP's technicians and its service providers to have access to all kind of operating instructions and relevant information either on the old but still working equipment, and also on the new ones.

Thus, the manual aims to compile and organize, throughout their pages, the most possible information obtained from empirical knowledge as well as from bibliographic searches.

It is presented the basic features of switching devices found in the MV distribution lines network, as well as the important aspects regarding its assembly, its maintenance and its handling, and highlighted the differences in their opening and closing procedures.

Being nowadays the Health and Safety at Work a high priority, some advices are given in order to protect equipment and, first of all, people.

It is also presented information about an important practice for the Electrical Power System, which has an innovative nature.

***ABSTRACT***

# ÍNDICE

**ÍNDICE DE FIGURAS** 13

**ÍNDICE DE TABELAS** 15

**CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO** 17

1.1 Objectivo 17

1.2 Considerações Gerais 17

1.3 Estrutura da Dissertação 19

**CAPÍTULO 2: SECCIONADOR DE LINHAS AÉREAS** 21

2.1 Definições Gerais 21

2.2 Lista de Definições 24

**CAPÍTULO 3: SECCIONADOR SOCINAC (CHENOP)** 27

3.1 Características Principais 28

3.2 Manutenção 31

3.2.1 Lubrificação 31

3.2.2 Alinhamento entre as facas e as maxilas 33

3.2.3 Afinação das hastes de extinção 34

3.2.4 Aperto das maxilas 35

3.2.5 Outros procedimentos 36

3.3 Manuseamento 37

3.3.1 Abertura do seccionador 37

3.3.2 Fecho do seccionador 38

3.4 Terras 40

**CAPÍTULO 4: SECCIONADORES: JAYME DA COSTA, ISSO-SIGMA E EHMA** 41

4.1 Características Principais 42

4.2 Montagem 45

4.3 Manutenção 55

4.3.1 Lubrificação 55

4.3.2 Alinhamento entre as facas e as maxilas 57

4.3.3 Afinação das hastes de extinção 58

4.3.4 Outros procedimentos 59

4.4 Manuseamento 60

4.4.1 Abertura do seccionador 61

4.4.2 Fecho do seccionador 63

4.5 Terras 65

**CAPÍTULO 5: DIFERENÇAS NA ABERTURA E NO FECHO DOS DIFERENTES SECCIONADORES** 67

5.1 Abertura 68

5.2 Fecho 69

**CAPÍTULO 6: PRESCRIÇÕES DE SEGURANÇA** 71

6.1 Vestuário, Calçado e Acessórios de Segurança 71

6.2 Plataformas de Manobra 72

**CAPÍTULO 7: INTERRUPTORES - SECCIONADORES** 73

7.1 Características Gerais 75

**CAPÍTULO 8: TRABALHOS EM TENSÃO (TET)** 77

**CAPÍTULO9: CONCLUSÕES** 79

9.1 Principais Contribuições 79

9.2 Soluções Inovadoras 80

**REFERÊNCIAS** 83

**ANEXOS** 85

**ANEXO 1: ÁREA DE MANUTENÇÃO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE TRÁS-OS-MONTES** 87

**ANEXO 2: ESQUEMA DE TRANSIÇÃO: LINHA AÉREA MT – CABO SUBTERRÂNEO MT** 89

A2.1 Seccionador Vertical 89

A2.2 Seccionador Horizontal 90

**ANEXO 3: ESQUEMA DE POSTO DE TRANSFORMAÇÃO AÉREO (AS E AI)** 91

A3.1 PT AS 91

A3.2 PT AI 92

**ANEXO 4: TABELAS DE CARACTERÍSTICAS E ATRAVANCAMENTOS DE SECCIONADORES** 93

A4.1 Seccionador Tripolar de Exterior ICMH – Jayme da Costa (Vertical) 93

A4.2 Seccionador Tripolar de Exterior ICLG – Jayme da Costa (Horizontal) 94

A4.3 Seccionador Tripolar de Exterior SPOV – ISO-SIGMA (Vertical) 95

A4.4 Seccionador Tripolar de Exterior SMHi – ISO-SIGMA (Horizontal) 97

**ANEXO 5: FICHA DE AVARIAS EM SECCIONADORES MT INTERIOR E EXTERIOR** 101

***ÍNDICE***

# ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 – Representação gráfica das diferentes marcas de seccionadores existentes e respectivas percentagens 18
Figura 2.1 – Elementos constituintes de um seccionador 22
Figura 3.1 – Seccionador SOCINAC (CHENOP) 27
Figura 3.2 – Vista de alguns elementos constituintes de um pólo 28
Figura 3.3 – Constituintes dos seccionadores SOCINAC (CHENOP): pormenores 29
Figura 3.4 – Pormenor dos estragos num isolador 30
Figura 3.5 – Pormenor do interior e exterior do comando, respectivamente 31
Figura 3.6 – Pormenor do *grassé* de lubrificação do eixo móvel 32
Figura 3.7 – Lubrificação da faca 32
Figura 3.8 – Pormenor de sujidade no interior da caixa de comando: existência de detritos 33
Figura 3.9 – Alinhamento da "garra" metálica 33
Figura 3.10 – Aperto da "garra" metálica 34
Figura 3.11 – Afinação das hastes de extinção 35
Figura 3.12 – Aperto da maxila 35
Figura 3.13 – Fitas condutoras 36
Figura 3.14 – Acções de manuseamento 39
Figura 3.15 – Pormenor da ligação do comando ao condutor de terra 40
Figura 4.1 – Seccionadores Jayme da Costa 41
Figura 4.2 – Seccionadores ISO-SIGMA 41
Figura 4.3 – Pormenores de isoladores com defeito (H4) 43
Figura 4.4 – Isoladores C4 usados actualmente 44
Figura 4.5 – Laboratório de ensaios da empresa Jayme da Costa 45
Figura 4.6 – Afinação da maxila, realizada pelo operário fabril 46
Figura 4.7 – Esquema de montagem dos pólos 46
Figura 4.8 – Esquema de montagem da alavanca de comando 47
Figura 4.9 – Esquemas de montagem e afinação das hastes e alinhamento das facas-maxilas 48
Figura 4.10 – Esquema de montagem geral 50
Figura 4.11 – Pormenor de selagem do parafuso de aperto da maxila 51
Figura 4.12 – Pormenores de montagem e afinação das hastes de extinção 52
Figura 4.13 – Pormenores de montagem dos tubos de comando, nos seus elementos 53
Figura 4.14 – Medidas do tubo de comando 54
Figura 4.15 – Exemplo de tubo de comando com as medidas adequadas 54
Figura 4.16 – Exemplo de massa de lubrificação 55
Figura 4.17 – Exemplo de massa de contacto condutora 56
Figura 4.18 – Exemplos de produtos para lubrificação dos contactos 56
Figura 4.19 – Esquema representativo da zona em análise 57
Figura 4.20 – Imagem ilustrativa da localização das molas helicoidais nas maxilas 58
Figura 4.21 – Esquema representativo da afinação das hastes de extinção 59

Figura 4.22 – Imagens descritivas da acção de abertura do seccionador 62
Figura 4.23 – Imagens descritivas da acção de fecho do seccionador 64
Figura 4.24 – Esquema representativo de terras de um PT AS 66
Figura 6.1 – Material de segurança 71
Figura 6.2 – Plataformas de manobra 72
Figura 7.1 – Interruptores-seccionadores 73
Figura 7.2 – Representação gráfica da percentagem de interruptores-seccionadores de cada uma das marcas existentes na Rede de Distribuição em Média Tensão, de Trás-os-Montes 74
Figura 8.1 – Manutenção a um seccionador pelas equipas TET 78
Figura 9.1 – Esquema representativo da passagem de corrente eléctrica por um dos pólos constituintes do seccionador 81
Figura A1 – Mapa representativo da área de manutenção da Rede de Distribuição de Trás-os-Montes 87
Figura A2.1 – Esquema ilustrativo de transição, com seccionador vertical 89
Figura A2.2 – Esquema ilustrativo de transição, com seccionador horizontal 91
Figura A3.1 – Esquema ilustrativo do Posto de Transformação AS 92
Figura A3.2 – Esquema ilustrativo do Posto de Transformação AI 93
Figura A4.1 – Características e atravancamentos do seccionador ICMH 94
Figura A4.2 – Características e atravancamentos do seccionador ICLG 95
Figura A4.3 – Características e atravancamentos dos seccionadores tripolares SPOV FE 96
Figura A4.4 – Características e atravancamentos dos seccionadores tripolares SMHi 98
Figura A5 – Ficha de avaria em seccionadores MT interior e exterior 101

***ÍNDICE DE FIGURAS***

# ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 7.1 – Valores típicos de poder de corte dos interruptores – seccionadores 75

# Capítulo 1
# INTRODUÇÃO

## 1.1 OBJECTIVO

O trabalho que foi desenvolvido, na presente dissertação, teve como objectivo realizar um Manual de Seccionadores onde se descreve um conjunto de procedimentos e normas a seguir na montagem, manutenção e manuseamento de Seccionadores e Interruptores-Seccionadores, constituintes da Rede de Distribuição (RD) em Média Tensão, de forma a garantir a segurança do operador, bem como o bom funcionamento destes aparelhos.

## 1.2 CONSIDERAÇÕES GERAIS

O manual obtido insere-se nos trabalhos desenvolvidos na disciplina "Dissertação" do Mestrado Integrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores, ramo de Energia, da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, no 2º semestre do ano lectivo de 2007/2008, tendo sido a sua realização proposta pela EDP Distribuição Energia, SA, de Vila Real. Desta forma, os próximos capítulos desta dissertação correspondem às partes integrantes do manual desenvolvido.

A ideia de criação de um manual sobre seccionadores fundamenta-se na elevada ocorrência de avarias, provenientes de uma deficiente montagem, manutenção ou manuseamento destes aparelhos. Assim, e no sentido de colmatar o défice de literatura existente nesta área, foi elaborado um manual, que ao longo das suas páginas reúne e organiza a máxima informação relevante.

O manual baseia-se em pesquisas bibliográficas efectuadas, assim como no conhecimento empírico resultante do relato de pessoas, que durante anos adquiriram grande experiência no contacto directo com a Rede de Distribuição (RD) e, em particular,

com os vários tipos de seccionadores e interruptores-seccionadores existentes nessa mesma rede. Respeita, ainda, o Regulamento da Rede de Distribuição **[1]**, o Regulamento de Consignações da Rede de Distribuição AT, MT e BT **[2]** e o Manual de Prevenção de Risco Eléctrico da EDP **[3]**.

A investigação foi direccionada para a Rede de Distribuição MT de Trás-os-Montes (ver ***Anexo 1***), onde são encontrados seccionadores no exterior, em postes, ou no interior de cabines. No entanto, neste estudo foram apenas abordados os primeiros, tendo em conta a proposta apresentada.

Nesta rede foram identificadas as marcas de seccionadores existentes, sendo as suas percentagens apresentadas sob a forma gráfica na ***Figura 1.1***.

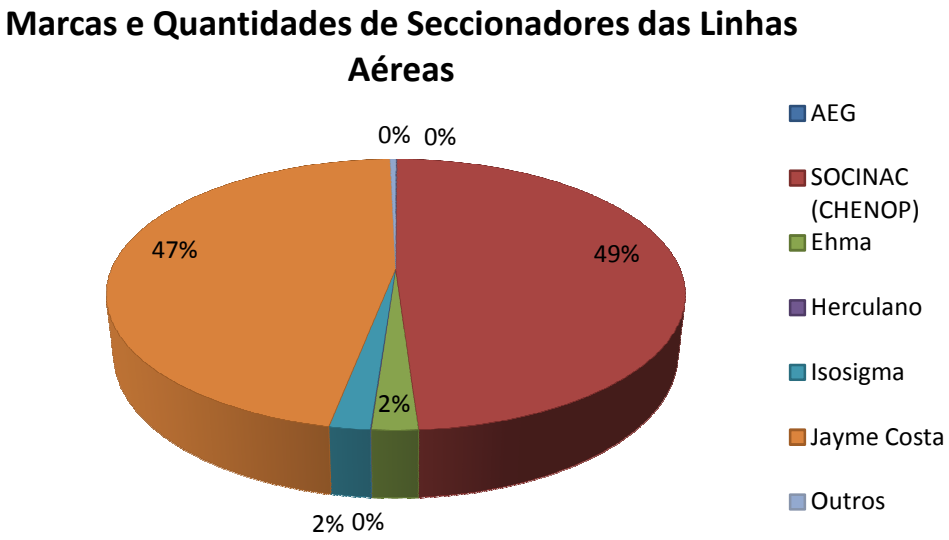



***Figura 1.1*** − Representação gráfica das diferentes marcas de seccionadores existentes e respectivas percentagens **[4]**

Analisando o gráfico anterior, é possível constatar que as marcas com maior representatividade na rede em análise são: SOCINAC (CHENOP), EHMA, ISO-SIGMA e Jayme da Costa, sendo, por isso, sobre estes seccionadores que trata a presente dissertação.

## 1.3 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação está estruturada da forma a seguir descrita. No capítulo 1 é feita uma introdução, ao longo da qual é apresentado o objectivo do manual, bem como, os motivos da sua escrita. São, igualmente, apresentadas algumas considerações gerais importantes para a sua contextualização.

O capítulo 2 refere-se aos seccionadores de linhas aéreas, sendo apresentadas a sua funcionalidade, as suas características gerais, a sua localização e uma descrição pormenorizada da sua constituição.

No capítulo 3, intitulado Seccionador SOCINAC (CHENOP), é elaborada uma descrição desse aparelho, sendo enunciadas as suas principais características, aspectos relevantes da sua manutenção, do seu manuseamento e da constituição das terras.

O capítulo 4 é dedicado aos modelos de seccionadores actuais, fabricados pelas principais marcas de referência no sector de material eléctrico: Jayme da Costa, ISO-SIGMA e EHMA. Neste capítulo é feita uma apresentação das principais características de cada aparelho, sendo salientado um defeito relativo aos isoladores, constituintes dos seccionadores. São, igualmente, referidos aspectos importantes da montagem, do manuseamento e da manutenção. Por fim, o sistema de terras é também explicado, sendo esquematizada a sua constituição.

No capítulo 5 evidenciam-se as diferenças relevantes relativas ao manuseamento: são prescritos modos de actuação respeitantes quer à abertura, quer ao fecho dos seccionadores.

Por sua vez, no capítulo 6 são apresentadas regras de segurança a ter em consideração aquando das manobras dos aparelhos.

O capítulo 7, referente aos interruptores-seccionadores, salienta algumas particularidades dos mesmos, quando comparados com os seccionadores.

No capítulo seguinte, intitulado “Trabalhos em Tensão (TET)”, é descrito este tipo de procedimento, sendo apontadas as suas vantagens em relação aos trabalhadores bem como ao sistema eléctrico de energia. São, de igual modo, ilustrados as ferramentas e elementos utilizados nesta prática.

Finalmente, no capítulo 9 resumem-se as principais conclusões e contribuições alcançadas com o presente trabalho, terminando com sugestões que se consideram relevantes para desenvolver em trabalhos futuros.

# Capítulo 2:
# SECCIONADORES DE LINHAS AÉREAS

## 2.1 DEFINIÇÕES GERAIS

Os seccionadores de linhas aéreas de MT são aparelhos electrotécnicos, que surgem da necessidade de garantir segurança e isolamento visível de zonas de rede onde é necessária intervenção para a localização de defeitos, realização de consertos, substituição de algum elemento etc., garantindo, deste modo, o fornecimento indispensável de energia em determinados sectores.

Os seccionadores são aparelhos **sem poder de corte**, pelo que, para serem manobrados, a linha tem de estar **em vazio e sem tensão** entre os contactos de cada um dos seus pólos. Assim, antes de se efectuar a abertura ou fecho de um seccionador terá de se recorrer previamente à manobra de aparelhos com poder de corte.

Os seccionadores das linhas aéreas poderão suportar tensões de 12, 17.5, 24 ou 36 KV e intensidades que poderão ser de 200, 400, ou 630 A. Estes valores condicionam alguns dos elementos que constituem estes aparelhos, tal como: a dimensão dos isoladores, e respectiva linha de fuga, bem como o seu afastamento; o número de tranças ou fitas condutoras e a própria dimensão da base/chassis do aparelho.

Um seccionador é caracterizado electricamente por: número de pólos, tensão nominal, tensão de serviço, distância de seccionamento, corrente nominal, tensão de ensaio à frequência nominal, tensão de ensaio ao choque, nível de isolamento, corrente máxima de curta duração, corrente máxima de curto-circuito e duração máxima de curto-circuito (ver lista de definições na secção seguinte).

Cada seccionador possui um Nível de Poluição mediante o tipo de isoladores que o constitui. Esses níveis são: I − fraco, II − médio, III – forte e IV − muito forte. Esta classificação é estabelecida mediante a Linha de Fuga Mínima, conforme o quadro 4.1 do Regulamento de Segurança de Linhas Eléctricas de Alta Tensão **[5]**. Assim, os

isoladores empregues nos seccionadores vão determinar o tipo de ambiente onde estes podem operar, de modo a garantir o isolamento adequado.

Existem seccionadores instalados em postes de betão e em postes metálicos, e a sua montagem pode ser vertical ou horizontal, de acordo com as características de cada aparelho.

A abertura e o fecho dos seccionadores são realizados localmente pelo operador, por acção mecânica do punho de comando existente.

Quanto à sua constituição, os seccionadores são formados por: **chassis metálico** (**1**), **suportes e isoladores** (**2**), **facas** (**3**) que penetram em **maxilas** (**4**) solidárias com a tomada de corrente, conforme mostrado na ***Figura 2.1***.

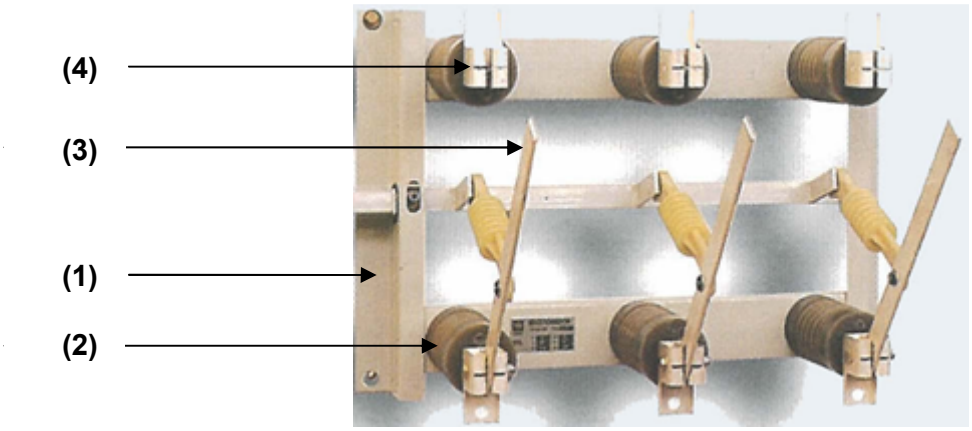



***Figura 2.1*** – Elementos constituintes de um Seccionador

Quanto aos locais onde são utilizados, estes seccionadores podem ser encontrados nas transições de linhas aéreas para cabos subterrâneos (ver ***Anexo 2***), nos Postos de Transformação aéreos com potências até 100 KVA (ver ***Anexo 3***) e nos postes de corte/seccionamento de linhas.

Quanto às avarias destes aparelhos, estas podem ocorrer no acto da sua manobra ou fora deste. As suas causas, podem igualmente prender-se com as condições ambientais, tais como: poluição industrial e marítima, ocorrência de incêndios, habitat de animais, etc., ou por outro lado, com as condições atmosféricas, entre as quais: chuva, vento, neve/gelo, nevoeiro, ocorrência de trovoadas, etc..

De entre os diversos tipos de avarias, podem-se salientar: isoladores danificados, sobreaquecimento de terminais, desalinhamento de facas e maxilas ou hastes, deficiências no comando, entre outras.

## 2.2 LISTA DE DEFINIÇÕES [2], [6]

A seguir segue-se uma lista de definições gerais usualmente utilizadas no contexto dos seccionadores.

**ARCO ELÉCTRICO –** Aparecimento de uma descarga eléctrica entre dois eléctrodos condutores (exemplo: faca – maxila) separados por um meio isolante (exemplo: ar).

**CENTRO DE CONDUÇÃO –** Órgão de Condução das Redes de Distribuição encarregue da vigilância e condução das instalações e equipamentos das redes de distribuição.

**CORRENTE MÁXIMA DE CURTA DURAÇÃO –** Valor eficaz de corrente que o aparelho é capaz de suportar na sua posição de fechado sob condições de utilização e comportamento especificadas.

**CORTE OU SECCIONAMENTO DE UMA INSTALAÇÃO –** Consiste em efectuar interrupção de todos os condutores activos provenientes das suas fontes de alimentação – como por exemplo: abrir um seccionador, abrir arcos ou fiadores de continuidade, com a condição de que as características dos equipamentos que asseguram esta função respondam aos critérios de interrupção.

**INTENSIDADE NOMINAL –** Máxima corrente normal de funcionamento.

**ISOLAMENTO –** Acção que consiste em separar electricamente uma instalação de todas as possíveis fontes de tensão, por meio de seccionadores abertos ou por qualquer outro método equivalente de seccionamento, que dê iguais garantias de separação permanente.

**LINHA DE FUGA MÍNIMA –** Valor mínimo, em milímetros, do comprimento do isolador por cada quilovolt de tensão da linha, mediante o grau de poluição onde esta está inserida.

**MANOBRAS –** Acções destinadas a realizar mudanças de esquema de exploração ou a satisfazer, a cada momento, o equilíbrio de produção - consumo ou o programa acordado para o conjunto de interligações internacionais, ou ainda a regular os níveis de tensão ou a produção de energia reactiva nos valores mais convenientes, bem como as acções destinadas a desligar ou a religar instalações para trabalhos.

**NÍVEL DE ISOLAMENTO –** Conjunto dos valores de tensão nominal, tensão de ensaio à frequência industrial e tensão de ensaio ao choque que caracterizam o aparelho de corte quanto à sua aptidão para resistir aos campos eléctricos.

**OPERAÇÃO –** Acção desencadeada localmente ou por telecomando que visa modificar o estado de um órgão ou sistema.

**PERIGO ELÉCTRICO –** Fonte de possíveis danos corporais ou prejuízos para a saúde devidos à presença de energia eléctrica numa instalação eléctrica.

**PODER DE CORTE –** Máximo valor da corrente que o aparelho pode cortar, sob determinada tensão.

**PODER DE FECHO –** Corrente que o aparelho é capaz de estabelecer correctamente sob uma dada tensão.

**POSTO DE TRANSFORMAÇÃO –** Tem a função de reduzir a Média Tensão para a Baixa Tensão utilizável pelo consumidor final doméstico, comercial ou pequeno industrial.

**REDE DE DISTRIBUIÇÃO –** Parte da rede utilizada para transportar a energia eléctrica produzida pelas centrais até aos consumidores, com exclusão da rede de transporte e ligações fronteiriças.

