



Mestrado em Engenharia Eletrotécnica

Redes de Distribuição de Energia Elétrica de Média e Baixa Tensão – Estágio na Helenos, S.A.

Relatório de Estágio
apresentado para a obtenção do grau de Mestre em
Engenharia Eletrotécnica
Especialização em Automação e Comunicações em Sistemas de
Energia

Autor
João Tiago Veríssimo Ferreira

Orientadores
Professora Doutora Rita Manuela Fonseca Monteiro
Pereira
Professor Doutor Carlos Manuel Borralho Machado
Ferreira

Professores do Departamento de Engenharia Eletrotécnica
Instituto Superior de Engenharia de Coimbra

Supervisor
Engenheiro Pedro Mota Gabriel Lima de Oliveira Cunha
Helenos, S.A.

Coimbra, junho, 2018

AGRADECIMENTOS

O trajeto realizado na elaboração deste relatório não seria possível sem o contributo de várias pessoas que, direta ou indiretamente, me ajudaram a cumprir os meus objetivos. Contudo, não sendo possível nomeá-los a todos, não posso deixar de manifestar o meu respeito e agradecimento sincero.

De entre todos gostaria de agradecer em primeiro lugar, ao meu supervisor Engenheiro Pedro Cunha pela supervisão, incentivo, motivação, tempo disponibilizado e por todos os conhecimentos e conselhos transmitidos, tanto na realização do estágio, como também na elaboração do presente relatório.

Ao Sr. Fernando Heleno e ao Sr. Albano Heleno pela possibilidade de estágio na Helenos, S.A. e pela integração, competência, humildade, respeito e confiança concedidas desde o primeiro dia de estágio.

À Helenos, S.A., por me ter facultado a oportunidade de efetuar o estágio curricular, por me ter possibilitado todas as condições técnicas e laborais ao longo de todo o estágio, a todos os colaboradores que tive oportunidade de conhecer, tanto em contexto de escritório, como em contexto de obras, pelo respeito, integração, motivação e partilha de conhecimento, para o meu enriquecimento pessoal e profissional.

Aos Professores Rita Pereira e Carlos Ferreira, pela orientação, partilha de conhecimento, tempo disponibilizado e apoio prestado na elaboração do presente relatório.

Ao Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, em especial ao Departamento de Engenharia Eletrotécnica, por todos os conhecimentos adquiridos a nível profissional e pessoal e pela experiência académica proporcionada.

A todos os meus amigos e colegas que me incentivaram e me proporcionaram momentos de boa disposição e amizade, durante esta fase importante do meu percurso académico.

Ao meu irmão, por toda a ajuda, apoio, conselhos sábios, companheirismo, compreensão, amizade, por nunca dizer que não e por estar sempre ao meu lado, tal como agradeço à minha cunhada.

A toda a minha família, especialmente aos meus pais, por todo o apoio incondicional demonstrado, incentivo, motivação e compreensão dado ao longo do meu percurso académico, sem o qual não me teria sido possível realizar o curso. A eles dedico todo o meu esforço!

A todas estas pessoas, o meu sincero obrigado!

João Tiago Veríssimo Ferreira

RESUMO

A rede de distribuição de energia elétrica tem um papel influente no conforto e funcionamento da nossa sociedade contemporânea, a nível pessoal e profissional, devendo ser encarada como uma abordagem séria e cuidada.

O presente relatório descreve o trabalho realizado durante o estágio efetuado na empresa Helenos, S.A., que teve uma duração de cerca de oito meses. O estágio teve lugar na área operacional de Coimbra, no qual a empresa presta serviços à EDP Distribuição S.A. Grande parte dos trabalhos realizados ao longo do estágio tiveram como tema principal a distribuição de energia elétrica em Média e Baixa Tensão.

Este trabalho descreve a rede de distribuição de energia elétrica de Média e Baixa Tensão, em como esta se divide e caracteriza, desde a sua instalação até à manutenção. Neste documento são descritos alguns temas com vários tópicos e conceitos importantes na análise e estudo das redes de distribuição de energia elétrica de Média e Baixa Tensão.

No relatório está presente uma análise de vários trabalhos executados pela Helenos, S.A., nomeadamente manutenção de postos de transformação e trabalhos em tensão, os quais foram acompanhados no terreno pelo autor e cujos mapas de medições das respetivas obras acompanhadas foram alvos de receção, interpretação e análise. Assim, foi possível ao autor ter um contacto direto, com os trabalhos de expansão e manutenção da rede elétrica de Média e Baixa Tensão, de cariz mais técnico, possibilitando uma aprendizagem e assimilação de conhecimentos diversos, com o decorrer do estágio.

Palavras-chave: Baixa Tensão; Energia Elétrica; Média Tensão; Postos de Transformação; Redes de Distribuição de Energia Elétrica; Trabalhos em Tensão.

ABSTRACT

The distribution network of electric power has an influential role in the comfort and functioning of our contemporary society, personal and professional, and should be seen as a serious approach and well cared for.

The present report describes the work performed during the internship performed in the company Helenos, S.A., which had a duration of about eight months. The internship took place in the operational area of Coimbra, in which the company provides services to EDP Distribuição S.A. A large part of the work carried out along the stage had as main theme the distribution of electrical energy in Medium and Low Voltage.

This work describes the distribution network of electric power Medium and Low Voltage, as this divides and characterizes, from its installation through to maintenance. In this document are described some topics with several topics and important concepts in the analysis and study of distribution networks for electrical power Medium and Low Voltage.

In the report there is an analysis of the various works performed by Helenos, S. A., in particular maintenance of transformation stations and work in voltage, which were accompanied in the field by the author and whose maps from measurements of their works accompanied were the targets of reception, interpretation and analysis. Thus, it was possible for the author to have a direct contact, with the work expansion and maintenance of the electrical network of Medium and Low Voltage, of a more technical nature, enabling a learning and assimilation of several knowledge, during the course of the internship.

Keywords: Low Voltage; Electric Power; Medium Voltage; Transformation Stations; Electric Power Distribution Networks; Work in Voltage.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	iii
ABSTRACT	v
ÍNDICE	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
ÍNDICE DE QUADROS	xvii
ABREVIATURAS	xix
SIMBOLOGIA	xxi
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Enquadramento do Trabalho.....	1
1.2. Objetivos do Trabalho.....	2
1.3. Estrutura do Documento.....	2
2. EMPRESA HELENOS, S.A.	5
2.1. Apresentação da empresa.....	5
2.2. Missão da empresa.....	6
2.3. Atividades de negócio da empresa.....	6
2.4. Áreas essenciais de formação da empresa.....	6
2.5. Valores da empresa.....	7
2.6. Sistema de Gestão Integrado da empresa.....	7
2.7. Localização dos Serviços Técnicos, Administrativos e Armazém.....	7
2.8. Atividades desenvolvidas na Helenos, S.A.....	8
3. REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA	13
3.1. Introdução.....	13
3.2. Classificação das redes elétricas.....	13
3.2.1. Redes de distribuição.....	13
3.2.2. Redes de transporte.....	13
3.2.3. Redes de interligação.....	14
3.3. Características das redes aéreas de BT.....	14
3.4. Características das redes subterrâneas.....	15
3.4.1. Cabos elétricos enterrados diretamente no solo.....	16
3.4.2. Cabos elétricos entubados diretamente no solo.....	18

3.5. Caracterização genérica das linhas de distribuição de MT e BT	19
3.5.1. Linhas aéreas de MT e BT	19
3.5.2. Condutores	20
3.5.3. Apoios (Postes)	20
3.5.4. Isoladores	21
3.5.5. Cabos de guarda (linhas aéreas de MT)	21
3.6. Caracterização genérica das linhas aéreas de MT	22
3.7. Estrutura topológica da rede de distribuição	23
3.7.1. Rede radial	23
3.7.2. Rede malhada	23
3.7.3. Rede em anel com exploração radial	24
3.8. Armários de distribuição	25
3.8.1. Tipos de armários existentes	25
3.8.2. Situação aplicável ao distribuidor EDP	25
3.9. Cabos aplicados	27
3.9.1. Normalização	27
3.9.2. Definições gerais	30
3.9.3. Cabos do tipo de BT	31
3.9.4. Cabos do tipo de MT	33
3.9.5. Cabos com comportamento melhorado ao fogo	35
4. TRABALHOS EM TENSÃO	37
4.1. Métodos de TET em redes de MT	37
4.1.1. Método à distância	37
4.1.2. Método ao contacto	39
4.1.3. Método ao potencial	40
4.1.4. Método global	40
4.2. Condições de Execução de Trabalhos	41
4.3. Processos e tarefas de TET em MT	43
4.4. Tipos de trabalhos para redes de BT e MT	44
4.4.1. Para BT:	44
4.4.2. Para MT:	44
4.5. Ações de manutenção em PT's	45
4.6. Habilitação para TET	46
4.6.1. Código de habilitação para TET	46