**SECCIONADOR –** Aparelho destinado a interromper ou a estabelecer a continuidade de um condutor ou a isolá-lo de outros condutores e que, por não ter poder de corte, não deve ser manobrado em carga.

***CAPÍTULO 2: Seccionadores de Linhas Aéreas***

**SECCIONADOR DE FACAS OU MAXILAS MÓVEIS –** Seccionador que manobra os vários pólos simultaneamente por intermédio de um veio central, que origina o deslocamento de três braços móveis nos quais se fixam as facas ou as maxilas.

**SOBRECARGA –** Corrente superior à corrente nominal de funcionamento.

**SOBRETENSÃO –** Tensão superior à tensão nominal de funcionamento.

**TENSÃO À FREQUÊNCIA NOMINAL –** Valor eficaz de tensão alternada sinusoidal que o isolamento do aparelho de corte deve suportar sob condições de ensaio especificadas.

**TENSÃO DE ENSAIO AO CHOQUE –** Valor de amplitude da onda de choque normalizada de tensão que o isolamento da aparelhagem de corte deve suportar sob condições de ensaio especificadas.

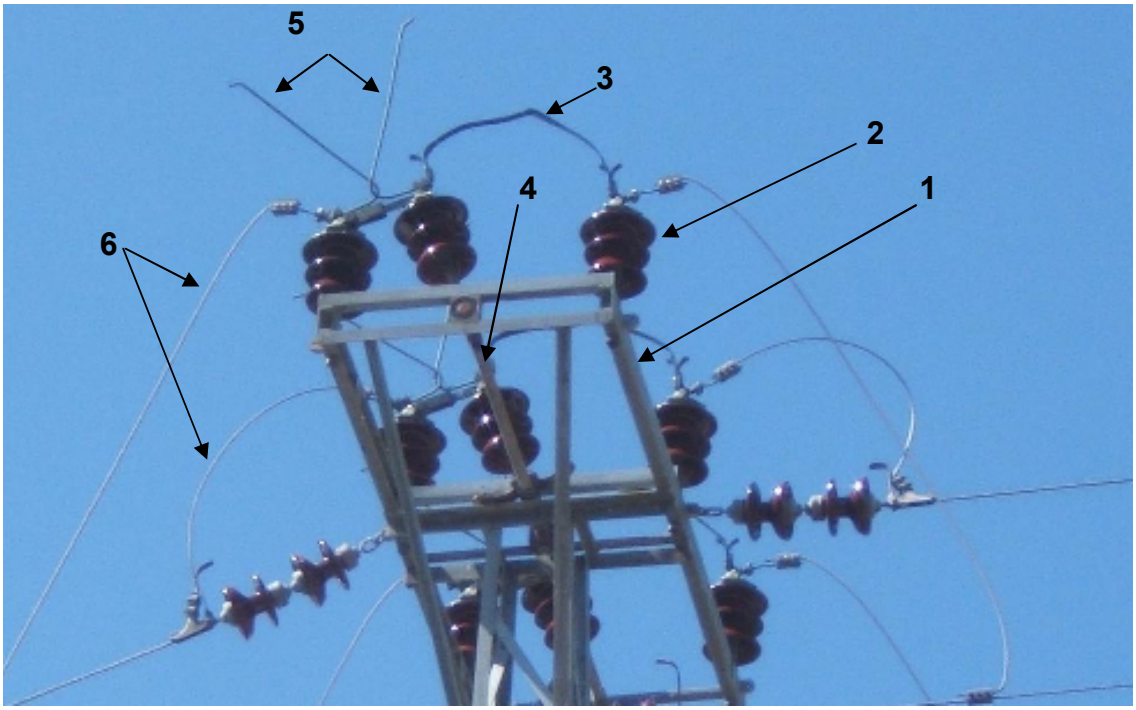
**TRABALHO EM TENSÃO (TET) –** Trabalho em que o trabalhador entra em contacto com peças em tensão ou entra na zona de trabalhos em tensão com partes do seu corpo ou com ferramentas, com equipamentos ou com dispositivos que ele manipule.

**TRABALHO FORA DE TENSÃO (TFT) –** Trabalho realizado em instalações eléctricas, após terem sido tomadas todas as medidas adequadas para se evitar o risco eléctrico e que não estejam nem em tensão nem em carga.

**ZONA DE TRABALHO EM TENSÃO –** Espaço em volta das peças em tensão no qual o nível de isolamento destinado a evitar o perigo eléctrico não é garantido se nele se entrar sem serem tomadas medidas de protecção.

Neste capítulo foram apresentadas, de uma forma geral, as principais características dos seccionadores, assim como alguma terminologia específica sobre os assuntos abordados.

# Capítulo 3:
# SECCIONADOR SOCINAC (CHENOP)




*LEGENDA:* (**1**) Chassis; (**2**) Isolador; (**3**) Fitas condutoras; (**4**) Eixo móvel; (**5**) Hastes de descarga; (**6**) Condutores de ligação à Linha aérea – "Arcos"

***Figura 3.1*** – Seccionador SOCINAC – CHENOP

Os seccionadores SOCINAC, conhecidos como CHENOP ou "Caniços", nomes provenientes da fábrica onde estes eram produzidos e da localização da mesma, respectivamente, são os aparelhos mais antigos que se podem encontrar na Rede de Distribuição. Estes aparelhos foram instalados, na sua maioria, horizontalmente devido ao seu elevado peso e dificuldades inerentes à sua fixação nos postes, assim como devido ao peso dos próprios elementos constituintes de cada pólo, que comprometia o bom funcionamento e as manobras do aparelho. Mesmo assim, existem alguns instalados na vertical.

Apesar de antigos, estes aparelhos continuam a operar na rede com grande eficiência, sendo fáceis de manobrar, quando necessário.

## 3.1 CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS

Este seccionador caracteriza-se pelo facto das suas peças condutoras serem feitas em cobre, sendo que, no caso das facas, o cobre é revestido com uma película de estanho, aumentando, assim, a sua condução eléctrica (*ver* ***Figura 3.2***).

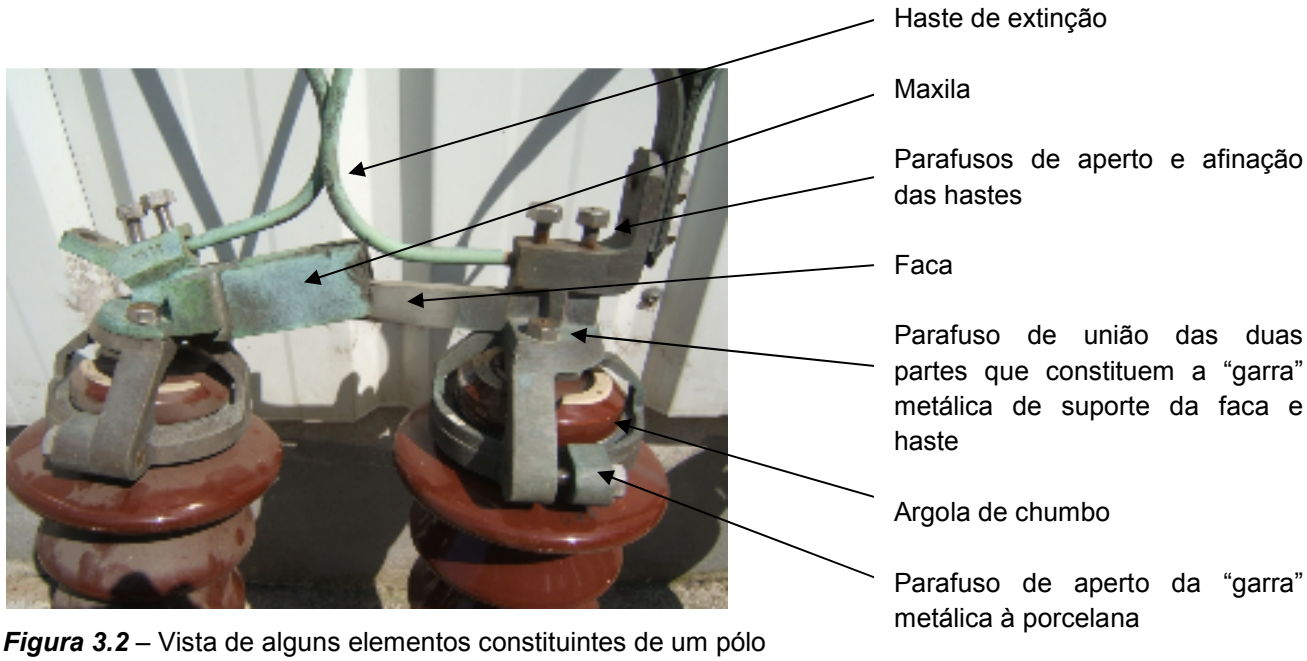


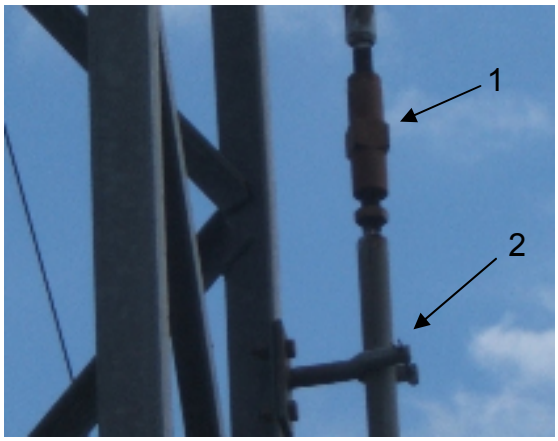

***Figura 3.2*** – Vista de alguns elementos constituintes de um pólo

A grande vantagem deste seccionador, para além de ser forte e robusto, resulta da vara de comando (que faz a ligação entre o punho de comando e o eixo móvel do seccionador) ser "directa", isto é, sem o uso de reenvios ou guias articuladas. São apenas usadas guias simples e um afinador a meio poste (ver ***Figura 3.3 (a)***). Este afinador é o elemento de união dos dois tubos de comando, permitindo assim a afinação do seu curso e, por conseguinte, a variação do ângulo de rotação do eixo móvel, que por inerência leva à maior ou menor separação das facas (ver ***Figura 3.3 (b)***) relativamente às respectivas maxilas (ver ***Figura 3.3 (c)***).

Outra vantagem consiste na maxila ser concebida em forma de mola, pelo que deixa de ser necessário o recurso a molas helicoidais as quais, normalmente, necessitam de ser substituídas devido ao seu tempo de vida útil ser menor do que o das primeiras.

Salienta-se, ainda, o facto destes seccionadores serem sempre manobráveis, excepto quando a peça que liga o tubo de comando ao eixo móvel da base do seccionador, vulgo alavanca (ver ***Figura 3.3 (d) e (e)***), se partir ou se se encontrar mal apertada.

Os seccionadores SOCINAC (CHENOP) são utilizados na reconfiguração do sistema eléctrico de energia e nas transições aéreo – subterrâneas. Assim, por forma a anular os possíveis arcos eléctricos resultantes das correntes capacitivas, possuem hastes de extinção (ver ***Figura 3.3 (f)***).




(a)



(b)



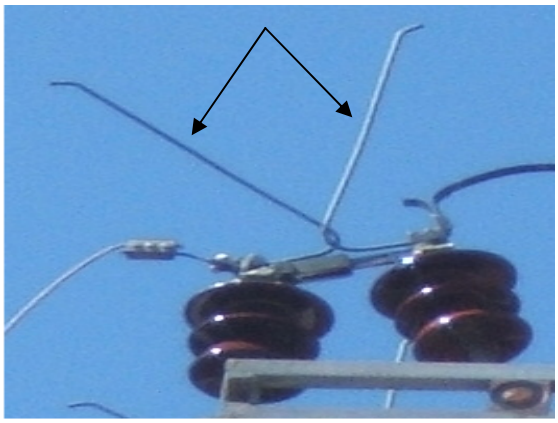
(c)



(d)



(e)

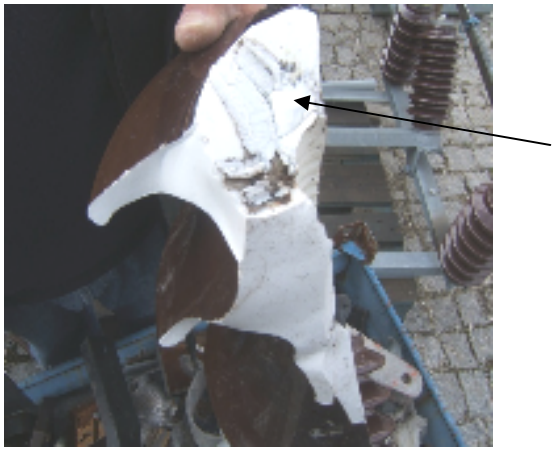


(f)

*LEGENDA: (a) – 1: Afinador e 2: Guia simples; (b) – Faca; (c) – Maxila; (d) e (e) – Alavanca; (f) – Hastes de extinção.*

***Figura 3.3*** – Constituintes dos seccionadores SOCINAC (CHENOP): pormenores

Uma desvantagem destes aparelhos reside no facto dos isoladores serem de pequenas dimensões, o que, frequentemente, pode dar origem a contornamentos na sequência de sobretensões provocadas por descargas eléctricas ou curto-circuitos, causando, deste modo, a quebra ou fissura dos isoladores (*ver* ***Figura 3.4***).



Marcas na porcelana do interior do isolador devido a uma sobre tensão.

***Figura 3.4*** – Pormenor dos estragos num isolador

Outra, é o facto do cobre que constitui as hastes e as maxilas oxidar, comprometendo em casos extremos a condutividade destas.

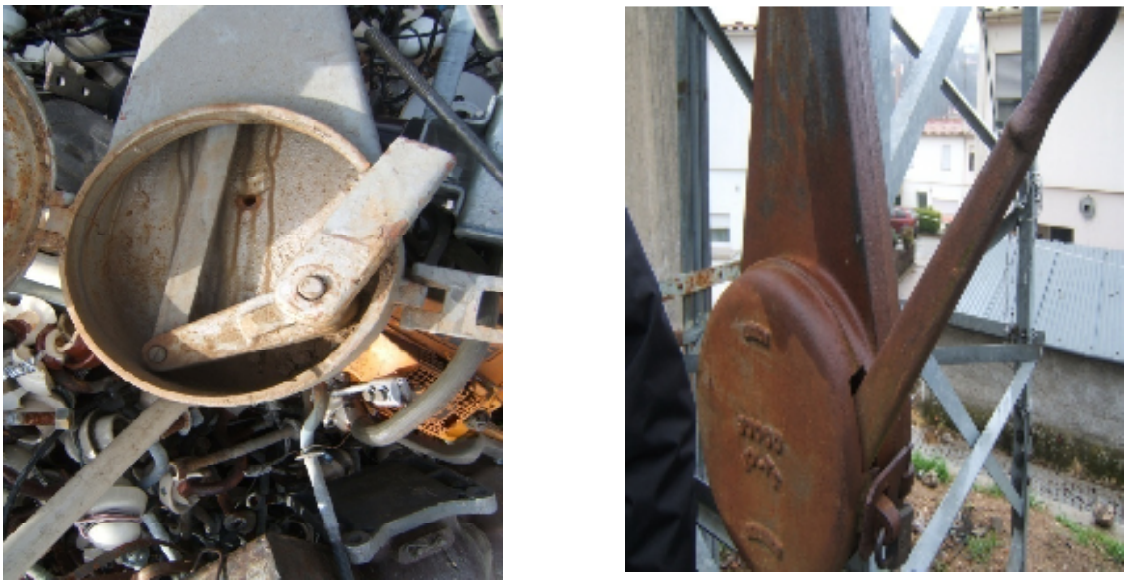
## 3.2 MANUTENÇÃO

A manutenção destes aparelhos é um aspecto importante na sua preservação para garantir o seu bom funcionamento. Nesse sentido, deverão ser executados determinados procedimentos, tais como: lubrificação das partes móveis, alinhamento entre as facas e as maxilas, afinação das hastes, aperto das maxilas, entre outros.

Todos estes trabalhos poderão ser realizados em tensão (TET) ou fora de tensão (TFT), vulgarmente designados por trabalhos "a quente" ou "a frio", respectivamente (*ver capítulo 8*).

### *3.2.1 Lubrificação*

Este procedimento consiste em lubrificar os elementos do interior da caixa de comando (*ver **Figura 3.5 (a)***) com massa de lubrificação. Este comando em forma de "viola" é formado pelo punho e pela caixa (*ver **Figura 3.5 (b)***), que através de uma tampa permite o acesso aos elementos que se encontram no seu interior.



(a) (b)

***Figura 3.5*** – Pormenor do interior e exterior do comando, respectivamente

É igualmente necessária a lubrificação do eixo móvel central deste seccionador com essa mesma massa, e isso consegue-se através de um *grassé* próprio para o efeito (*ver* ***Figura 3.6***).

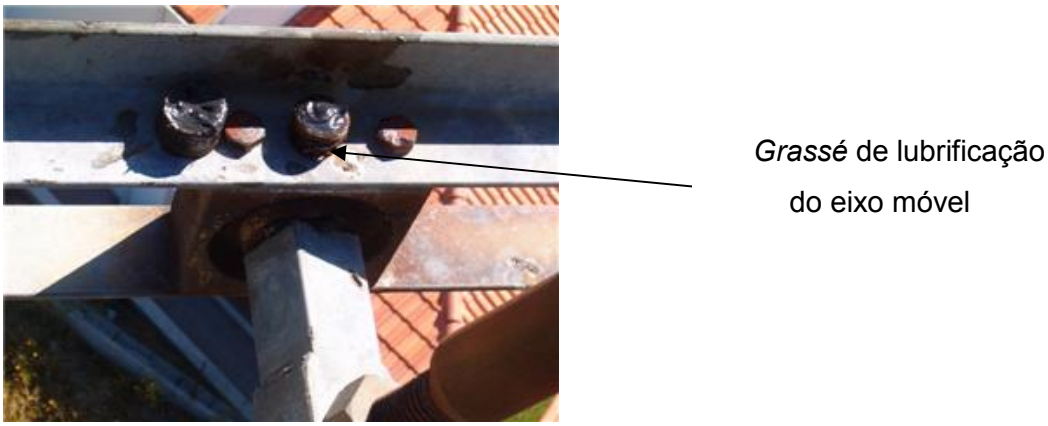



***Figura 3.6*** – Pormenor do *grassé* de lubrificação do eixo móvel

Os contactos (facas e maxilas) são peças que precisam também de ser lubrificados, no entanto, é utilizado um outro lubrificante: vaselina ou massa de contacto condutora (*ver* ***Figura 3.7 (a)*** *e* ***(b)***).



(a) (b)

***Figura 3.7*** – Lubrificação da faca: (a) − antes; (b) – depois

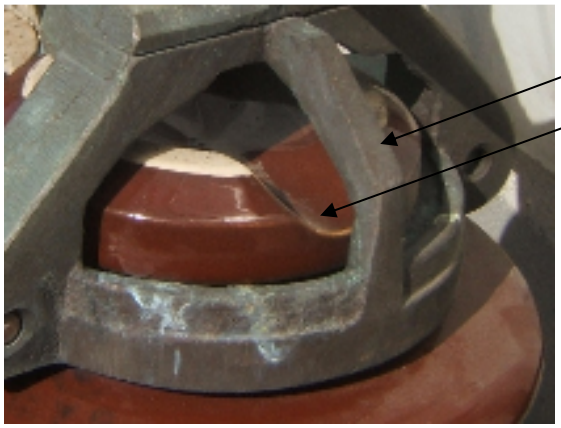



Um aspecto importante prende-se com a limpeza e desobstrução do interior da caixa de comando, pois este é um local propício à existência de animais e detritos. Um exemplo disso pode ser visto na figura ao lado, na qual se observa um ninho de pássaro.

***Figura 3.8*** – Pormenor de sujidade no interior da caixa de comando: existência de detritos

### *3.2.2 Alinhamento entre as facas e as maxilas*

Deverá ser verificado o alinhamento das facas com as maxilas e, caso este seja deficiente, este deverá ser corrigido. Este procedimento é realizado através da rotação das ferragens de suporte de ambas as peças ("garra"metálica), de modo a estas ficarem alinhadas como se vê na figura seguinte.



A "garra" metálica é alinhada com o isolador através de uma marca existente na porcelana. O alinhamento é garantido quando se encontram ambos na posição mostrada na figura ao lado.

***Figura 3.9*** – Alinhamento da "garra" metálica

As ferragens não deverão ser apertadas directamente nas porcelanas mas sim, através de uma argola de chumbo (*ver* ***Figura 3.2***), que por moldagem, permite um melhor aperto e compensa as dilatações. Para se conseguir um aperto ideal, feito através de uma chave dinamométrica, poderá ser introduzida uma maior ou menor

quantidade de chumbo, de forma a que a ranhura apresente uma folga de 3 mm, tal como se pode observar na figura seguinte.

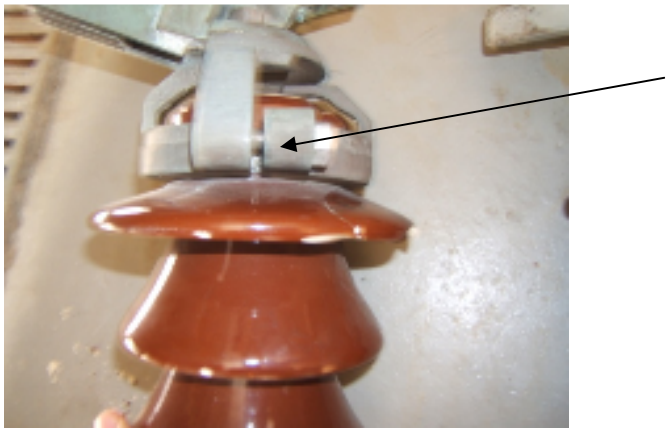



***Figura 3.10*** – Aperto da "garra" metálica

### *3.2.3 Afinação das hastes de extinção*

O alinhamento das hastes deverá ser inspeccionado em cada pólo. Estas têm de ser obrigatoriamente os últimos elementos a separarem-se na altura da abertura do seccionador e só depois das facas e maxilas, assim como deverão ser os primeiros elementos a entrar em contacto no fecho dos aparelhos.

Este alinhamento é feito pela rotação da mesma "garra" metálica, anteriormente mencionada, e pelos parafusos (*ver* ***Figura 3.11***). Note-se que o contacto entre as hastes deverá sempre ser mantido quando o aparelho está na posição fechado e, por sua vez, completamente separadas quando o mesmo se encontra na posição aberta.

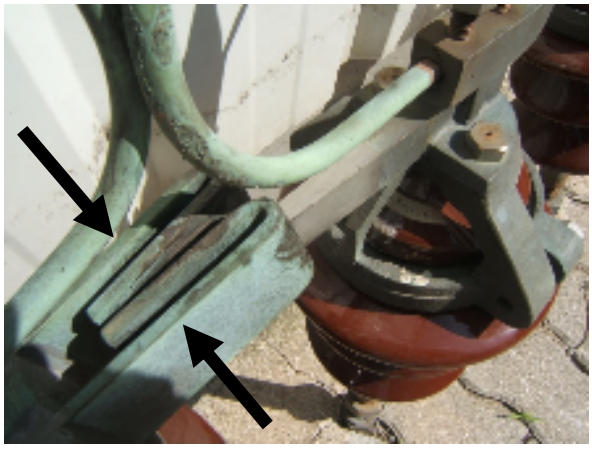


Nestes parafusos é feita a afinação transversal e longitudinalmente das hastes

***Figura 3.11*** – Afinação das hastes de extinção

### *3.2.4 Aperto das maxilas*

Com o decorrer da vida útil do aparelho, as maxilas ganham folga e deixam de exercer a correcta pressão sobre as facas. Nestas situações, deverá ser feito um ligeiro aperto das mesmas como indicado na figura seguinte.



O ajuste da maxila à faca é feito apertando ligeiramente a peça nos sentidos indicados pelas setas (*ver* ***Figura 3.12***).

***Figura 3.12*** – Aperto da maxila

### *3.2.5 Outros procedimentos*

Uma acção importante da manutenção dos seccionadores baseia-se na lavagem das "saias" dos isoladores. Isto, porque a sujidade acumulada sob a porcelana diminui a sua capacidade de isolamento.

Deverá ser feita, também, a lixagem das hastes, facas e maxilas para remover a oxidação e, deste modo, aumentar a sua condutividade. É necessário ter em atenção qualquer sinal de desgaste destas peças.

As fitas metálicas condutoras da corrente eléctrica entre as facas e os ligadores de tomada de corrente deverão ser inspeccionados (*ver **Figura 3.13***).




***Figura 3.13*** – Fitas condutoras

Deverão igualmente ser inspeccionados todos os isoladores para detectar alguma fissura ou defeito.

Por fim, uma acção de igual importância é a verificação da ligação do condutor de terra ao comando, bem como a medição da resistência da **Terra de Protecção**.

## 3.3 MANUSEAMENTO

Neste subcapítulo serão descritos os procedimentos a efectuar na abertura e no fecho de um seccionador SOCINAC (CHENOP).

**Estes trabalhos de manobra do seccionador deverão ser executados sempre com muita atenção, não esquecendo o uso dos acessórios de protecção e segurança: luvas, capacete e botas especiais de trabalho. É também importante o operador manobrar com os pés assentes na plataforma de manobras (tapete isolante)** *(ver capítulo 6 − PRESCRIÇÕES DE SEGURANÇA).*

**Em situações de emergência, por razões de segurança, os responsáveis pelas operações de manutenção e reparação de instalações da Rede de Distribuição ou de instalações a ela ligadas, poderão executar as manobras de corte e isolamento indispensáveis para preservar a integridade de pessoas e equipamentos, mesmo que sem prévio acordo do Centro de Condução.**

### *3.3.1 Abertura do seccionador*

A abertura do aparelho deverá obedecer à seguinte sequência de acções:

1. Retirar o cadeado de segurança;

2. Abrir a tampa da caixa de comando;

3. Manobrar o punho de comando com ambas as mãos;

Para efectuar correctamente esta etapa, uma útil recomendação consiste no desprendimento da faca, devendo, para isso, começar por se fazer uma ligeira pressão no punho de comando, no sentido do movimento, fazendo com que este desça um pouco e, assim, a maxila solte a faca. Isto porque, na eventualidade de existir alguma ferrugem ou carvão depositado entre essas duas peças que as cole, estas se possam desprender com alguma suavidade, não sendo, portanto, necessário

tão grande esforço empregue no punho. De seguida, levar novamente o punho para cima. Então, agora sim, proceder-se-á à abertura do seccionador movendo, de novo, o punho no sentido descendente.

Repare-se que a maxila deste seccionador é feita em forma de mola, pelo que, é este elemento que estabelece o aperto da faca, mantendo o contacto entre ambas. Por esse motivo, a faca tem de se soltar da maxila e, para isso, o movimento de abertura não deverá ser feito num gesto só, mas sim após um prévio desencravamento.

4. Verificar visualmente se as três facas do seccionador se encontram separadas das respectivas maxilas;

5. Fechar a tampa da caixa do comando;

6. Colocar o cadeado.

### *3.3.2 Fecho do seccionador*

O fecho do aparelho, por sua vez, deverá obedecer à seguinte sequência de acções:

1. Remover o cadeado de segurança;

2. Abrir a tampa da caixa de comando;

3. Manobrar o punho de comando − tal como na abertura, devem ser utilizadas ambas as mãos;

Manobra-se então no punho de comando fechando o seccionador, primeiro até uma posição intermédia, finalizando num gesto célere e determinado, imprimindo alguma força para que as facas penetrem nas maxilas e o encaixe nestas seja perfeito.

4. Verificar visualmente se as três facas do seccionador se encontram em contacto com as respectivas maxilas;

5. Fechar a tampa da caixa do comando;

6. Colocar novamente o cadeado.

As acções de abertura e fecho do seccionador SOCINAC (CHENOP) e sua verificação são mostradas nas figuras seguintes:



(a) (b)

(c)

***Figura 3.14*** – Acções de manuseamento: (a) – início da abertura; (b) – início do fecho e (c) – verificação visual

## 3.4 TERRAS

Os seccionadores SOCINAC (CHENOP) encontram-se instalados em postes metálicos. As Terras existentes são formadas por uma chapa de zinco enterrada, que depois é ligada por um cabo de terra à plataforma de manobra. É também ligado ao comando mas, desta vez, por um condutor nu (*ver* ***Figura 3.15***). Assim, os postes de seccionamento de linha com estes seccionadores têm, apenas, **Terra de Protecção**.




***Figura 3.15*** – Pormenor da ligação do comando ao condutor de terra

# Capítulo 4:
# SECCIONADORES: JAYME DA COSTA, ISO-SIGMA E EHMA

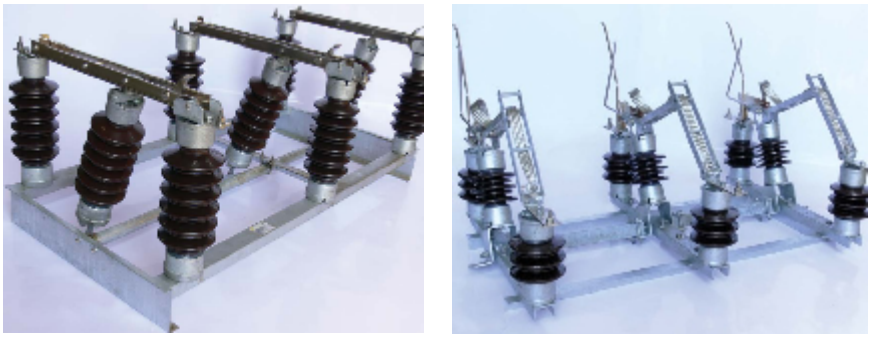


***Figura 4.1*** – Seccionadores Jayme da Costa (*ICMH* – esquerda; *ICLG* – direita)



***Figura 4.2*** – Seccionadores ISO-SIGMA (*SPOV* – esquerda; *SMHI* – direita)

*Observação:* Foto de seccionador EHMA não disponível.

Actualmente, a EDP instala seccionadores Jayme Da Costa **[7]** e ISO-SIGMA **[8]** sempre que introduz ou substitui um seccionador na Rede de Distribuição, devido à boa prestação destes aparelhos, assim como, à eficiente assistência prestada por estas marcas.

## 4.1 CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS

Estes aparelhos são constituídos por uma estrutura galvanizada por imersão a quente, elementos de fixação em aço inox, isoladores em porcelana com ferragens exteriores em fundição galvanizada. Nos seccionadores verticais, as facas são de cobre com banho niquelado (película de 5 mm de espessura). Nos horizontais, estas são igualmente de cobre, diferindo das anteriores no banho a que são submetidas: banho de prata.

O número de tranças que estabelece a ligação entre as facas e a tomada de corrente poderá variar entre 1 a 4, dependendo da intensidade característica do aparelho.

Uma característica particular dos seccionadores verticais é o facto do braço móvel ser projectado de modo a que este elemento, aquando a existência de uma avaria no comando, abra, caso esteja na posição de fechado ou, por outro lado, se mantenha na posição de aberto caso seja essa a sua posição inicial. Isto é um aspecto importante no que se refere à segurança, uma vez que acontece espontaneamente, sem que seja necessária a actuação do operador.

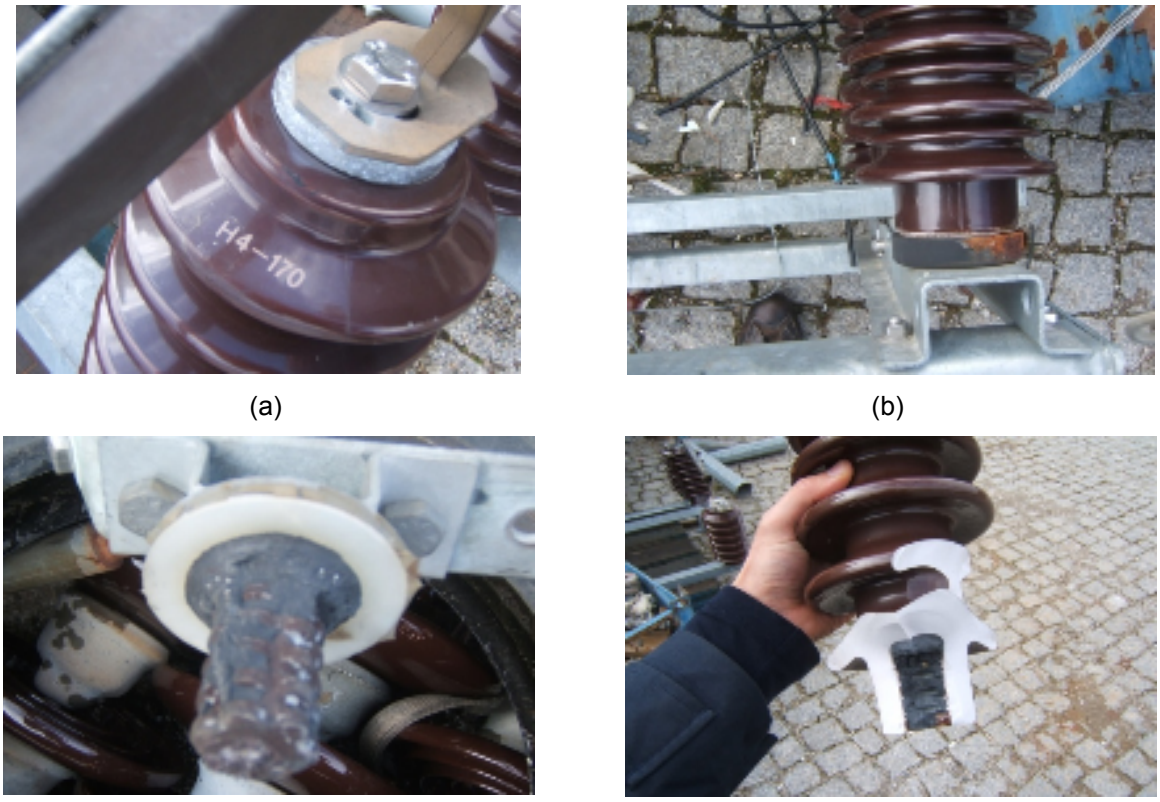
Contrariamente, os seccionadores horizontais não apresentam essa característica, mantendo a sua posição.

Normalmente, o comando, as facas de terra e os contactos auxiliares são acessórios opcionais.

Relativamente aos seccionadores da EHMA, estes foram instalados no passado, mais precisamente na década de 90, pelo facto de terem menor custo na sua aquisição mas, posteriormente, deixaram de ser adquiridos devido aos problemas e avarias por eles causados na rede, embora ainda existam muitos em funcionamento.

Segundo informação de alguns técnicos, os seccionadores com isoladores do tipo **H4** (colagem interior) (*ver **Figuras 4.3 (a) e (b)***), tiveram, no passado, um grave problema pois usavam um material de cravamento da porcelana à parte metálica que originava avarias. Essas avarias surgem dos diferentes coeficientes de dilatação da

porcelana e do perno de cravação (*ver* ***Figuras 4.3 (c) e (d)***), que leva a que a peça, a longo do tempo, se descrave da porcelana. Isto faz com que o isolador se solte ou apresente fissuras que poderão originar a quebra dos mesmos.




(a) (b)

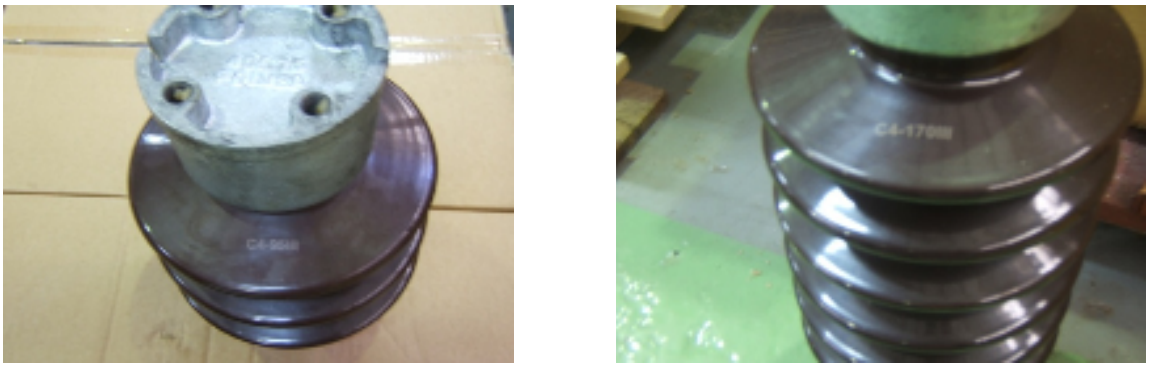
(c) (d)

*LEGENDA: (a) e (b) – Tipo de isoladores com defeito; (c) – Peça de cravação que origina o defeito; (d) – Pormenor do local onde a peça se crava na porcelana .*

***Figura 4.3*** – Pormenores de isoladores com defeito (H4)

No entanto, esse problema foi já solucionado através da substituição do anterior tipo de isoladores por isoladores do tipo **C4** (colagem exterior).

Aconselha-se, assim, para melhoria da eficiência da rede, a serem retirados todos os aparelhos com isoladores H4 que possam ainda existir.



(a) (b)

*LEGENDA: (a) – Isolador C4-95III (17,5 KV); (b) – Isolador C4-170III (36KV).*

***Figura 4.4*** – Isoladores C4 usados actualmente

## 4.2 MONTAGEM

Antes de se proceder à montagem dos seccionadores na rede, rigorosos ensaios de rotina são feitos aos mesmos, em laboratórios para o efeito existentes nas empresas (*ver* ***Figura 4.5***), como modo de verificação da qualidade de serviço, assim como ensaios tipo para certificação do aparelho.

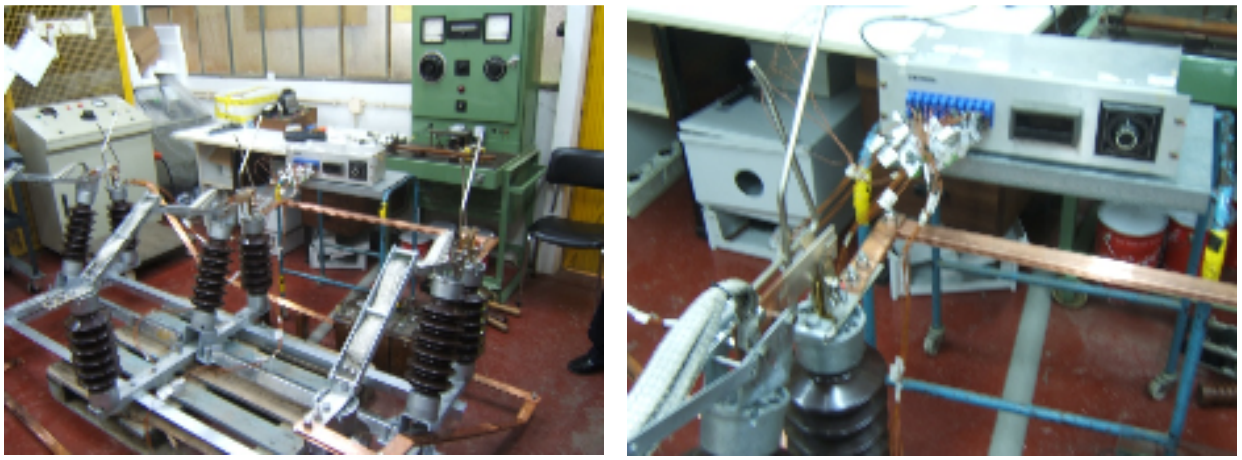


***Figura 4.5*** – Laboratório de ensaios da empresa Jayme da Costa

A linha montagem destes aparelhos é totalmente manual, assim como a sua afinação.

Os seccionadores verticais vêm actualmente da fábrica completamente montados, afinados e lubrificados, prontos a serem instalados, sendo içados para os postes de uma só vez. Assim, e a não ser que haja uma qualquer pancada que os danifique no transporte, estes aparelhos saem da fábrica operacionais. Isso facilita a acção de montagem, sendo garantida, desse modo, uma perfeita afinação dos mesmos.

Neste tipo de aparelhos, as maxilas são móveis, encaixando em facas fixas. Na figura seguinte, pode-se ver o aperto do parafuso que afina a pressão da maxila sobre a faca (*ver* ***Figura 4.6***).

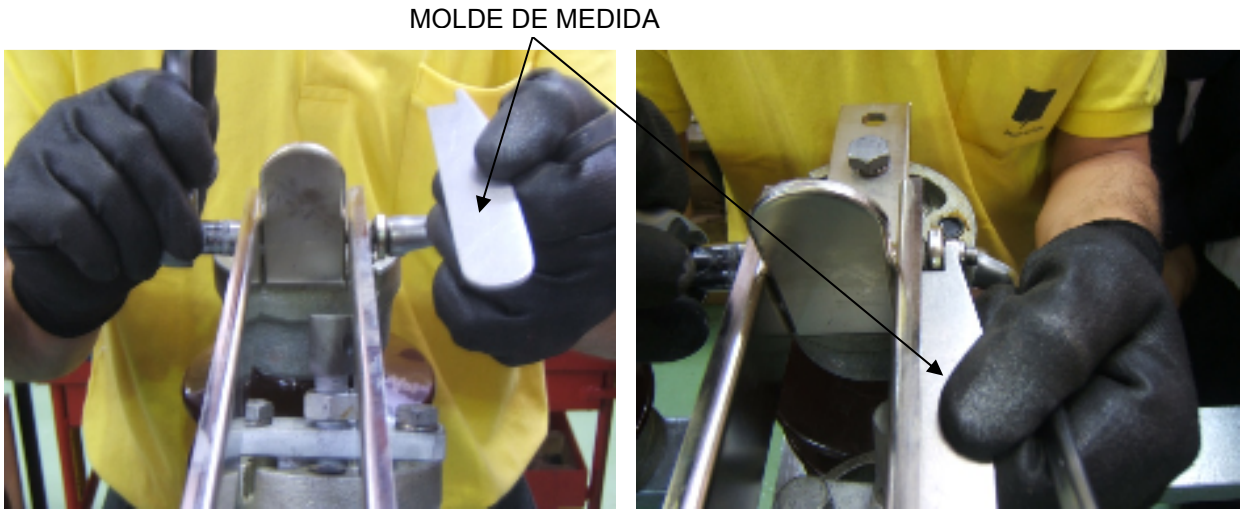



***Figura 4.6*** – Afinação da maxila, realizada pelo operário fabril

Por sua vez, nos seccionadores horizontais são instalados os conjuntos de três isoladores de cada pólo separadamente, bem como as duas hastes de extinção.