4.7. Limpeza de Instalações em Tensão até 30 kV	48
4.8. Regime Especial de Exploração – TET em MT.....	51
4.9. Equipamentos de Proteção Individual.....	52
4.10. Equipamentos de Proteção Coletiva.....	53
4.11. Equipamentos para TET.....	54
4.12. Autorização para Intervenção em Tensão.....	55
4.13. Processo de Consignação e Processo de Desconsignação.....	56
4.14. 5 Regras de Ouro.....	57
4.15. Regras de Segurança aplicadas em contexto de trabalho.....	60
4.16. Direção e Vigilância da Zona de Trabalhos.....	61
4.17. Condições Atmosféricas e Visibilidade da Zona de Trabalhos.....	62
4.17.1. Condições Atmosféricas.....	62
4.17.2. Visibilidade da Zona de Trabalhos.....	62
4.18. Avaliação de Riscos.....	63
4.19. Fim de Trabalhos.....	64
4.20. Solvente Dielétrico de Limpeza.....	64
5. POSTOS DE TRANSFORMAÇÃO.....	67
5.1. Introdução.....	67
5.2. Tipos de Topologias.....	68
5.3. Posto de Transformação e Distribuição da rede pública.....	69
5.4. Posto de Transformação do Cliente.....	70
5.4.1. Tipos de Postos de Transformação do Cliente.....	71
5.5. Terra de Proteção.....	73
5.6. Terra de Serviço.....	74
5.7. Medição e Registo da Resistência de Contacto dos Eléktodos de Terra.....	75
5.7.1. Método das Estacas ou da Queda de Tensão.....	76
5.7.2. Método das Pinças ou de Medida sem Estacas.....	77
6. ACOMPANHAMENTO DE TRABALHOS.....	79
6.1. Introdução.....	79
6.2. Obra de Aplicação de Si-COAT 570.....	79
6.3. Obra de Manutenção de Serviço no PTC das Águas da Figueira da Foz – Filtração, limpeza e reutilização do óleo do transformador de potência.....	83
6.4. Obra de Trabalhos de Limpeza e Conservação em TET do PTD PNL 59 – Penela.....	88
6.5. Obra de Manutenção de Serviço no PTC da Central de Águas de Outil.....	92

6.6. Obra de Manutenção de Serviço no PTD CBR 014 de Coimbra no Parque de Santa Cruz.....	96
6.7. Obra de Aumento de Potência no PTD FIG 228 – Figueira da Foz – Ervedinho.....	100
6.8. Obra de Manutenção de Serviço no PTD FIG 408 – Substituição do QGBT – Lagoa da Vela.....	104
6.9. Obra da Ponte Edgar Cardoso – Figueira da Foz.....	108
6.10. Obra da Ponte de Santa Clara – Coimbra.....	110
7. CONCLUSÕES.....	113
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	115
ANEXOS – DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA.....	121
ANEXO A.1: Perfil de vala para rede subterrânea de BT.....	123
ANEXO A.2: Perfil de vala para rede subterrânea de MT.....	124
ANEXO A.3: Autorização para Intervenção em Tensão (AIT).....	125
ANEXO A.4: Processo de Consignação.....	126
ANEXO A.5: Boletim de Consignação – Trabalhos Fora de Tensão.....	127
ANEXO A.6: Boletim de Consignação – Trabalhos Fora de Tensão.....	128
ANEXO A.7: Ordem de Manobras.....	129
ANEXO A.8: Pedido de Indisponibilidade.....	130
ANEXO A.9: Fluxograma de Fase de Consignação.....	131
ANEXO A.10: Fluxograma de Fase de Desconsignação.....	132
ANEXO A.11: Terra de Proteção para PTAS – Ligação do terminal inferior do poste ao elétrodo da terra de proteção.....	133
ANEXO A.12: Terra de Proteção para PT Cabine Baixa – Ligação aos eléttodos da terra de proteção.....	134
ANEXO A.13: Terra de Serviço para PTAI – Ligação do barramento de neutro do QGBT ao elétrodo da terra de serviço.....	135
ANEXO A.14: Terra de Serviço para PT Cabine Baixa – Ligação do barramento de neutro do QGBT ao elétrodo da terra de serviço.....	136
ANEXO A.15: Mapa de Medições.....	137
ANEXO A.16: Ficha de Valorização para Pedidos BT.....	138
ANEXO A.17: Ficha de Croqui.....	139
ANEXO A.18: Ficha de Orçamentação PS.....	140
ANEXO A.19: Ficha de Materiais desmontados.....	141
ANEXO A.20: Ficha de Riscos Associados ao Meio Envolvente – Lista de verificação para a identificação e controlo de riscos.....	142
ANEXO A.21: Ficha de Registo da Verificação da Resistência de Contacto dos Eléttodos de Terra.....	143
ANEXO A.22: Ficha de Registo de Inspeções e Ensaios.....	144