De seguida é apresentada uma lista pormenorizada dos passos a executar aquando da montagem destes aparelhos na rede **[9]**:

1. Desembalar cada um dos pólos e seus acessórios e verificar a ausência de danos de transporte;

2. Desmontar os pólos dos barrotes de madeira utilizados para transporte;

3. Montar os pólos na estrutura base fornecida em separado (*ver* ***Figura 4.7***) e fixar utilizando os parafusos M12x80 + porca + anilha de mola fornecidos em separado;

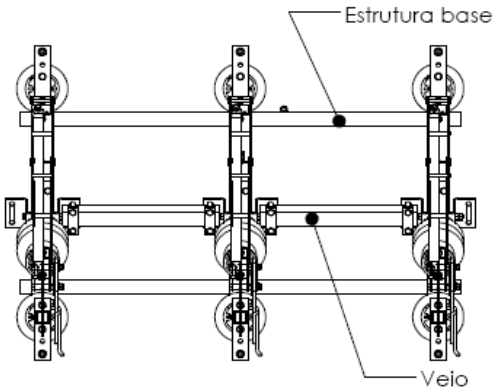



***Figura 4.7*** – Esquema de montagem dos pólos

4. Montar os veios de comando (*ver **Figura 4.7***) e fixar utilizando as barras e os parafusos M12x80 + porca + anilha de mola fornecidos em separado;

5. Montar a alavanca de comando (*ver **Figura 4.8***) e fixar utilizando a barra e os parafusos M12x90 + porca e contra-porca fornecidos em separado;

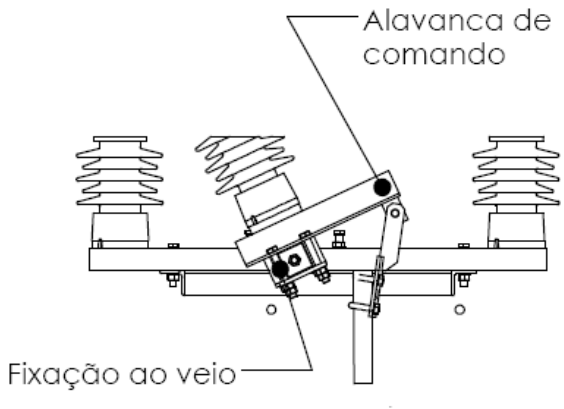
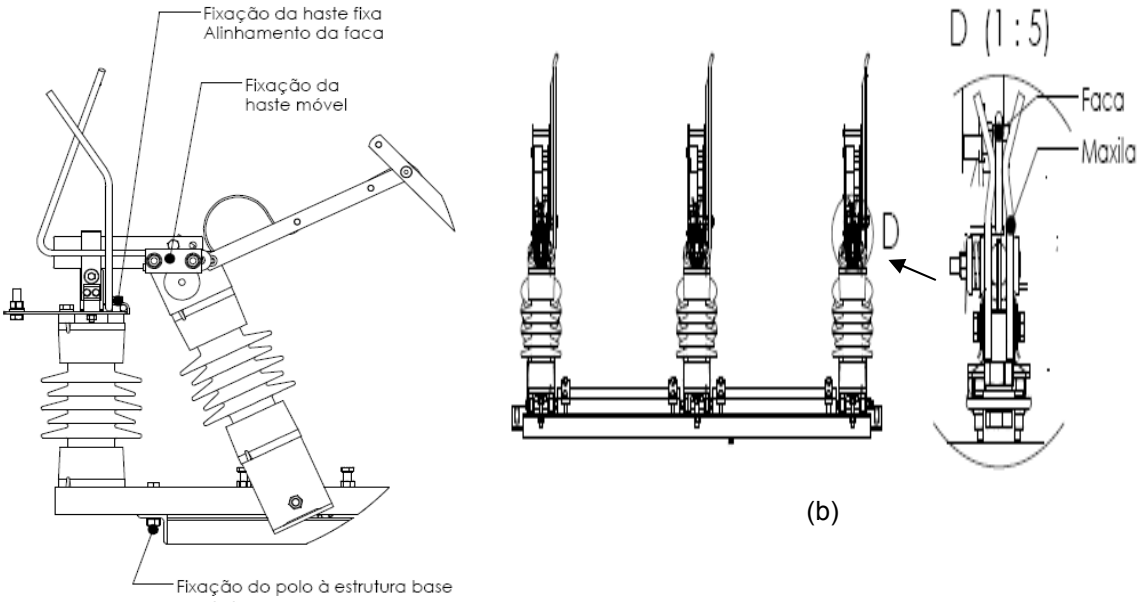



***Figura 4.8*** – Esquema de montagem da alavanca de comando

6. Montar as hastes de extinção (*ver **Figura 4.9 (a)***):
   - Montar as hastes de forma a que as hastes fixa e móvel se toquem suavemente e com ligeira pressão durante a abertura/fecho do pólo (as chapas de fixação encontram-se previamente montadas nos pólos);
   - Aliviar porcas e parafusos a reapertar depois de ajustadas as posições das hastes);
   - Verificar o correcto alinhamento das facas e maxilas de cada pólo (ver pormenor D na ***Figura 4.9 (b)***);
   - Corrigir, se necessário, utilizando o parafuso indicado;




*LEGENDA: (a)* – Pormenor de montagem e afinação das hastes de extinção*; (b) – Pormenor de alinhamento da faca com a maxila.*

***Figura 4.9*** – Esquemas de montagem e afinação das hastes e alinhamento das facas - maxilas

7. Verificar o correcto funcionamento, manobrando o aparelho manualmente pelos isoladores móveis;

8. Montar a cadeira conforme a ***Figura 4.10***;

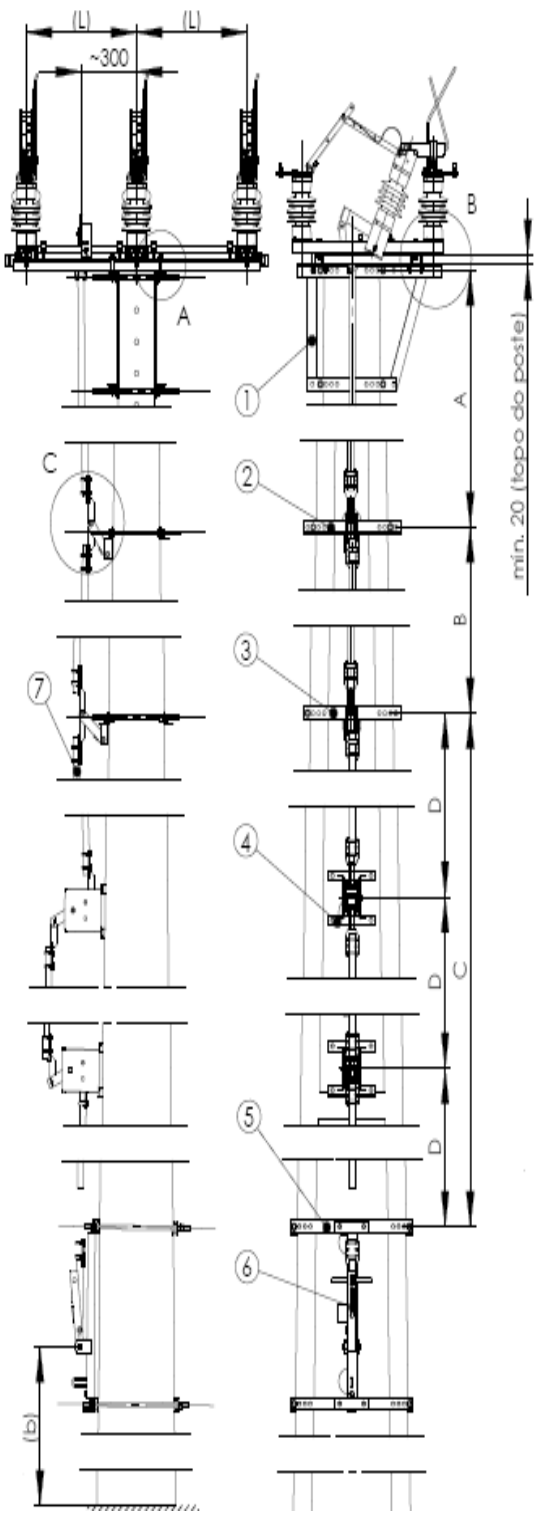
9. Içar o aparelho pela estrutura base, na posição fechado, e posicionar sobre a cadeira (*Nota: nunca submeter elementos dos pólos a esforços mecânicos*);

10. Fixar a estrutura base à cadeira (ver ***Figura 4.10*** – pormenor A e pormenor B):
    - Fixar utilizando as barras e os parafusos M12x90 + porca e contra-porca fornecidos em separado;

11. Fixar comando manual. Fixar guias/reenvio conforme necessidade (ver ***Figura 4.10*** – pormenor C e respectivas tabelas);

12. Montar tubos de comando:
    - Cortar tubos em comprimentos conforme necessidade;
    - Fixar utilizando os estribos (ver ***Figura 4.10*** – pormenor C);
    - Ajustar alinhamentos de guias/reenvios e alavanca conforme necessidade;

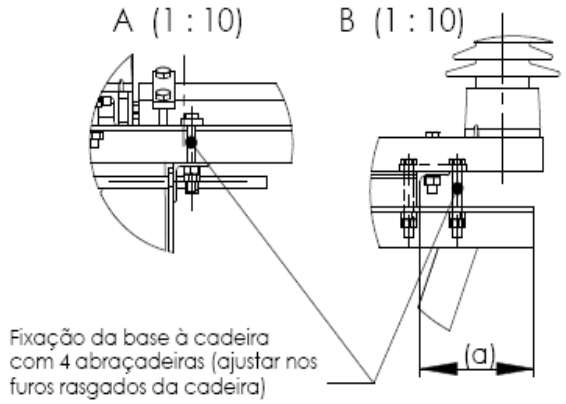
13. Verificar correcto funcionamento do conjunto:
    - Realizar manobras de abertura e fecho do comando manual (*Nota: O aparelho e o comando devem atingir as suas posições limites sem que se verifiquem deformações ou empenos*);
    - Verificar a ausência de esforços anómalos durante os cursos de abertura e fecho, bem como a ausência de encurvadura dos tubos de comando;
    - Verificar apertos.

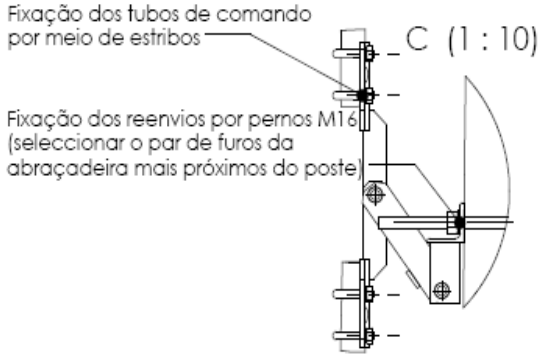



| COTA (mm) | 17,5kV | 36kV |
|---|---|---|
| (a) | 154 | 81 |
| (L) | 600 | 1000 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | -- | -- | -- | -- | -- | 3,1 | 3,75 | 4,85 |
| B | -- | -- | -- | -- | -- | 2,4 | 2,7 | 2,7 |
| C | 2,75 | 3,65 | 3,65 | 4,55 | 4,55 | 4,8 | 4,8 | 4,55 |
| A+B | 3,05 | 3,05 | 3,95 | 3,95 | 4,85 | -- | -- | -- |
| (b) | 1,3 | | | | | | | |

| Dimensão Indicativa | Altura do poste (m) | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 |
| Altura fora do solo | 14,8 | 15,8 | 16,8 | 17,8 | 18,8 | 19,8 | 20,8 | 21,8 | 22,8 | 23,8 | 24,8 | 25,8 |
| A | 3,38 | 3,63 | 3,88 | 4,13 | 4,38 | 4,63 | 3,9 | 4,1 | 4,3 | 4,5 | 4,7 | 4,9 |
| B | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 3,9 | 4,1 | 4,3 | 4,5 | 4,7 | 4,9 |
| C | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| D | 3,38 | 3,63 | 3,88 | 4,13 | 4,38 | 4,63 | 3,9 | 4,1 | 4,3 | 4,5 | 4,7 | 4,9 |
| (b) | 0,8 | | | | | | | | | | | |



| | | | Altura do poste (m) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Pos | Designação | Ref | de 9 a 13 | de 14 a 16 | de 17 a 22 | de 23 a 28 |
| 1 | Cadeira suporte | 0411096900 | largura máx. do poste 480mm | | | |
| 2 | Guia articulada | 0302266601 | - | 1 | - | 1 |
| 3 | Guia articulada | 0302266601 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 4 | Reenvio * | 0302275900 | - | - | 2 | 2 |
| 5 | Abraçadeira | 0300082900 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 6 | Punho LBCC | 0300085601 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 7 | Tubo comando 1ºG | 1100100000 | comprimentos conforme necessidade (consultar tabela acima) | | | |

*) só para postes metálicos

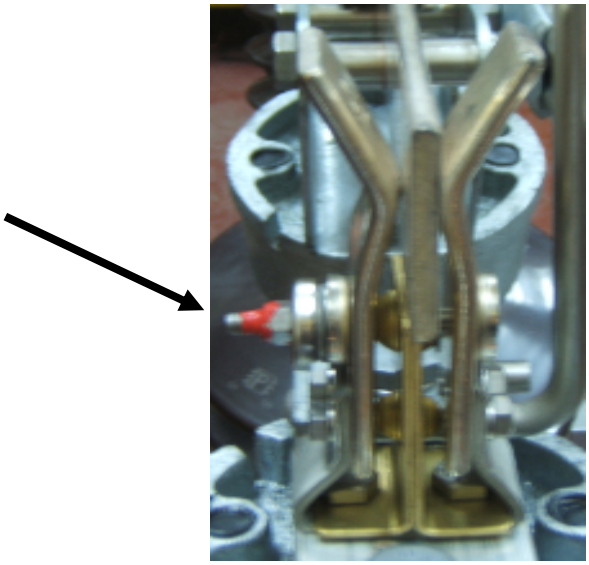
| Tensão kV | Int. A | Designação | Ref. | Tensão kV | Int. A | Designação | Ref. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 17,5 | 200 | ICLG 17,5/200 | 0262214921 | 36 | 200 | ICLG 36/200 | 0262220921 |
| | 400 | ICLG 17,5/400 | 0262214922 | | 400 | ICLG 36/400 | 0262220922 |
| | 630 | ICLG 17,5/630 | 0262214923 | | 630 | ICLG 36/630 | 0262220923 |

***Figura 4.10*** – Esquema de montagem geral

Como mencionado anteriormente, o alinhamento das facas com as maxilas **(1)** e o das hastes **(2)** devem ser verificadas.

No primeiro caso **(1)**, se este não for o correcto, dever-se-á proceder ao movimento longitudinal e transversal adequado dos isoladores, conseguido através dos seus parafusos de suporte à base, a partir do qual o alinhamento entre as facas e maxilas é estabelecido.

Um aspecto a ter em atenção é o facto de que de nem todos os parafusos do seccionador poderem ser sujeitos a um ajuste do seu aperto.



Por isso, o binário de aperto ideal da maxila sobre a faca é imposto pela fábrica nos diferentes tipos de seccionadores (a queda de tensão em cada pólo pode variar entre 10,6 e 15mV), não podendo ser modificado pelo instalador, pelo que o parafuso que permite tal ajuste vem, de origem, selado, como pode ser visto na figura ao lado.

***Figura 4.11*** – Pormenor da selagem do parafuso de aperto da maxila

Relativamente à montagem das hastes de extinção **(2)**, que têm como função extinguir as correntes capacitivas, existentes apenas nos seccionadores de linhas (seccionadores horizontais), estas são fixadas e afinadas, como se mostra novamente na ***Figura 4.12***.

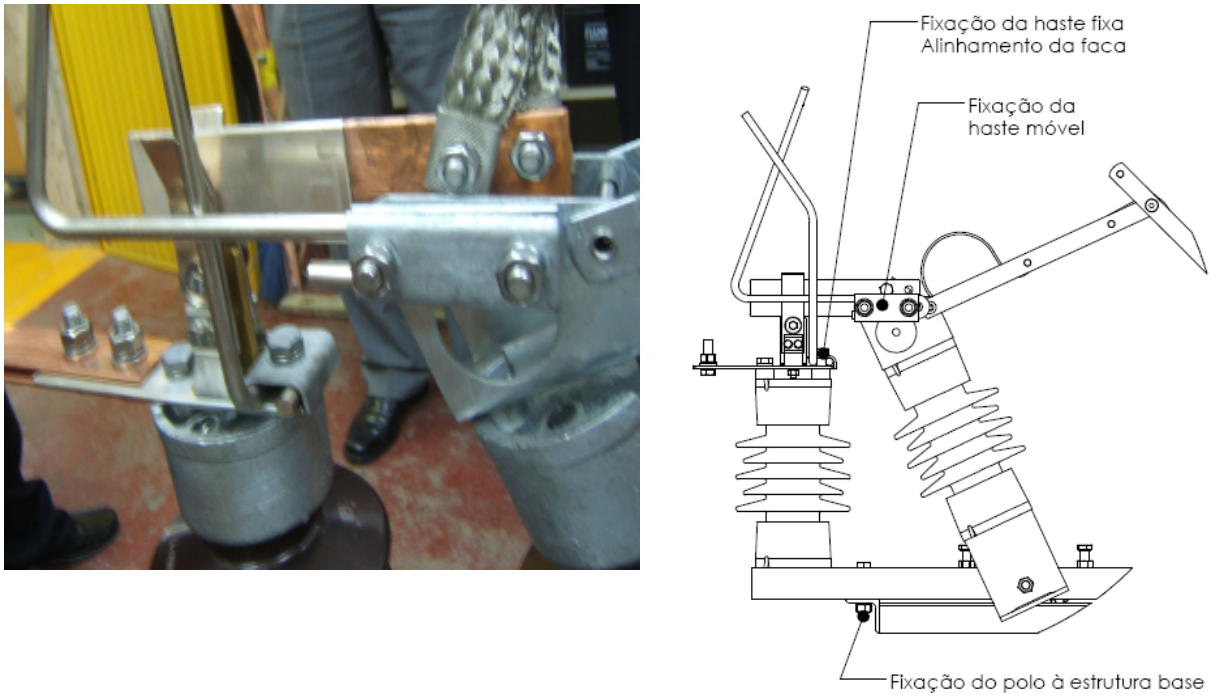



***Figura 4.12*** – Pormenores de montagem e afinação das hastes de extinção

No que se refere à montagem dos tubos de comandos, um pormenor importante e mesmo condicionante do funcionamento futuro do seccionador, e em particular da sua manobrabilidade, é que o comprimento de cada uma das secções dos tubos de comando não deve exceder os 3,5 a 5 metros (consultar as tabelas mostradas na ***Figura 4.10***).

Isto é algo de importante no equilíbrio das forças pois, caso o comprimento máximo não seja respeitado, poderão surgir problemas nas manobras dos aparelhos, nomeadamente o aparecimento de curvaturas, vulgo “barrigas”, que os leva a não transmitir a força necessária às peças que estão a um nível superior, sendo elas também responsáveis pelo movimento de abertura, ficando, assim, esta comprometida.

Outros factores importantes são o diâmetro e a espessura do próprio tubo de comando. Este deverá medir cerca de uma polegada (2,5 cm) de diâmetro e aproximadamente 4 mm de espessura. Se estes valores forem inferiores, o tubo não assegura a mesma rigidez e, por vezes, é esmagado no aperto dos estribos (*ver* ***Figura 4.13 (a)*** e ***(b)***) que os fixam aos reenvios (*ver* ***Figura 4.13 (c)***), às guias articuladas (*ver* ***Figura 4.13 (d)***) e aos punhos de comando (*ver* ***Figura 4.13 (e)***). Note-se que esse aperto deverá ser bem feito pois, caso contrário, o tubo deslizará.



(a)



(b)



(c)



(d)

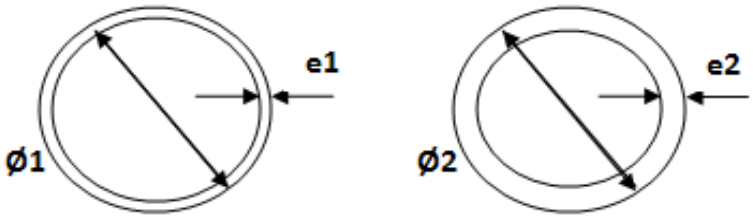


(e)

*LEGENDA: (a ) e (b)* – Estribos*; (c) – Reenvio; (d) – Guias articuladas; (e) – Punho de comando.*

***Figura 4.13*** – Pormenores de montagem dos tubos de comando, nos seus elementos

Na figura que se segue, pode-se ver que, apesar de terem o mesmo diâmetro, o tubo 1 tem uma menor espessura que o torna menos rígido.




$$Ø1 = Ø2;\ e1 < e2$$

***Figura 4.14*** – Medidas do tubo de comando

Note-se que os tubos de comando são peças que não são fornecidas pelos fabricantes dos seccionadores. Assim, aconselha-se as empresas prestadoras de serviços que instalam os aparelhos, a aquisição de material com as medidas referidas anteriormente (**Ø=2,5 cm; e=0,4 cm)**.



***Figura 4.15*** – Exemplo de tubo de comando com as medidas adequadas

## 4.3 MANUTENÇÃO

A manutenção dos seccionadores é um aspecto importante na sua preservação e, consequentemente, na garantia do seu bom funcionamento. Nesse sentido, certos procedimentos, tais como: lubrificação das partes móveis, alinhamento entre as facas e as maxilas, afinação das hastes, aperto das maxilas, entre outros, deverão ser executados.

Todos estes trabalhos poderão ser realizados em tensão (TET) ou fora de tensão (TFT) (*ver capítulo 8*).

### *4.3.1 Lubrificação*

Na manutenção destes seccionadores devem ser lubrificadas todas as partes metálicas móveis que possam sofrer corrosão ou desgaste, nomeadamente as guias articuladas, os reenvios e o eixo móvel do *chassis* do seccionador com **Massa de Lubrificação** (exemplo: *ALVANIA WR2 − Shell*) – *ver* ***Figura 4.16***.




***Figura 4.16*** – Exemplo de massa de lubrificação

Para os contactos de cada pólo, facas e maxilas deverão ser usados para a lubrificação **Massa de Contacto Condutora, Massa Neutra ou Vaselina,** como mostrados nas figuras seguintes:



Massa lubrificante antiaderente, à base de cobre e óleo, possuindo uma excelente condutividade eléctrica. Quando aplicada, formará uma película lubrificante sobre as superfícies metálicas de alta resistência e de excelentes propriedades anti-desgaste, formando assim um filme lubrificante que evitará aderências metálicas, desgastes pontuais e micro soldaduras. A capacidade anticorrosiva evitará a formação de óxidos estáveis, que dificultam o correcto deslizamento das partes móveis em contacto, assim como melhoram a condutividade eléctrica.

***Figura 4.17*** – Exemplo de massa de contacto condutora (*Invicontacto – INVITÉCNICA*) **[10]**



(a)




(b)

***Figura 4.18*** – Exemplos de produtos para lubrificação dos contactos – (a): Massa Neutra (*Invineutra – INVITÉCNICA);* (b): Vaselina (*VASELINE B5 – IGOL*)

### *4.3.2 Alinhamento entre as facas e as maxilas*

Tal com na montagem, na acção de manutenção se se verificar que o alinhamento das facas e maxilas não for o correcto, dever-se-á proceder ao movimento longitudinal e transversal adequado dos isoladores, conseguido através dos seus parafusos de suporte à base, a partir do qual o alinhamento é estabelecido.

O estado de desgaste das facas e ao seu alinhamento com as maxilas devem ser verificados. A ocorrência de curto-circuitos, descargas eléctricas ou sobrecargas dão origem a sobretensões e sobre-intensidades que originam a alteração das propriedades do cobre, que constitui as facas, passando estas a apresentar uma coloração avermelhada, devido ao seu sobreaquecimento.

Por sua vez, o desalinhamento das facas poderá provocar um mau contacto do conjunto faca – maxila ouvindo-se um ruído característico. Isso origina uma progressiva degradação das facas que ficam, por vezes, “soldadas” às respectivas maxilas, o que torna a abertura impraticável.

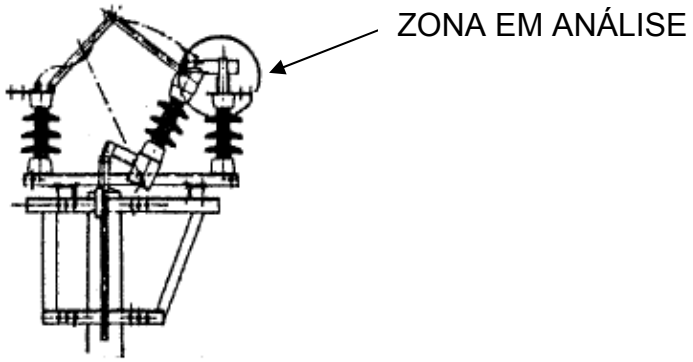



***Figura 4.19*** – Esquema representativo da zona em análise

Devem igualmente verificar-se as molas helicoidais (*ver* ***Figura 4.20***) que apertam as maxilas, para que estas mantenham a pressão adequada sobre as facas. Estas molas vão perdendo eficácia na sua vida útil, no entanto, a sua substituição implica que o pólo em que está inserida seja retirado e é realizada no fabricante. Essa perda de eficácia pode ser devida ao aquecimento continuado causado por uma possível exploração das linhas no seu limite ou outra qualquer sobreintensidade.




***Figura 4.20*** – Imagem ilustrativa da localização das molas helicoidais nas maxilas

Assim, as facas ficam soltas, havendo maior folga e no seu contacto com as maxilas isso aumenta a queda de tensão do pólo em causa, podendo originar a formação de carvão no contacto destas e, até mesmo, a soldagem das mesmas. Novamente, um indício desta anomalia é o ruído que provoca.

### *4.3.3 Afinação das hastes de extinção*

Tal como na montagem, a afinação das hastes de extinção é outro aspecto importante na manutenção dos seccionadores, merecendo, por isso, uma especial atenção.

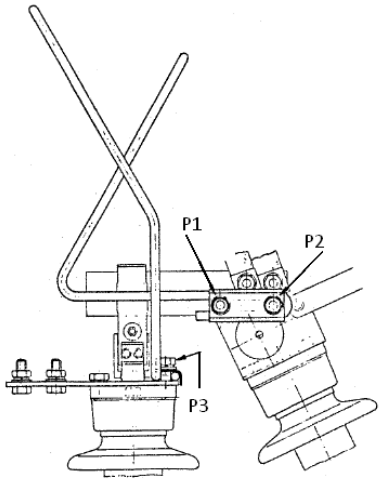
Esta afinação deverá tornar constante o contacto entre ambas as hastes, caso tal não se verifique, sempre que o seccionador se encontre em carga e em tensão.

No entanto, é no momento da abertura ou fecho que as hastes exercem a sua função de extinção dos arcos, de modo a que estes não danifiquem outros elementos, nomeadamente as facas e as maxilas. Assim, é fundamental que estas estejam

reguladas para deslizarem uma sobre a outra e apenas se separarem depois ou antes, (da abertura ou do fecho, respectivamente) das facas e maxilas.

Sempre que necessário, dependendo do nível de desgaste destes elementos, dever-se-á proceder à sua substituição, sendo estes os únicos elementos susceptíveis de serem substituídos *in loco* pelos prestadores de serviços.

Os parafusos de afinação podem ser vistos na ***Figura 4.21***.




O encosto entre as hastes fixa e móvel deve ser suave e ajustado antes do aperto final dos parafusos (P1, P2 e P3) que fixam estas hastes.

***Figura 4.21*** – Esquema representativo da afinação das hastes de extinção

### *4.3.4 Outros procedimentos*

Tal como nos seccionadores SOCINAC (CHENOP), a lavagem das saias dos isoladores é um procedimento que deve ser executado na manutenção, assim como a verificação da ligação do condutor de **Terra de Protecção** aos elementos metálicos aos quais deverão estar ligados, e também da ligação da **Terra de Serviço** ao barramento neutro do quadro eléctrico. A medição das resistências destas terras deve ser outro aspecto a ter em atenção.

## 4.4 MANUSEAMENTO

O manuseamento dos seccionadores Jayme da Costa, ISO-SIGMA e EHMA é realizado pelo mesmo tipo de comando: alavanca em forma de "T". A velocidade de execução da manobra de abertura/fecho depende da rapidez de acção do operador.

**NOTAS IMPORTANTES:**

I. **O manuseamento destes seccionadores deve ser feito com as linhas em vazio (sem carga e sem tensão).**

II. **Estes trabalhos de manobra do seccionador deverão ser executados sempre com muita atenção, não esquecendo o uso dos acessórios de protecção e segurança: luvas, capacete e botas especiais de trabalho. É também importante que o operador manobre com os pés assentes na plataforma de manobras (tapete isolante)** *(ver capítulo 6 − PRESCRIÇÕES DE SEGURANÇA).*

III. **Em situações de emergência, por razões de segurança, os responsáveis pelas operações de manutenção e reparação de instalações da Rede de Distribuição ou de instalações a ela ligadas, poderão executar as manobras de corte e isolamento indispensáveis para preservar a integridade de pessoas e equipamentos, mesmo que sem prévio acordo do Centro de Condução.**

De seguida serão enunciados os passos a executar na abertura e no fecho destes aparelhos.

### *4.4.1 Abertura do seccionador*

Antes de se iniciar o processo de abertura, o punho de comando está na parte superior do seu curso, aparecendo uma etiqueta de fundo vermelho com a palavra **LIGADO** (*ver* ***Figura 4.22 (a)***).

A acção de abertura deve ser efectuada com ambas as mãos no punho de comando, compreendendo os seguintes passos:

1. Começar por retirar o cadeado de segurança;

2. Imprimir alguma força no sentido do movimento descendente de modo a remover as facas das maxilas. Nesta acção, sente-se uma força que contraria o movimento originada pelos arcos que se podem formar devido a correntes residuais (*ver* ***Figura 4.22 (b)***);

3. Chegando a meio do curso, exercer alguma força no sentido contrário ao movimento. Sente-se agora uma impulsão do próprio punho no sentido descendente (*ver* ***Figura 4.22 (c)***);

4. Segurar o comando até ao final do curso para diminuir o impacto e as vibrações nos braços móveis do seccionador que daí resultam (*ver* ***Figura 4.22 (d)***);

5. No final, o operador deve verificar visualmente se as três facas do seccionador se encontram separadas das respectivas maxilas (*ver* ***Figura 4.22 (e)***).

6. Inserir cadeado de segurança.

Nesta posição, aparece uma etiqueta de fundo verde com a palavra **DESLIGADO** (*ver* ***Figura 4.22 (f)***).

Os seccionadores têm uma argola de segurança onde é inserido no final da manobra um vulgar cadeado para evitar que possam ser manuseados indevidamente ou vandalizados.

Os passos da abertura do seccionador são mostrados na figura seguinte:



(a) (b) (c) (d) (e) (f)

*LEGENDA: (a ) – Posição inicial do punho de comando; (b)* – Início da manobra*; (c) – Meio da manobra; (d) – Fim da manobra; (e) – Verificação visual; (f) – Posição final do punho de comando.*

***Figura 4.22*** – Imagens descritivas da acção de abertura do seccionador

### *4.4.2 Fecho do seccionador*

Antes de se iniciar o processo de fecho, o punho de comando está na parte inferior do seu curso, aparecendo uma etiqueta de fundo verde com a palavra **DESLIGADO** (*ver* ***Figura 4.23 (a)***).

*NOTA: Realizar o movimento em duas fases e não de uma vez só, caso contrário o movimento não terá a celeridade, força e impulsão necessárias para que as facas sejam inseridas nas maxilas. O seccionador poderá ficar mal fechado.*

A acção de fecho deve ser, tal como na abertura, efectuada com ambas as mãos no punho de comando, cumprindo os seguintes passos:

1. Começar por retirar o cadeado de segurança;

2. Imprimir alguma força no sentido ascendente de modo a que o punho de comando seja levado da parte inferior (posição inicial) até meio do seu curso (*ver* ***Figura 4.23 (b)***);

3. Parar e reposicionar as mãos, se necessário (*ver* ***Figura 4.23 (c)***);

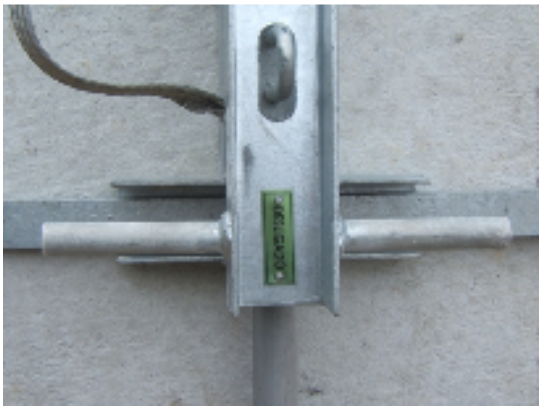
4. Finalizar o fecho do seccionador com um movimento único e rápido do punho de comando, levando-o até ao limite superior do curso (*ver* ***Figura 4.23 (d)***);

5. Verificar visualmente se as três facas do seccionador se encontram bem encaixadas e unidas nas respectivas maxilas (*ver* ***Figura 4.23 (e)***);

6. Colocar, então, o cadeado de segurança novamente no comando.

Nesta posição aparece uma etiqueta de fundo vermelho com a palavra **LIGADO** (*ver* ***Figura 4.23 (f)***).

Na figura seguinte encontram-se imagens ilustrativas da sequência de acções mencionada:



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)




(f)

*LEGENDA: (a ) – Posição inicial do punho de comando; (b)* – Início da manobra*; (c) – Meio da manobra; (d) – Fim da manobra;* (e) *– Verificação visual; (f) – Posição final do punho de comando.*

***Figura 4.23*** – Imagens descritivas da acção de fecho do seccionador

## 4.5 TERRAS [11]

As terras são elementos importantes na rede eléctrica, sendo fundamentais na protecção dos aparelhos e das pessoas.

Não sendo objecto de estudo desta dissertação e, como tal, não tendo sido realizada uma investigação pormenorizada, é de interesse referir alguns aspectos relativos às mesmas.

No que se refere às terras existentes nos Postos de Transformação aéreos (tipo A.S.), em postes de betão, duas teorias são suportadas: por um lado, há quem defenda uma terra única para assegurar a protecção, devendo, neste caso, ter uma resistência menor (**da ordem de 0,5 a 1Ω**).

Por outro lado, a existência de duas terras separadas: **Terra de Serviço (T.S.)** e **Terra de Protecção (T.P.)**, é vista, por muitos, como a opção ideal.

A primeira está ligada ao barramento neutro do quadro eléctrico, enquanto que a segunda está ligada a todos os elementos metálicos (massas) do poste, nomeadamente: à travessa de amarração, à grade e ao comando do seccionador, ao contentor do quadro eléctrico, à plataforma de manobra e aos DST's (Descarregadores de Sobre Tensões).

Estas duas terras têm de ser distintas, estando os seus eléctrodos localizados em lados opostos do poste, a uma distância mínima de 20 metros. **O valor máximo da resistência de terra de serviço é de 20Ω e da terra de protecção é de 5Ω.**

Tudo isto pode ser visto na ***Figura 4.24***.

Nos postes de seccionamento de linhas e nas transições linha aérea - cabo subterrâneo, apenas existe **Terra de Protecção**.

*LEGENDA:*

**a)** Condutores entre transformador e quadro eléctrico: 33m H07V-R50 + 11m H07V-R25

**b)** Tubos e curvas de protecção:
PT Público: 27m PVC 63 + 3 curvas PVC 59x63
PT Particular: 9m PVC 63 + 1 curva PVC 59x63

**c)** Condutores de terra:
(c1): 1,2Kg (±8m) Cu 16mm² + (c2): 6,5Kg (±20m) Cu 35mm² + (PT Particular: (c3): 25m cabo XV/VV 1x35 Az/Pt)

**d)** Cavilha: 5,5 Kg (± 3x2,5m) cavilha Ø10

**e)** *Piquets* de terra com abraçadeiras (2unidades)

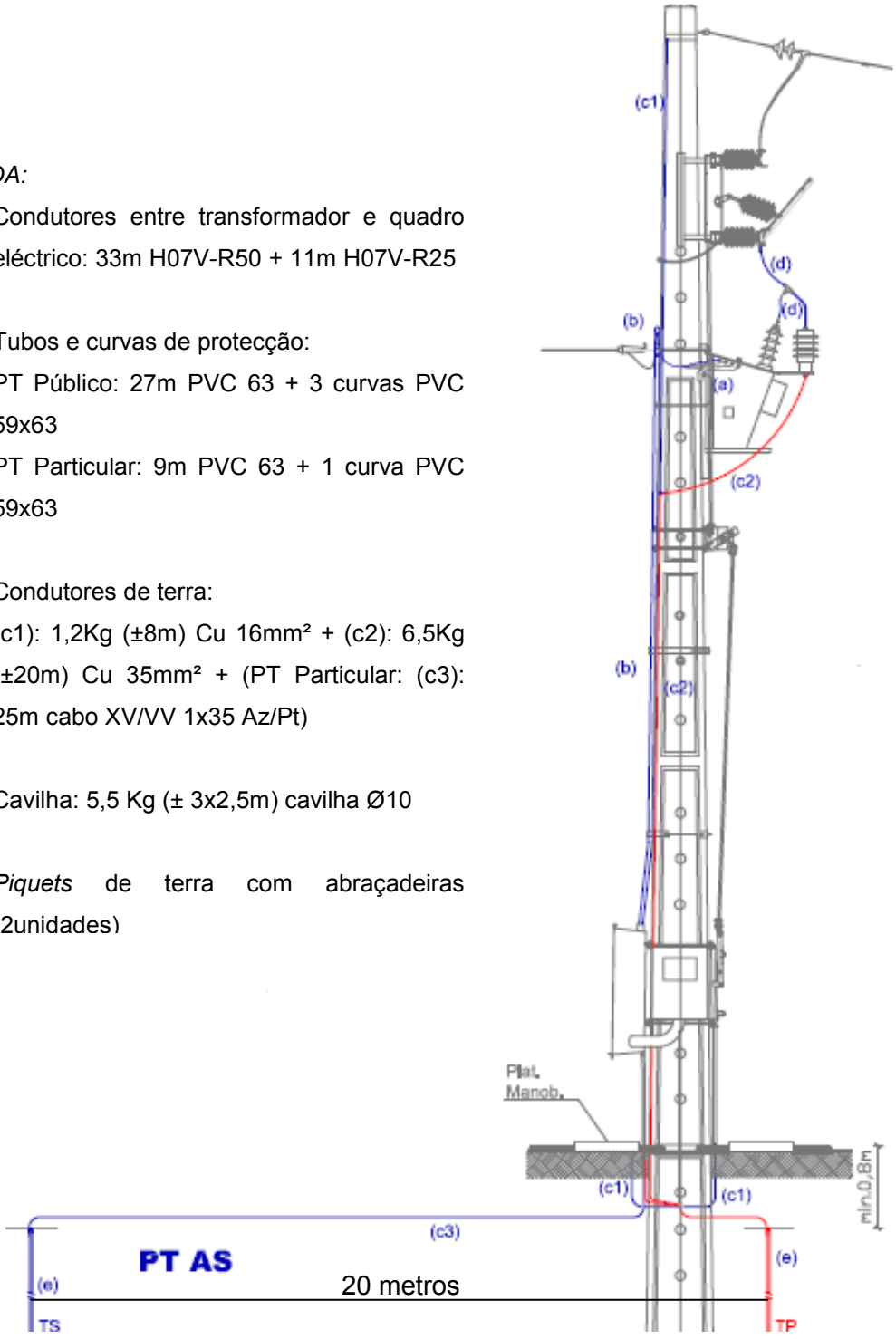



***Figura 4.24*** – Esquema representativo de terras de um PT AS **[8]**

# Capítulo 5:
## DIFERENÇAS NA ABERTURA E NO FECHO DOS DIFERENTES SECCIONADORES

O manuseamento de qualquer tipo de seccionadores deve ser executado de forma cuidada e com força moderada. Caso os punhos de comando não se movam ou o façam com dificuldade, é sinal de que algo está errado e, como tal, que **o seccionador deve ser aberto ou fechado com ajuda externa**, tendo o operador que subir ao poste para o manobrar, respeitando todas as normas de segurança e, posteriormente, detectar a anomalia causadora de tal dificuldade na manobra.

As principais diferenças no manuseamento dos seccionadores são devidas ao tipo de comandos usados, à existência ou não de reenvios e guias articuladas, assim como ao tipo de maxilas que constituem esses aparelhos.

Excluindo os seccionadores SOCINAC (CHENOP), que têm um comando em forma de "viola", todos os outros têm o comando em forma de "T", pelo que são manobrados da mesma maneira.

Segue-se uma descrição da abertura e do fecho nos dois tipos de comandos, realçando-se as diferenças existentes.

## 5.1 ABERTURA

A abertura do seccionador SOCINAC (CHENOP), sendo este usado para o seccionamento de linhas, deverá ser feita em duas etapas.

Primeiro, soltam-se as facas das maxilas com pequenos movimentos descendentes e ascendentes (puxar e empurrar) do punho de comando, com força moderada, voltando-se com o punho novamente à posição inicial.

De seguida, procede-se à abertura fazendo o comando descer todo o seu curso (puxar) de forma célere, para que os arcos provocados pelas correntes capacitivas das linhas sejam rapidamente extintos.

Por sua vez, nos seccionadores de fabrico actual, cujo comando é em forma de "T", este processo de abertura compreende igualmente dois passos.

Começa-se por descer o comando até meio do curso (puxar), exercendo força moderada no sentido do movimento.

Depois do meio até ao fim do curso, exerce-se alguma força no sentido contrário ao movimento (puxar) de modo a que a acção da força gravítica seja parcialmente compensada, isto para que o comando não sofra um impacto violento no final do movimento.

## 5.2 FECHO

O fecho do seccionador SOCINAC (CHENOP) deve ser feito, tal como na abertura, em duas etapas e com ambas as mãos no punho de comando.

Na primeira etapa, o punho de comando é levado até uma posição intermédia e, de seguida, não sendo necessária uma força exagerada, é importante dar um impulso ao punho de comando (empurrar) de modo determinado e com alguma celeridade, assegurando assim que as facas ficam bem introduzidas nas maxilas, garantindo-se o contacto e a condução da corrente entre estes dois elementos.

Nos seccionadores de fabrico actual, a manobra de fecho deve ser realizada, tal como na sua abertura, em duas etapas.

Começa-se por levar o punho de baixo até meio do curso (puxar), imprimindo alguma força no sentido ascendente e depois de meio do curso até ao limite superior (empurrar) com determinação, para que as facas fiquem bem encaixadas nas respectivas maxilas.

Estes comandos têm como particularidade o facto de existir uma etiqueta com o fundo vermelho e a palavra **LIGADO**, que informa que o circuito está fechado, estando as facas ligadas às maxilas, quando o punho está para cima. Com o punho para baixo, aparece uma etiqueta de fundo verde e a palavra **DESLIGADO**, que indica que o seccionador está com as facas soltas e separadas das maxilas, estando assim, o circuito aberto.

Ambos os comandos aqui referidos têm cadeados de segurança, que só depois de removidos permite a manobra do seccionador.

# Capítulo 6:
# PRESCRIÇÕES DE SEGURANÇA

## 6.1 VESTUÁRIO, CALÇADO E ACESSÓRIOS DE SEGURANÇA

Nas manobras a efectuar nos seccionadores é obrigatório o uso de vestuário, calçado e acessórios de protecção, nomeadamente **Luvas**, **Botas** e **Capacete**, a fim de garantir a segurança do operador (*ver* ***Figura 6.1***).

Poderá também ser usado fato de protecção (vulgo, macacão) e óculos de protecção.



*LEGENDA:*

→ Luvas de Borracha Isoladas (*classe 3* - 30KV ou *classe 4* - 40KV);

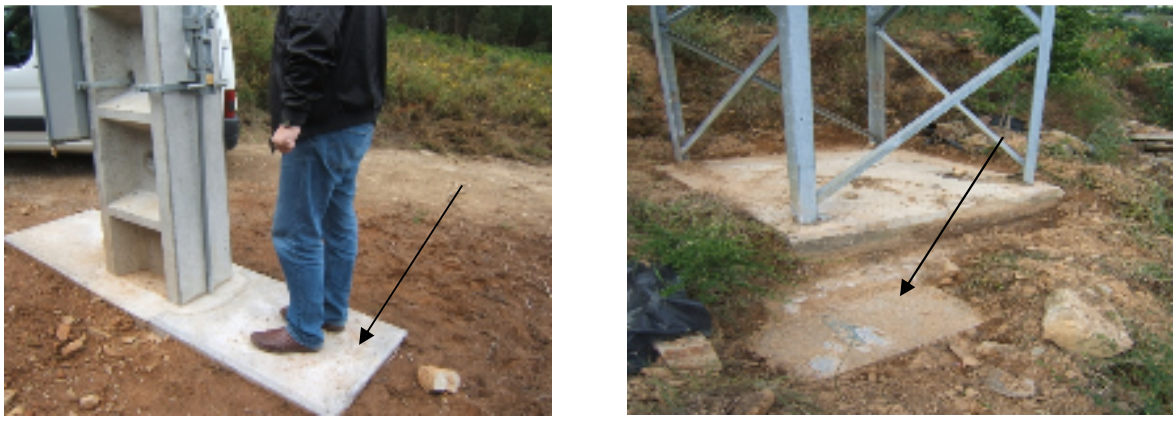
→ Botas com protecção de aço;

→ Capacete;

***Figura 6.1*** – Material de segurança **[10]**

## 6.2 PLATAFORMAS DE MANOBRA

Outro cuidado muito importante é a localização do operador quando manobra no punho do comando. Este deverá colocar-se sempre sobre a plataforma de manobra (**Tapete Isolante ou Equipotencial**), tal como é assinalado na figura seguinte:



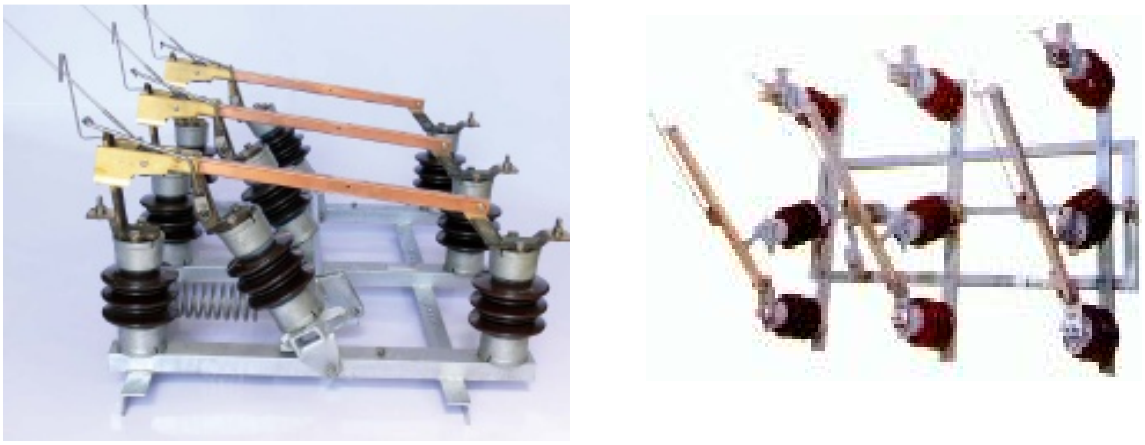
(a) (b)

***Figura 6.2*** – Plataformas de manobra

Por vezes, estas plataformas, podem estar parcial ou totalmente tapadas com terra ou pedras provenientes dos terrenos envolventes.

Assim, este é um aspecto importante que poderá ser corrigido, caso necessário, nas acções de manutenção dos seccionadores.

# Capítulo 7:
## INTERRUPTORES - SECCIONADORES



(a) (b)

***Figura 7.1*** – Interruptores - seccionadores: (a) *IXRC* – Jayme da Costa **[7]**; (b) *IPOV* – ISO-SIGMA **[8]**

Para além dos seccionadores, objecto de estudo desta dissertação, existem os interruptores – seccionadores, sobre os quais irão ser apenas mencionados, a título de curiosidade, alguns aspectos relevantes da sua constituição bem como do seu manuseamento, que os destacam quando comparados com os seccionadores.

Na figura seguinte é apresentada uma representação gráfica da percentagem destes aparelhos de cada uma das marcas existentes na Rede de Distribuição em Média Tensão, MT, de Trás-os-Montes.