ANEXO A.23: Instruções para os primeiros socorros em acidentes pessoais produzidos por correntes elétricas.....	145
ANEXO A.24: Poster informativo de TET.....	146
ANEXO A.25: Poster informativo de TET.....	147

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 – Logotipo da empresa Helenos, S.A. [4].....	5
Figura 2.2 – Localização da Helenos, S.A. [9].....	7
Figura 2.3 – Fachada principal e entrada do edifício da Helenos, S.A.....	8
Figura 2.4 – PHC da Helenos, S.A. [10].....	9
Figura 2.5 – OMNIS da Helenos, S.A. [10].....	9
Figura 2.6 – Resultados das auditorias internas às obras da EDP Distribuição [10].....	10
Figura 3.1 – Produção, Transmissão, Distribuição e Consumo de Energia Elétrica [11].....	14
Figura 3.2 – Rede aérea de BT em cabo torçada.....	15
Figura 3.3 – a) Perfil de vala para rede subterrânea de MT, b) perfil de vala para rede subterrânea de BT [15].....	17
Figura 3.4 – Placa de Proteção de Cabos (PPC) [16].....	17
Figura 3.5 – a) Tubo corrugado em PVC, b) tubo corrugado em PEAD [17].....	18
Figura 3.6 – Colocação de fita de sinalização vermelha e de rede de sinalização vermelha.....	19
Figura 3.7 – Passagem de uma linha aérea de MT.....	19
Figura 3.8 – Esquema de diferentes tipos de apoios [14].....	20
Figura 3.9 – Isoladores inseridos em cadeia de amarração no apoio.....	21
Figura 3.10 – Cabo de guarda e condutores em apoios de MT, sujeitos a defeito [19].....	22
Figura 3.11 – a) Linhas de MT com dois circuitos trifásicos, b) linha de MT com um circuito trifásico [20].....	22
Figura 3.12 – Estrutura topológica da rede de energia elétrica [1].....	24
Figura 3.13 – Ligação do neutro à terra para um armário de distribuição [23].....	26
Figura 3.14 – Placa de identificação de um armário de distribuição [24].....	27
Figura 3.15 – Barramentos com identificação de fases e do neutro.....	27
Figura 3.16 – Simbologia – Campo descritivo dos materiais constituintes [25].....	28
Figura 3.17 – Cabo LXHIOV 1 x 150/16 12/20 kV (NP 2363) [25].....	29
Figura 3.18 – Cabo XHIAV 3 x 70 6/10 kV (NP 2363) [25].....	30
Figura 3.19 – Constituição geral de um cabo e do seu revestimento [26].....	31
Figura 4.1 – Exemplificação de trabalhos realizados à distância mínima em redes de MT [31].....	38
Figura 4.2 – Exemplificação de trabalhos realizados à distância mínima dentro de PT's [31].....	38
Figura 4.3 – Classificação de zonas de trabalho [32].....	39
Figura 4.4 – Métodos de TET em redes de MT.....	41
Figura 4.5 – Trabalhos em Tensão.....	41
Figura 4.6 – a) Equipamento de proteção usado pelos executantes, b) gerador.....	42