***Figura 7.2*** – Representação gráfica da percentagem de interruptores – seccionadores de cada um das marcas existentes na rede de distribuição em Média Tensão, de Trás-os-Montes **[4]**

## 7.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS

Os interruptores - seccionadores (I-S) distinguem-se dos seccionadores pelo facto de serem aparelhos com **poder de corte**, o que lhes permite que sejam **manobrados em carga e em tensão**.

Estes aparelhos são usados no exterior em Postos de Transformação AI (aéreo com Interruptor - seccionador), sendo, neste caso, instalados na vertical, ou, por outro lado, em transições aéreo - subterrâneas, sendo instalados na horizontal.

A grande utilidade destes aparelhos prende-se com o facto de que, aquando uma avaria no transformador, no quadro eléctrico ou em qualquer outro elemento do PT ou da linha de baixa tensão a jusante, esses permitem o corte do fornecimento de energia, para que se proceda à respectiva assistência técnica. Não é, portanto, necessário o accionamento prévio de um interruptor a montante, tal como acontece nos seccionadores.

Os interruptores – seccionadores, para além de valores característicos semelhantes aos dos seccionadores, apresentam ainda valores típicos de poder de corte, como se pode constatar na ***Tabela 7.1***.

***Tabela 7.1*** – Valores típicos de poder de corte dos interruptores – seccionadores **[8]**

| Tensão | **KV** | 17,5 | 36 |
|---|---|---|---|
| **Poder de corte:** | | | |
| Carga activa | **A** | 90 | 70 |
| Carga em anel fechado | **A** | 200/400 | 200/400 |
| Cabos em vazio | **A** | 10 | 10 |
| Transformador em vazio | **A** | 4 | 2,5 |
| **Poder de fecho sob curto-circuito** | **KA** | 25 | 20 |

Os aparelhos em si são igualmente semelhantes aos seccionadores ao nível da base/*chassis* e dos isoladores, apresentando, no entanto, diferenças nas hastes, nas facas e maxilas.

No que se refere às diferenças encontradas nas hastes, estas são projectadas de modo a que se soltem, no momento da abertura, e que entrem em contacto, aquando o fecho, de uma forma rápida e até mesmo brusca, de modo a que os arcos formados sejam extintos fugazmente. A haste fixa é, por isso, em forma de gancho, para causar uma tensão sobre a haste móvel, que permite o efeito mola na abertura.

No que diz respeito ao seu manuseamento, a velocidade de corte é independente da velocidade de manobra, isto devido à existência de uma mola helicoidal, incluída nestes aparelhos por algumas marcas, importante no corte dos circuitos. Esta, está inserida entre o conjunto dos três isoladores fixos, que sustentam as facas e o conjunto dos três isoladores do eixo central móvel, que suportam as três maxilas.

Para além disto, a nível da manutenção e manuseamento, não haverá muito a acrescentar ao que já foi referido anteriormente nos capítulos respeitantes aos seccionadores de exterior, uma vez que apresentam o mesmo tipo comandos.

# Capítulo 8:
# TRABALHOS EM TENSÃO (TET)

Os trabalhos de manutenção de linhas aéreas apresentam actualmente um carácter diferente daquele que tinham no passado. Hoje, valoriza-se mais a continuidade do serviço de abastecimento energético. Nesse sentido, embora ainda se realizem trabalhos fora de tensão (TFT), os trabalhos em tensão (TET) **[12]** são uma prática adquirida e muito importante.

Estes trabalhos são executados de forma expedita, introduzindo melhorias a vários níveis, nomeadamente na **Qualidade de Serviço**, na **Segurança no Trabalho**, nas **Condições Sócio - Profissionais** dos trabalhadores, assim como na diminuição das **Despesas de Exploração** das redes.

Apesar de existirem vários métodos para a realização dos TET, apenas um deles é aqui apresentado: o **Trabalho à Distância**, pelo facto de ser bastante comum.

Neste método, usam-se os chamados “cabos secos”, que garantem o fecho dos circuitos, após a abertura dos “arcos”, que ligam o seccionador às linhas aéreas. Assim, o seccionador fica sem tensão, sendo que, a partir daí é possível a execução de trabalhos de manutenção nos aparelhos.

Para segurança dos trabalhadores, são também usados os protectores de condutores e de cadeias de isoladores, que os protegem de um possível contacto físico com a linha bem como de um eventual arco eléctrico entre as linhas aéreas e o poste.

Todo o trabalho é executado à distância, através de varas isolantes que são utilizadas pelos trabalhadores para que estes possam estabelecer contacto e manusear partes com um nível de tensão diferente.

Os trabalhos em tensão exigem, para além de ferramentas próprias, equipas com formação especializada nesta área, o que os torna dispendiosos.

No entanto, a capitalização de energia não fornecida nas interrupções normais será largamente compensatória e fará dos TET uma prática cada vez mais usada.

De seguida, pode ser vista um exemplo de manutenção a um seccionador SOCINAC (CHENOP), realizada por uma equipa TET, através do método referido, onde se podem ver todos elementos mencionados (*ver* ***Figura 8.1***).

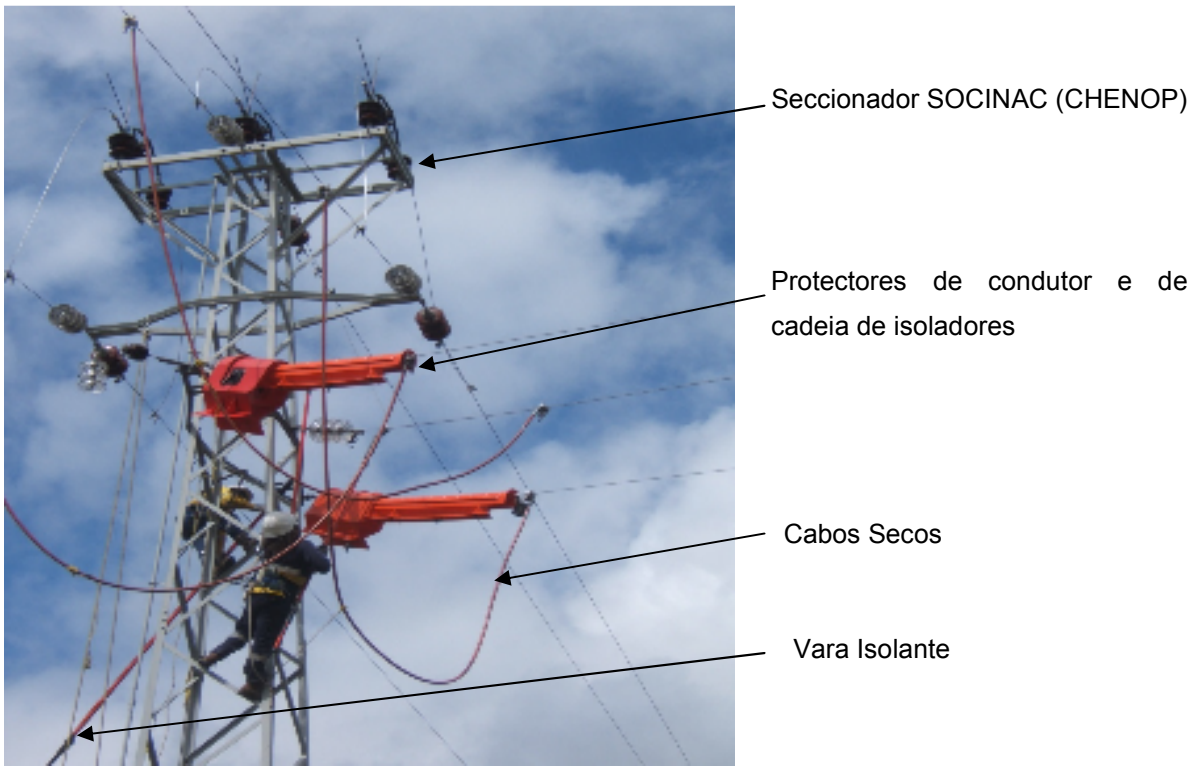



***Figura 8.1*** – Manutenção a um seccionador pelas equipas TET

A manutenção das linhas e, nomeadamente, dos seccionadores da rede MT, outrora feita por equipas da EDP, é realizada actualmente por empresas privadas, prestadoras de serviços. Assim, a EDP, faz apenas a auditoria dos trabalhos prestados.

Para uma boa gestão dos recursos da empresa, é aproveitada, muitas das vezes, a subida a postes das equipas, para a manutenção a um seccionador, substituindo também preventivamente outros elementos, tal como isoladores, ligadores, arcos, etc., caso seja necessário.

***Observação:*** *A realização deste tipo de trabalhos exige que rigorosas regras de segurança sejam cumpridas, devido ao risco acrescido, inerente ao trabalho em tensão.*

# Capítulo 9: CONCLUSÕES

## 9.1 PRINCIPAIS CONTRIBUIÇÕES

Da presente dissertação, advém, como principal contribuição, a elaboração de um manual de boas práticas a ter em consideração, aquando do contacto com seccionadores, por parte de quem com eles lida.

Atendendo a todo o trabalho de investigação realizado, concluiu-se a existência de uma deficiente manutenção dos aparelhos, a qual é, na maioria dos casos, a causa dos problemas com eles relacionados. A par disso, constatou-se, de igual modo, que um incorrecto manuseamento poderá contribuir para esses problemas.

Uma outra conclusão reside no facto de os seccionadores são aparelhos eficientes e robustos, desempenhando uma função importante na rede, pelo que não deverão ser retirados da mesma, como se tem verificado nas actuais obras, nas quais, sempre que possível, estes aparelhos não são incluídos.

## 9.2 SOLUÇÕES INOVADORAS

Após a realização deste trabalho de investigação, e tendo em consideração as conclusões que daí surgiram, algumas propostas inovadoras são, nesta dissertação, proferidas, com vista ao melhoramento da actual Rede de Distribuição e, por conseguinte, uma maior eficiência.

Como tal, serão de seguida apresentadas. Todavia, à que ter em atenção que, apesar de estas ideias serem aparentemente viáveis, serão necessários posteriores estudos que as corroborem.

1. ***Manutenção Contínua Preventiva Aos Seccionadores:***

   Esta proposta consiste em criar um plano de manutenção preventiva, mas ao contrário do que sucede actualmente, com um maior número de ocorrências.

   Assim, seriam criadas equipas especializadas em manutenção de seccionadores que prestariam apenas este serviço, cumprindo um plano de acção que atribuísse, a cada uma dessas equipas, a responsabilidade de uma determinada área de rede.

   A formação especializada das equipas é um aspecto importante neste tipo de manutenção, bem como o tempo por elas dispensado em cada acção deste tipo. Isto porque, uma manutenção eficiente compreende uma série de etapas, como aliás pode ser constatado no manual.

   Respeitando o proposto plano de manutenção, os trabalhos deveriam, portanto, respeitar a sequência de acções sugeridas, pelo que as equipas iniciariam o seu trabalho no ponto específico da linha, prosseguindo ao longo da mesma, de um modo cíclico. Só assim, se garantiria que todos os seccionadores eram revistos.

   Como este tipo de planeamento de trabalhos, que seriam realizados em tensão, garantindo o fornecimento de energia, a ocorrência de avarias na rede provenientes dos seccionadores seria grandemente reduzida e, assim, as horas de **Energia Não Fornecida** (ENF) seriam diminuídas, proporcionando à

empresa EDP um incremento de activos bem como um fomentar da sua credibilidade e boa imagem perante o consumidor.

## 2. *Avaliação Do Estado Do Seccionador Através Da Medição Da Queda De Tensão Em Cada Pólo:*

Nesta proposta sugere-se um método de avaliação do estado do seccionador, aquando da sua manutenção, baseado na medição da queda de tensão de cada pólo do aparelho (*ver* ***Figura 9.1***), atendendo à ***equação (1)***.

$$\Delta V = Z \times I = V_1 - V_2 \qquad \textbf{equação (1)}$$

em que:

- **ΔV** corresponde à queda de tensão entre a entrada e saída do pólo;
- **Z** corresponde à impedância do pólo;
- **I** corresponde à corrente injectada;
- $\mathbf{V_1}$ e $\mathbf{V_2}$ correspondem, respectivamente, à entrada e saída da corrente no pólo.

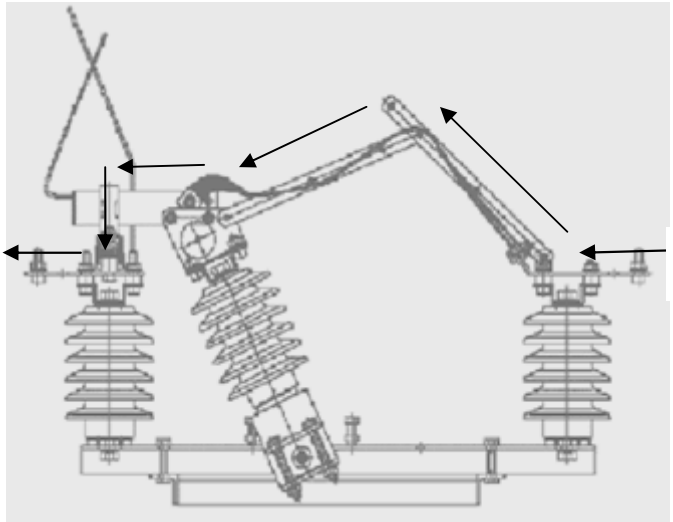



***Figura 9.1*** – Esquema representativo da passagem de corrente eléctrica por um dos pólos constituintes do seccionador

Atendendo às características de cada aparelho e mediante as informações fornecidas pelo fabricante, nomeadamente os valores de queda de tensão, seria possível avaliar a eventual variação da queda de tensão comparativamente à anterior.

Assim, *in loco*, o técnico, através da injecção de uma intensidade de corrente adequada aos valores nominais do aparelho, seria capaz de medir essa mesma queda de tensão e, em comparação com os dados do fabricante, poderia detectar a existência de alguma anomalia naquele pólo.

Tal injecção poderia ser feita através de uma fonte de alimentação portátil (exemplo: bateria, gerador, etc.).

No que se refere às anomalias, estas poderiam ser devido ao desalinhamento entre faca e maxila, ao deficiente aperto do parafuso da maxila, que a pressiona sobre a faca, ou ainda a uma deficiente condutividade nas peças por onde passa a corrente (tranças, facas, maxilas, etc.).

# REFERÊNCIAS


**[1]** EDP Distribuição – Energia, S.A.,"*Regulamento da Rede de Distribuição*".

**[2]** EDP Distribuição – Energia, S.A.,"*Regulamento de Consignações da Rede de Distribuição AT, MT e BT*", Janeiro 2001.

**[3]** EDP Distribuição – Energia, S.A.,"*Manual de Prevenção de Risco Eléctrico*"**.**

**[4]** EDP Distribuição – Energia, S.A., "*Inventário de Seccionadores e Interruptores-seccionadores da Rede de Distribuição de Trás-os-Montes*", formato Excel, 2007.

**[5]** *Edição DGE do Regulamento de Segurança de Linhas Eléctricas de Alta Tensão (R.S.L.E.A.T.)*, Lisboa, Abril 1993.

**[6]** Alcides Santos, Teresa Costa, "*Materiais Electrotécnicos Usados em Aparelhagem de Corte e Protecção*", Tecnologia da Electricidade, Dezembro 2005.

**[7]** www.jaymedacosta.pt

**[8]** www.iso-sigma.pt

**[9]** Jayme da Costa – Mecância e Electricidade S.A., "*Manual de Instalação e Operação de Seccionadores*", formato PDF.

**[10]** www.invitecnica.pt

**[11]** EDP Distribuição – Energia, S.A., "*Guia Técnico de Terras"*, Julho 2005.

**[12]** Rui Teixeira, *"Manutenção de Linhas de Média e Alta Tensão*", relatório de estágio curricular, FEUP 2002.

**[13]** A. Almeida do Vale, A. Machado e Moura, *Apontamentos da disciplina Distribuição de Energia 1 da FEUP*.

**[14]** A. Almeida do Vale, *Apontamentos da disciplina Produção e Transporte de Energia.*

**[15]** Hélder Leite, *Apontamentos da disciplina Redes de Transporte e Distribuição*, 2007/2008.

**[16]** Manuel Matos, "*Normas para apresentação de dissertações* - Bases Essenciais", Maio 1993 (versão revista Janeiro 1994).

# ANEXOS

# Anexo 1:

## ÁREA DE MANUTENÇÃO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE TRÁS-OS-MONTES

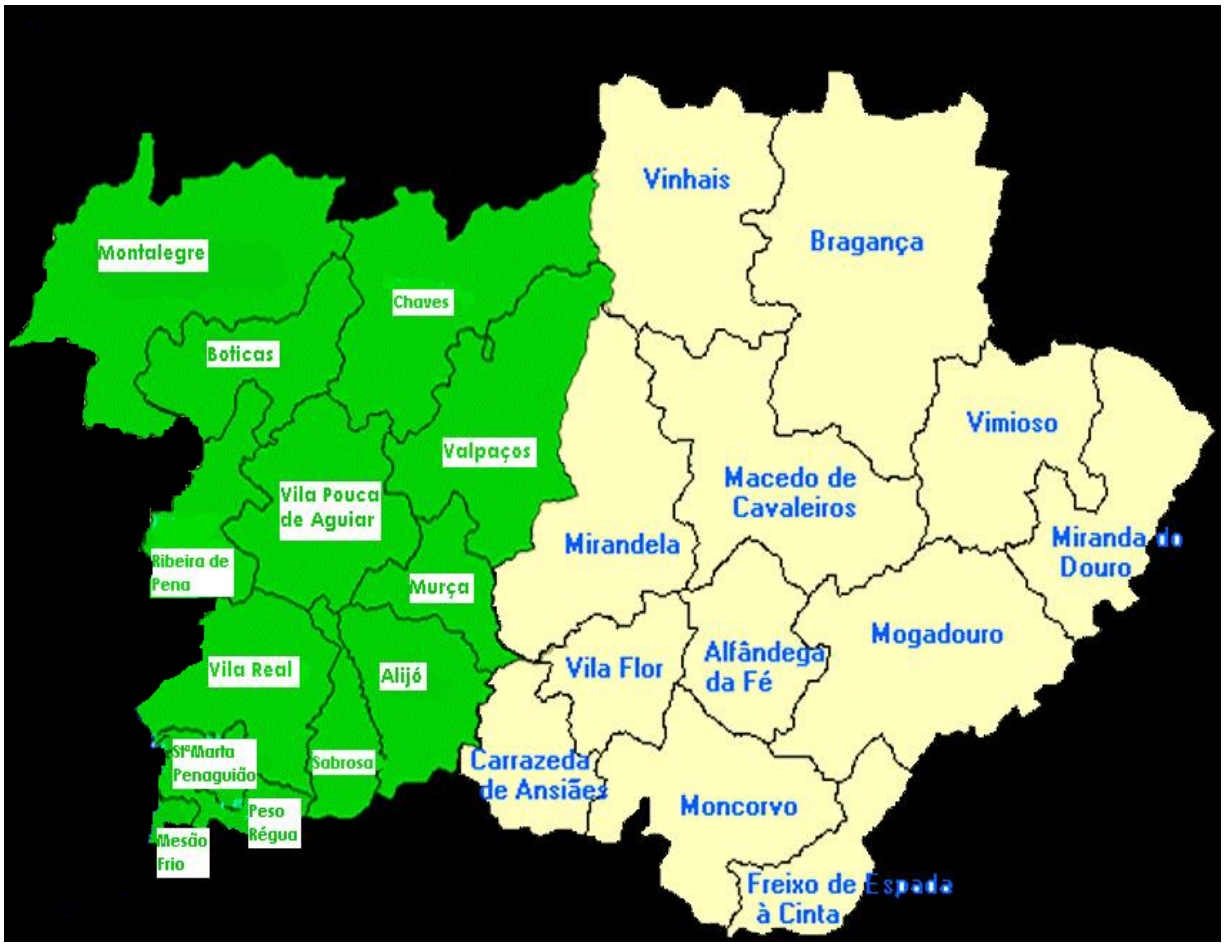



***Figura A1*** – Mapa representativo da área de manutenção da Rede de Distribuição de Trás-os-Montes

# Anexo 2

## ESQUEMA DE TRANSIÇÃO: LINHA AÉREA MT – CABO SUBTERRÂNEO MT

### A2.1 SECCIONADOR VERTICAL

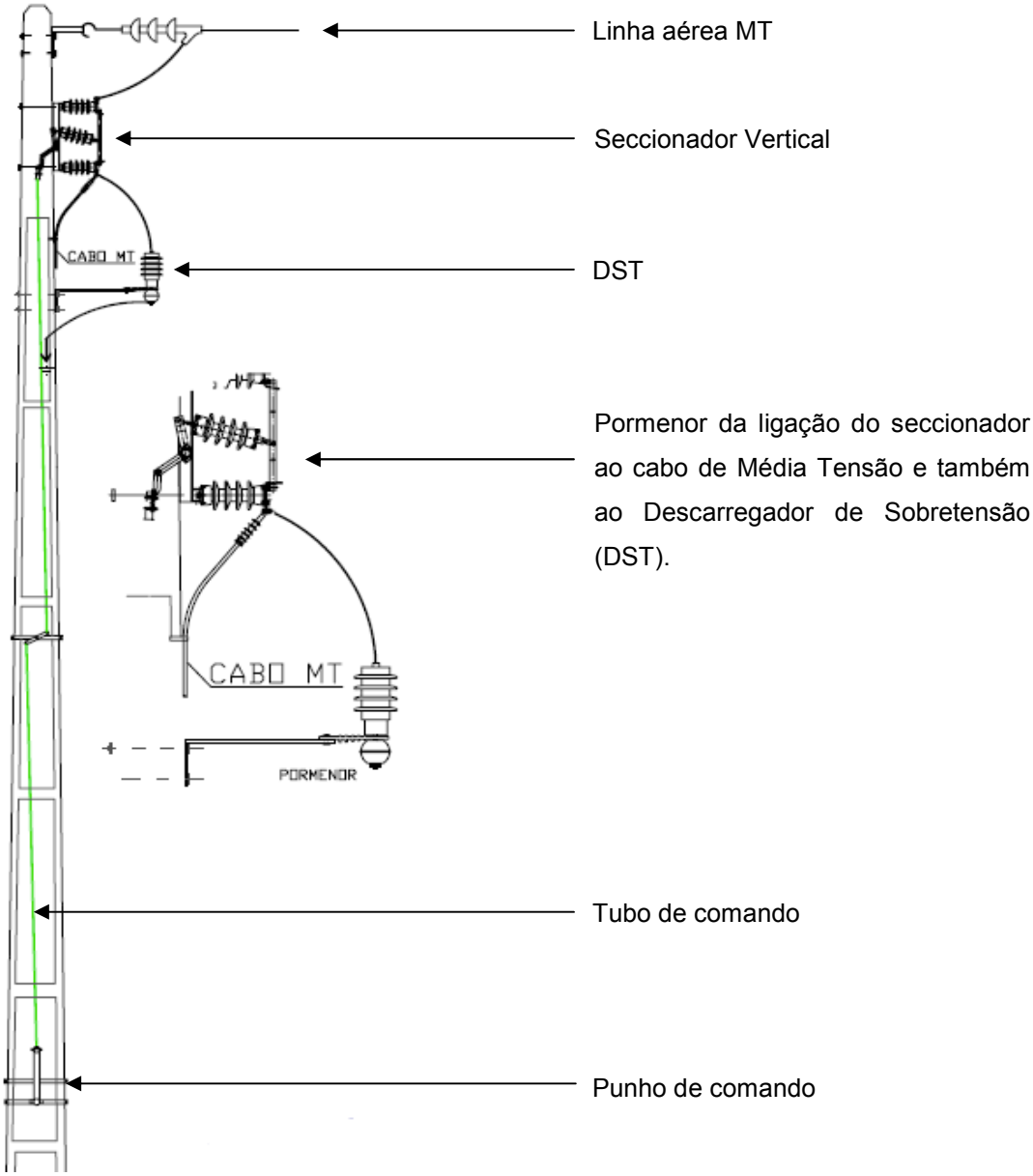



***Figura A2.1*** – Esquema ilustrativo de transição, com seccionador vertical **[8]**

## A2.2 SECCIONADOR HORIZONTAL

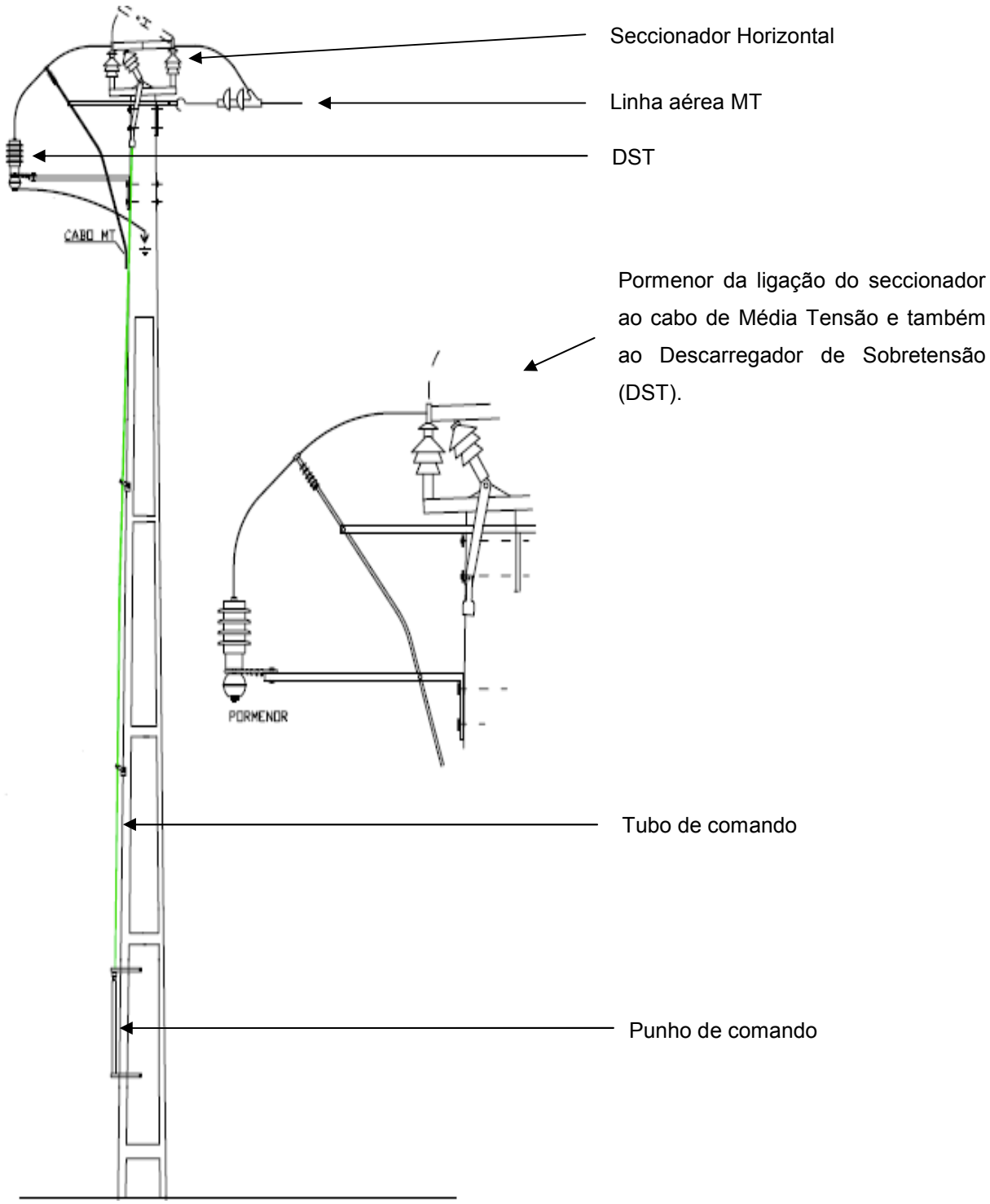



***Figura A2.2*** – Esquema ilustrativo de transição, com seccionador horizontal **[8]**

# Anexo 3:

## ESQUEMA DE POSTO DE TRANSFORMAÇÃO AÉREO (AS E AI)

### A3.1 PT AS

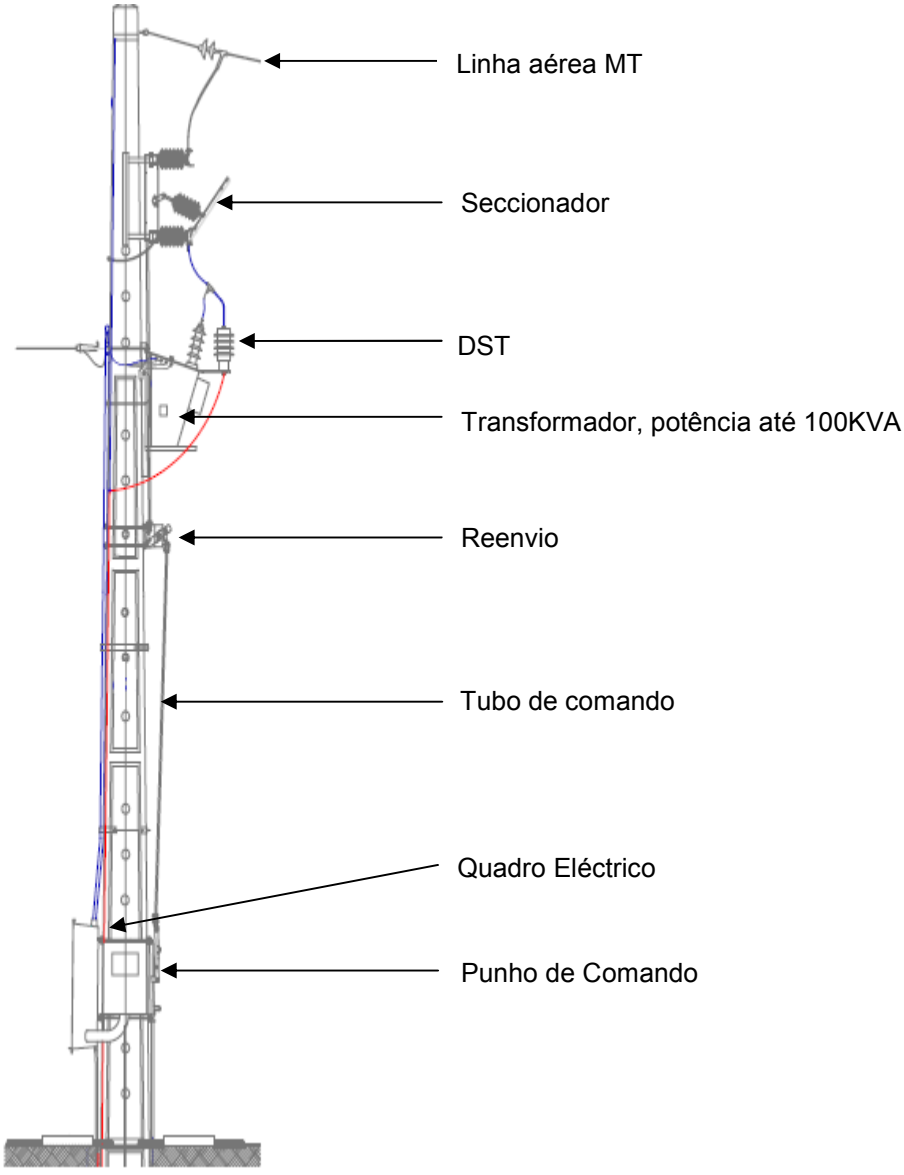



***Figura A3.1*** – Esquema ilustrativo do Posto de Transformação AS **[8]**

## A3.2 PT AI

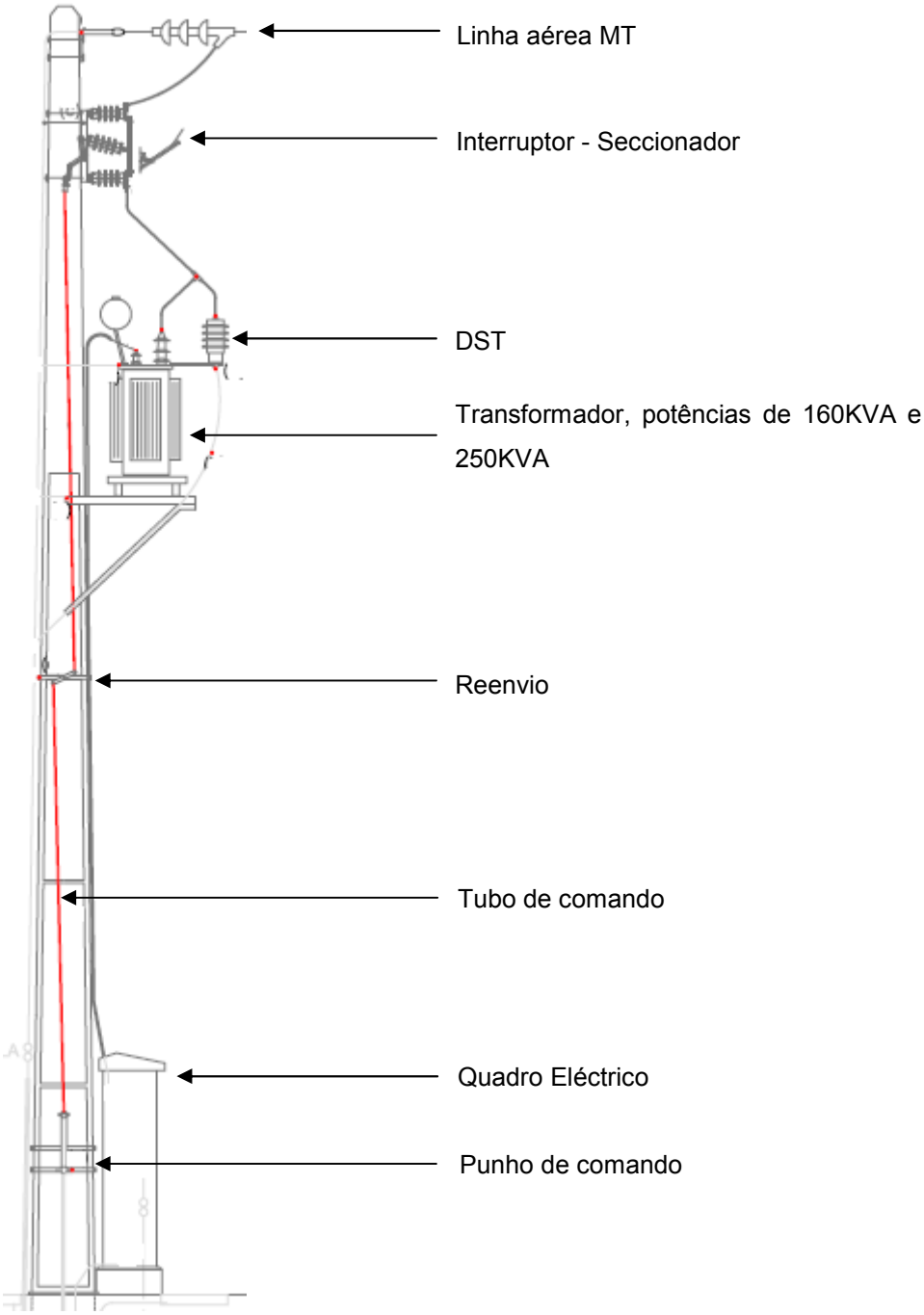



***Figura A3.2*** – Esquema ilustrativo do Posto de Transformação AI **[8]**

# Anexo 4:

## TABELAS DE CARACTERÍSTICAS E ATRAVANCAMENTOS DE SECCIONADORES

### A4.1 SECCIONADOR TRIPOLAR DE EXTERIOR ICMH (VERTICAL) [7]

***Jayme da Costa***

| | 12/17,5kV | 24kV | 36kV |
|---|---|---|---|
| **Corrente de curto circuito** | 31,5kA | | |
| **Corrente estipulada de curta duração** | 12,5kA, 3s | | |
| **Tensão estipulada à onda de choque** | | | |
| **à terra e entre pólos** | 95kV | 125kV | 170kV |
| **sobre distância de isolamento** | 110kV | 145kV | 195kV |
| **Tensão estipulada à frequência industrial** | | | |
| **50Hz, 1 min. à terra e entre pólos** | 38kV | 50kV | 70kV |
| **50Hz, 1 min. Sobre distância de isolamento** | 45kV | 60kV | 80kV |
| **Tensão estipulada à frequência industrial sob chuva** | | | |
| **50Hz, 1 min. à terra e entre pólos** | 38kV | 50kV | 70kV |
| **50Hz, 1 min. Sobre distância de isolamento** | 45kV | 60kV | 80kV |
| **Nº de manobras de abertura e fecho** | 1000 | 1000 | 1000 |

***Acessórios opcionais:***

Comando − ref. 0307100900

Facas de terra − ref.:

17,5 KV - 0262250900

24 KV - 0262551900

36 KV – 0262252900

Contactos auxiliares

| Tensão kV | Int. A | Designação | Ref. | Cotas em mm | | | | | | | | | | | | | Peso kg |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | *A* | *B* | *C* | *D* | *E* | *F* | *G* | *H* | *L* | *M* | *N* | *R* | *S* | |
| 12/17,5 | 400 | ICMH 17,5/400 | 0262148900 | 625 | 1010 | 926 | 85° | 716 | 695 | 550 | 358 | 110 | 260 | 400 | 40 | 350 | 66 |
| | 630 | ICMH 17,5/630 | 0262148901 | | | | | | 775 | | | | | | | | |
| 24 | 400 | ICMH 24/400 | 0262149900 | 670 | 1210 | 1126 | 85° | 775 | 745 | 595 | 395 | 110 | 260 | 500 | 40 | 485 | 79 |
| | 630 | ICMH 24/630 | 0262149901 | | | | | | 825 | | | | | | | | |
| 36 | 400 | ICMH 36/400 | 0262150900 | 775 | 1610 | 1528 | 90° | 975 | 845 | 700 | 483 | 110 | 360 | 700 | 40 | 450 | 112 |
| | 630 | ICMH 36/630 | 0262150901 | | | | | | 925 | | | | | | | | |

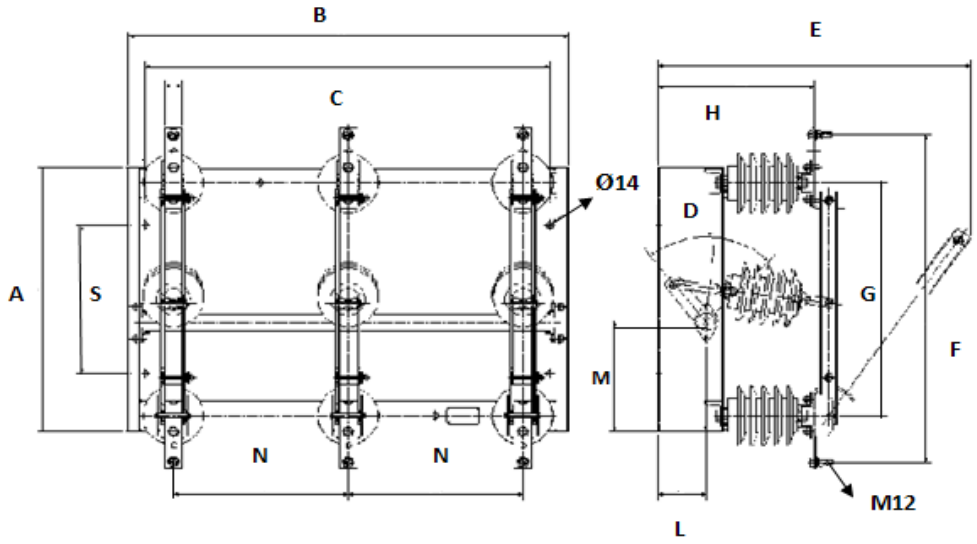



***Figura A4.1*** – Características e atravancamentos do seccionador ICMH

## A4.2 SECCIONADOR TRIPOLAR DE EXTERIOR ICLG (HORIZONTAL) [7]

### *Jayme da Costa*

| | 17,5kV | 36kV |
|---|---|---|
| **Corrente de curto circuito** | 31,5kA | |
| **Corrente estipulada de curta duração** | 12,5kA, 3s | |
| **Tensão estipulada à onda de choque** | | |
| **à terra e entre pólos** | 95kV | 170kV |
| **sobre distância de isolamento** | 110kV | 195kV |
| **Tensão estipulada à frequência industrial** | | |
| **50Hz, 1 min. à terra e entre pólos** | 38kV | 70kV |
| **50Hz, 1 min. Sobre distância de isolamento** | 45kV | 80kV |
| **Tensão estipulada à frequência industrial sob chuva** | | |
| **50Hz, 1 min. à terra e entre pólos** | 38kV | 70kV |
| **50Hz, 1 min. Sobre distância de isolamento** | 45kV | 80kV |
| **Nº de manobras de abertura e fecho** | 1000 | 1000 |

***Acessórios opcionais:***

Comando (ref.0307103900)

Caixa de sinalização e encravamentos

| Tensão kV | Int. A | Designação | Ref. | Cotas em mm | | | | | | | | | | | | | Peso kg |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | *A* | *B* | *C* | *D* | *E 1/2* | *F* | *G* | *H* | *L* | *M* | *N* | *R* | *S* | |
| 17,5 | 200 | ICLG 17,5/200 | 0262214901 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 400 | ICLG 17,5/400 | 0262214900 | 825 | 1340 | | 1424 | 677/753 | 965 | 735 | 308 | | 260 | 600 | 50 | | 97 |
| | 630 | ICLG 17,5/530 | 0262214902 | | | | | | | | | | | | | | |
| 36 | 200 | ICLG 36/200 | 0262224901 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 400 | ICLG 36/400 | 0262224900 | 900 | 2140 | | 2224 | 830/825 | 1040 | 810 | 425 | | 360 | 1000 | 50 | | 147 |
| | 630 | ICLG 36/630 | 0262224902 | | | | | | | | | | | | | | |

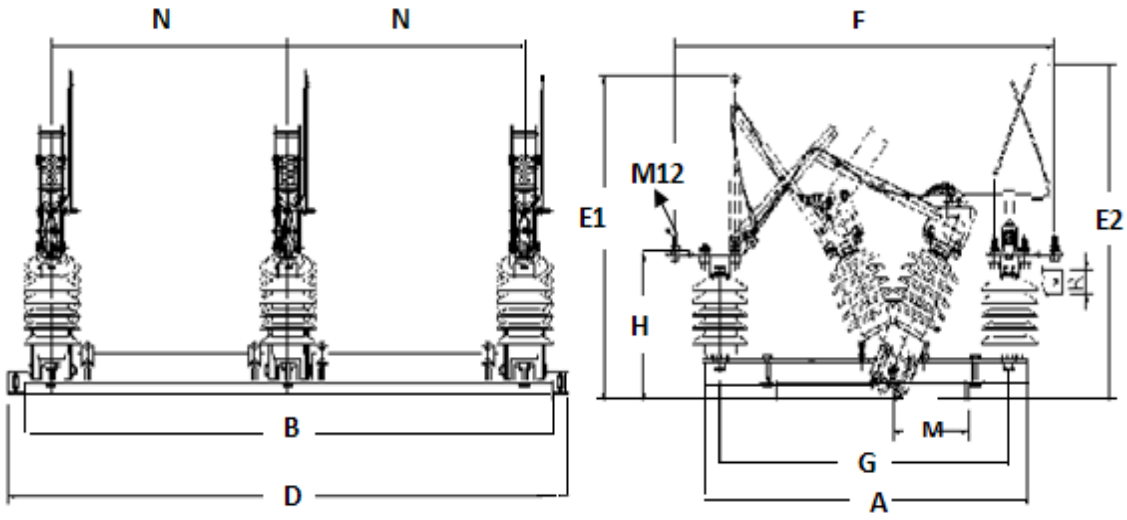



***Figura A4.2*** – Características e atravancamentos do seccionador ICLG

## A4.3 SECCIONADOR TRIPOLAR DE EXTERIOR SPOV (VERTICAL) [8]

Para montagem nos Postos de Transformação Aéreos, do tipo AS, seccionamento de linhas, ou transições linha aérea - cabo subterrâneo.
Fabrico standard:
Nível de poluição III-Forte (CEI 60815) linha de fuga mín. 25mm/kV
Isoladores CEI 60273 (ferragem externa tipo C4)

Os seccionadores do tipo SPOV são equipados com isoladores de ferragem externa, tipo C4, estando as principais características de acordo com a norma CEI 60273.
* Eléctricas:
-Tensão estipulada ao choque atmosférico;
-Tensão estipulada à frequência industrial sob chuva;
* Mecânicas:
-Carga de ruptura à flexão.
-Os níveis de poluição são referentes aos tipos previstos na CEI 60815.

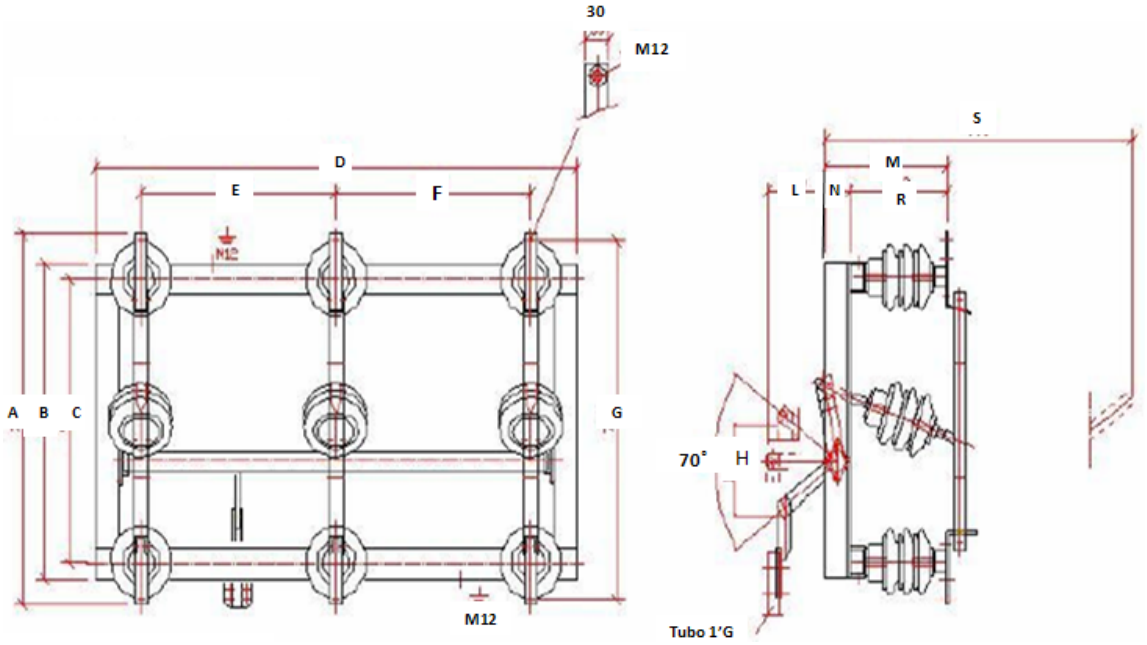
Referências nos tipos, relativos aos níveis de poluição – CEI 60815
Seccionadores com ferragem externa.

| Tipo do seccionad. Ref. | Poluição – CEI 60815 | | Isolador CEI 60273 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Nível | Linha de fuga min. mm/kV | kV / Tipo | | |
| | | | 17,5 | 24 | 36 |
| SPOV | I – Fraco | 16 | C4-95 | C4-125 | C4-170 |
| SPOV 20 | II – Médio | 20 | | | |
| SPOV 25 | III – Forte | 25 | | | |
| SPOV 31 | IV – Mto. Forte | 31 | | | |

O SPOV foi estudado pela ISOGNOM no fim dos anos setenta, de modo a responder aos requisitos técnicos do Projecto-tipo da Direcção-Geral de Energia para Postos de Transformação do tipo AS.
Após ensaios tipo obedecendo às normas CEI 60129 –Seccionadores e seccionadores de terra de corrente alternada e CEI 60694 – Especificações comuns à aparelhagem de alta tensão, o seccionador SPOV foi plenamente aceite pelos serviços técnicos da DGE e EDP.
A ISOGNOM fabricou milhares destes aparelhos durante as últimas décadas; estão instalados nas redes da EDP, não se tendo registado qualquer deficiência no seu funcionamento.
O SPOV foi concebido para montagem vertical em postes de betão, mas pode ser instalado, também, em postes metálicos.

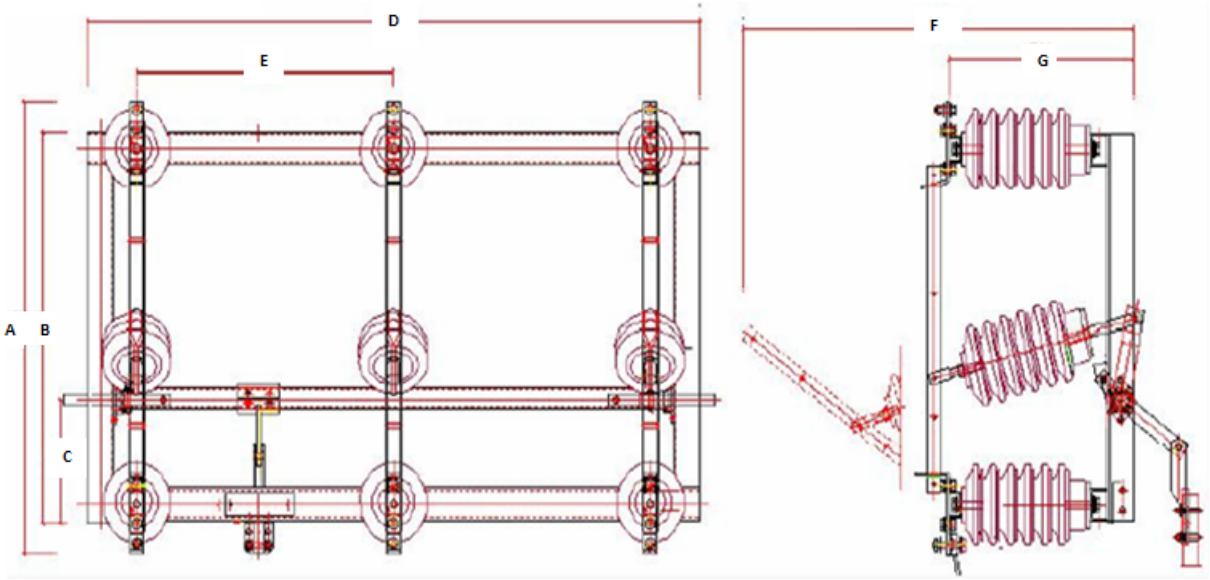
| Tensão (KV) | Int. (A) | Designação | Cotas em mm | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | A | B | C | D | E | F | G | H | L | M | N | R | S |
| 17,5 | 400 | SPOV FE 17,5/400 | 786 | 665 | 600 | 1235 | 500 | 500 | 756 | 188 | 150 | 312 | 60 | 252 | 770 |
| 36 | | SPOV FE 36/400 | 880 | 765 | 240 | 1430 | 600 | 1095 | 580 | | | | | | |

***SPOV FE 17,5KV/400A***




(a)

***SPOV FE 36KV/400A***




(b)

***Figura A4.3*** – Características e atravancamentos dos seccionadores tripolares: (a) − *SPOV FE 17,5KV/400A* e (b) −*SPOV FE 36KV/400A*

## A4.4 SECCIONADOR TRIPOLAR DE EXTERIOR SMHI (HORIZONTAL) [8]

### *ISO-SIGMA*

Para montagem em seccionamento de linhas, transição linha aérea - cabo subterrâneo, etc.
Fabrico standard:
Nível de poluição III-Forte (CEI 60815) linha de fuga mín. 25mm/kV
Isoladores CEI 60273 (ferragem externa tipo C4)

**Características eléctricas:**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Tensão estipulada | | kV | 17,5 | 24 | 36 |
| Corrente estipulada em serviço contínuo | | A | 400<br>630 | 400<br>630 | 400<br>630 |
| Níveis de poluição | | | | | |
| Fraco | 16mm.kV | | | 18,5 | |
| Lig./ méd. | 20mm.kV | | | | 20 |
| Forte | 25mm.kV | | 25,4 | | |
| Tipos de isoladores | | | C4-125 | C4-125 | C4-170 |

| Normas Observadas | | |
|---|---|---|
| NP 2830 | (CEI 129) | NP 525 |
| NP 2461 | (CEI 694) | NP 526 |
| NP 2806 | (CEI 518) | NP 527 |
| | | I 1327 |

Corrente estipulada de curta duração em função do tempo de acordo com a CEI 265:

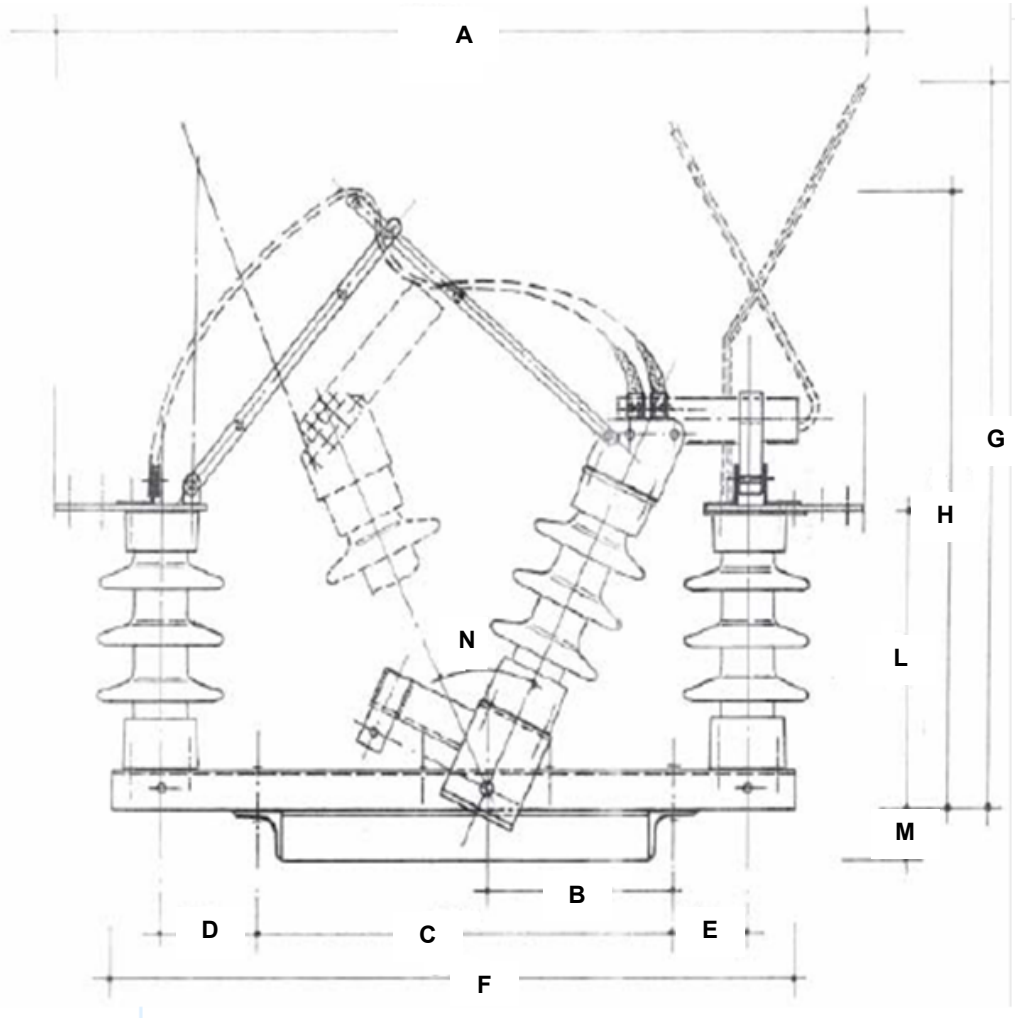
| kV | Duração estipulada de curto-circuito s | Corrente estipulada de curta duração kA |
|---|---|---|
| 12 | 1 | 16 |
| 24 | 1,5 | 13 |
| 36 | 3 | 9,2 |

**Características dos Isoladores aplicados:**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Tensão estipulada** | kV | 17,5 | 24 | 36 |
| **Linha de fuga** | mm | 445 | 445 | 720 |
| **Tensão suport.**<br>-Ao choque<br>-Sob chuva | <br>kV<br>kV | <br>125<br>55 | <br>125<br>55 | <br>170<br>70 |
| **Carga de ruptura à flexão** | N | 4000 | 4000 | 4000 |

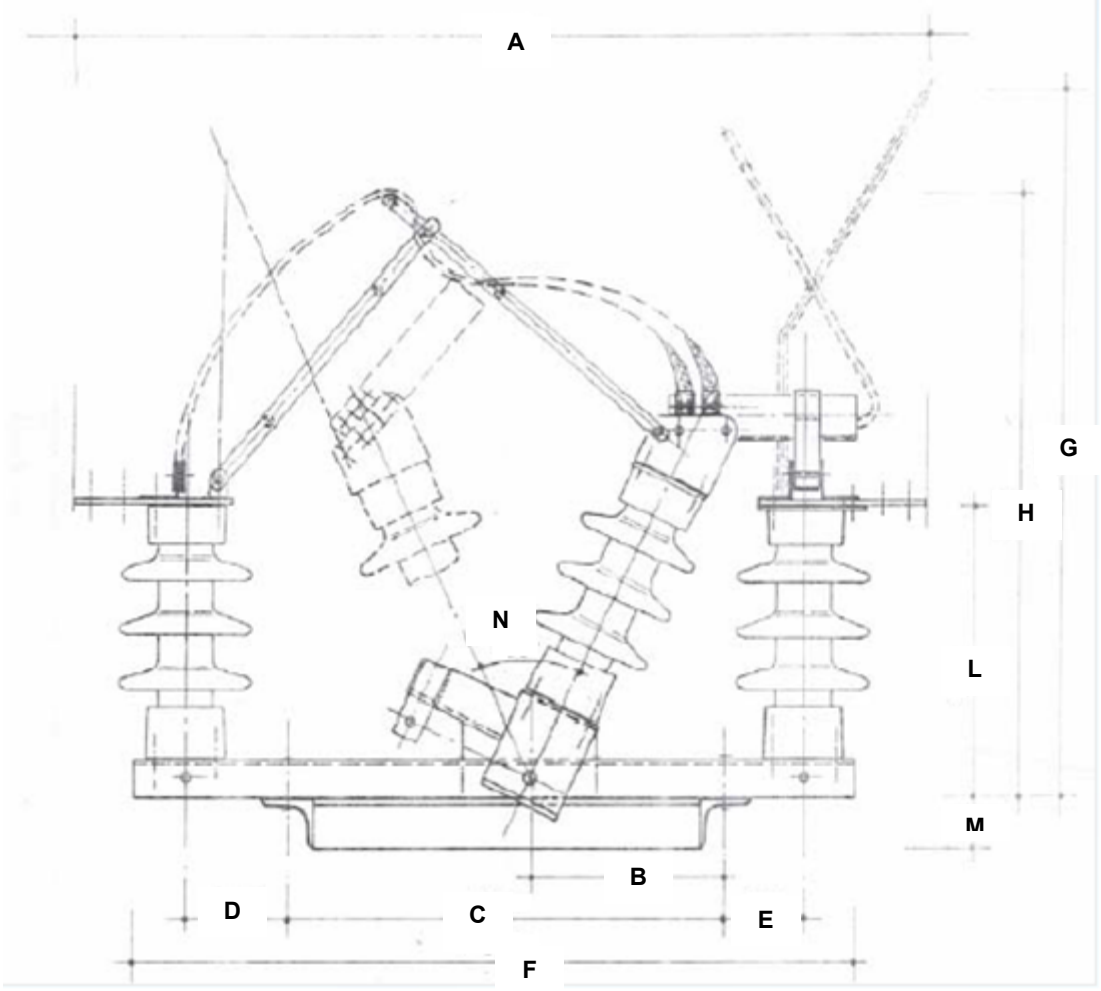
| Tensão (KV) | Designação | Cotas em mm e ângulo em graus | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | A | B | C | D | E | F | G | H | L | M | N |
| 24 | SMHi 24KV | 1104 | 237.5 | 526 | 122 | 92 | 855 | 820 | 650 | 365 | 60 | ±50° |
| 36 | SMHi 36KV | 1305 | 235 | 600 | 160 | 180 | 1060 | 980 | 910 | 505 | 60 | ±50° |

***SMHi 24KV***
***Entre pólos (eixos): 600 mm***




(a)

***SMHi 36KV***
***Entre pólos (eixos): 1000 mm***

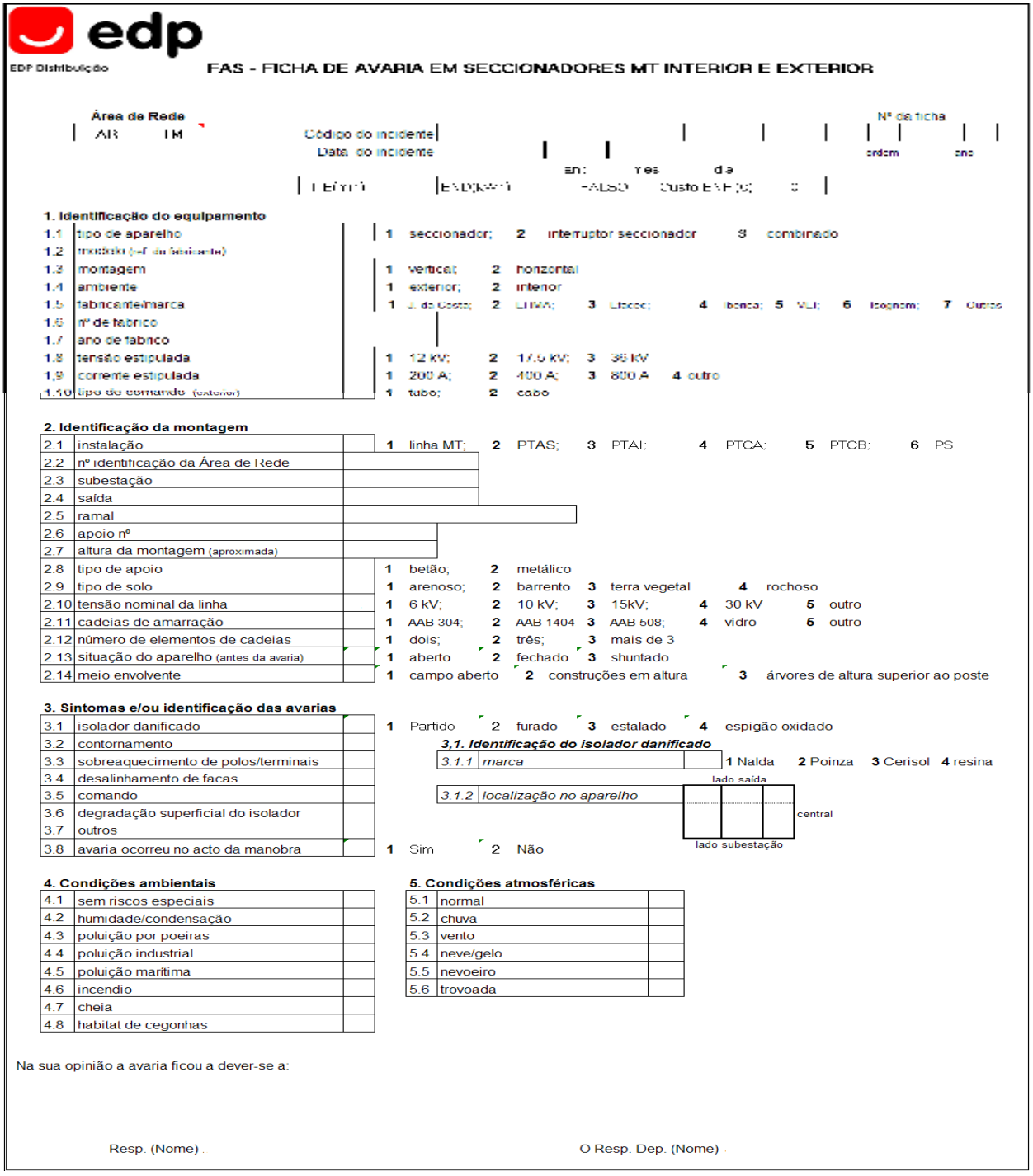



(b)

***Figura A4.4*** – Características e atravancamentos dos seccionadores tripolares: (a) – *SMHi 24KV e* (b) – *SMHi 36KV*

# Anexo 5:

## FICHA DE AVARIAS EM SECCIONADORES MT INTERIOR E EXTERIOR



edp

EDP Distribuição

**FAS - FICHA DE AVARIA EM SECCIONADORES MT INTERIOR E EXTERIOR**

Área de Rede AR TM

Código do incidente

Data do incidente

Nº da ficha

ordem ano

**1. Identificação do equipamento**

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1.1 | tipo de aparelho | 1 seccionador; 2 interruptor seccionador 3 combinado | |
| 1.2 | modelo (ref. do fabricante) | | |
| 1.3 | montagem | 1 vertical; 2 horizontal | |
| 1.4 | ambiente | 1 exterior; 2 interior | |
| 1.5 | fabricante/marca | 1 J. da Costa; 2 LUMA; 3 Lloce; 4 Ibenia; 5 VJ; 6 Isognom; 7 Outro | |
| 1.6 | nº de fabrico | | |
| 1.7 | ano de fabrico | | |
| 1.8 | tensão estipulada | 1 12 kV; 2 17,5 kV; 3 36 kV | |
| 1.9 | corrente estipulada | 1 200 A; 2 400 A; 3 800 A 4 outro | |
| 1.10 | tipo de comando (exterior) | 1 tubo; 2 cabo | |

**2. Identificação da montagem**

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2.1 | instalação | | 1 linha MT; 2 PTAS; 3 PTAI; 4 PTCA; 5 PTCB; 6 PS |
| 2.2 | nº identificação da Área de Rede | | |
| 2.3 | subestação | | |
| 2.4 | saída | | |
| 2.5 | ramal | | |
| 2.6 | apoio nº | | |
| 2.7 | altura da montagem (aproximada) | | |
| 2.8 | tipo de apoio | | 1 betão; 2 metálico |
| 2.9 | tipo de solo | | 1 arenoso; 2 barrento 3 terra vegetal 4 rochoso |
| 2.10 | tensão nominal da linha | | 1 6 kV; 2 10 kV; 3 15kV; 4 30 kV 5 outro |
| 2.11 | cadeias de amarração | | 1 AAB 304; 2 AAB 1404 3 AAB 508; 4 vidro 5 outro |
| 2.12 | número de elementos de cadeias | | 1 dois; 2 três; 3 mais de 3 |
| 2.13 | situação do aparelho (antes da avaria) | | 1 aberto 2 fechado 3 shuntado |
| 2.14 | meio envolvente | | 1 campo aberto 2 construções em altura 3 árvores de altura superior ao poste |

**3. Sintomas e/ou identificação das avarias**

| | | | |
|---|---|---|---|
| 3.1 | isolador danificado | | 1 Partido 2 furado 3 estalado 4 espigão oxidado |
| 3.2 | contornamento | | |
| 3.3 | sobreaquecimento de polos/terminais | | |
| 3.4 | desalinhamento de facas | | |
| 3.5 | comando | | |
| 3.6 | degradação superficial do isolador | | |
| 3.7 | outros | | |
| 3.8 | avaria ocorreu no acto da manobra | | 1 Sim 2 Não |

***3.1. Identificação do isolador danificado***

| | | | |
|---|---|---|---|
| 3.1.1 | *marca* | | 1 Nalda 2 Poinza 3 Cerisol 4 resina |
| 3.1.2 | *localização no aparelho* | | |

lado saída / central / lado subestação

**4. Condições ambientais**

| | | |
|---|---|---|
| 4.1 | sem riscos especiais | |
| 4.2 | humidade/condensação | |
| 4.3 | poluição por poeiras | |
| 4.4 | poluição industrial | |
| 4.5 | poluição marítima | |
| 4.6 | incendio | |
| 4.7 | cheia | |
| 4.8 | habitat de cegonhas | |

**5. Condições atmosféricas**

| | | |
|---|---|---|
| 5.1 | normal | |
| 5.2 | chuva | |
| 5.3 | vento | |
| 5.4 | neve/gelo | |
| 5.5 | nevoeiro | |
| 5.6 | trovoada | |

Na sua opinião a avaria ficou a dever-se a:

Resp. (Nome)

O Resp. Dep. (Nome)

***Figura A5*** – Ficha de avaria em seccionadores MT interior e exterior