Figura 4.7 – a) Barquinha, b) curto-circuitadores para terras temporárias e varas isolantes, c) escadas isolantes....	42
Figura 4.8 – Execução de Trabalhos em Tensão.....	43
Figura 4.9 – Trabalhos de manutenção em PT's.....	45
Figura 4.10 – a) Exemplo de uma credencial, b) título de habilitação profissional [30].....	48
Figura 4.11 – Trabalhos de limpeza e conservação de um PT.....	49
Figura 4.12 – Estrado isolante de TET.....	50
Figura 4.13 – Bloqueio do manípulo de comando do seccionador do transformador.....	51
Figura 4.14 – Equipamentos de Proteção Individual usados durante o estágio.....	52
Figura 4.15 – Exemplificação de variados Equipamentos de Proteção Coletiva.....	53
Figura 4.16 – Equipamentos utilizados em TET [29].....	54
Figura 4.17 – Viatura de TET – MT/BT.....	55
Figura 4.18 – a) Execução de TET, b) colocação de material na viatura de TET.....	56
Figura 4.19 – 5 Regras de Ouro.....	57
Figura 4.20 – Cortes visíveis na rede.....	58
Figura 4.21 – Bloqueio de aparelhos de corte na rede.....	58
Figura 4.22 – Verificação de ausência de tensão.....	59
Figura 4.23 – Ligações à terra e em curto-circuito.....	59
Figura 4.24 – Delimitação da zona de trabalhos.....	59
Figura 4.25 – Exemplificação de duas zonas de trabalhos diferentes.....	60
Figura 4.26 – Ação de formação de TET em BT.....	61
Figura 4.27 – Visibilidade e condições atmosféricas favoráveis à execução da atividade.....	63
Figura 4.28 – PER-SOL 60E.....	65
Figura 4.29 – Rótulo da embalagem do PER-SOL 60E [10].....	65
Figura 5.1 – a) Modo de construção em poste, b) modo de construção em cabine baixa, c) modo de construção em monobloco de PT's.....	67
Figura 5.2 – a) Visualização de um PTC, b) visualização de um PTD.....	68
Figura 5.3 – Esquema unifilar de um PTD para 15 kV e 630 kVA [46].....	69
Figura 5.4 – Placa de identificação de um PTD [24].....	69
Figura 5.5 – Visualização de um QGBT de quadro aberto CA2 de um PTD de Cabine Baixa.....	70
Figura 5.6 – Esquema unifilar de MT de um PTC para 15 kV e 1000 kVA [46].....	70
Figura 5.7 – Separação física no PTC, do PS e do transformador de potência.....	71
Figura 5.8 – a) Esquema de funcionamento do PTAI, b) esquema de funcionamento do PTAS.....	72
Figura 5.9 – Barramento de terra de proteção (TP).....	73
Figura 5.10 – Barramento de terra de serviço (TS).....	74

Figura 5.11 – Esquema do funcionamento do método das estacas [51].....	77
Figura 5.12 – Medição da resistência de contacto do eléctrodo de terra.....	77
Figura 5.13 – a) Medição da resistência de contacto do eléctrodo de terra, com recurso ao método das pinças, b) com recurso ao método das estacas.....	78
Figura 6.1 – a) Celas, b) transformador de potência antes da aplicação do Si-COAT 570.....	81
Figura 6.2 – a) Celas, b) transformador de potência depois da aplicação do Si-COAT 570.....	82
Figura 6.3 – a), b) Máquina de alta pressão para aplicação do Si-COAT 570 e respetivo material de trabalho.....	82
Figura 6.4 – a) Entrada e saída do óleo isolante do transformador de potência, b) interruptor seccionador-fusível desligado.....	85
Figura 6.5 – a) Máquina purificadora do óleo, b) inserção da máquina purificadora no seu veículo de transporte.....	86
Figura 6.6 – a) Valor obtido da terra de serviço pelo método das pinças, b) medição da resistência de terra de serviço pelo método das estacas.....	87
Figura 6.7 – a) Ligação dos arcos na linha aérea de MT, b) gerador em funcionamento.....	87
Figura 6.8 – a) Transformador de potência após a limpeza, b) viatura de transporte de material para TET.....	90
Figura 6.9 – a) Transformador de potência antes da limpeza, b) transformador de potência depois da limpeza.....	91
Figura 6.10 – a) Montagem de um apoio de betão, b), c) montagem do transformador de potência.....	94
Figura 6.11 – a) Execução do maciço de betão, b) colocação do QGBT, c) transformador de potência colocado no apoio de betão.....	95
Figura 6.12 – a) Interruptor seccionador-fusível existente, b) colocação do novo interruptor seccionador-fusível na parede, c) barramentos ligados ao transformador de potência.....	97
Figura 6.13 – a) Caixas terminais existentes, b) caixas terminais novas, c) caixas terminais novas fixas ao suporte na parede.....	99
Figura 6.14 – a) Fusíveis HH utilizados, b) gerador em local de obra.....	99
Figura 6.15 – a) Ligações do transformador de potência ao QGBT, b) ligações no QGBT, c) terminal bimetálico.....	101
Figura 6.16 – a) Interior do QGBT, b) colocação das ferragens de aperto dos tubos de proteção mecânica, c) QGBT devidamente colocado.....	102
Figura 6.17 – Veículo de transporte com os materiais desmontados da rede.....	103
Figura 6.18 – a) Interior do armário do QGBT existente com elevada corrosão, b) exterior do armário do QGBT existente.....	105
Figura 6.19 – a) Medição da resistência de contacto do eléctrodo de terra de proteção, b) ligação do medidor de terras ao eléctrodo de terra sob teste no QGBT.....	106
Figura 6.20 – a) Retoques finais de acabamento de construção civil, b) interior do QGBT, c) tubos de proteção dos condutores do PT.....	107
Figura 6.21 – a) Verificação do fusível, b) substituição da lâmpada e do balastro eletrónico das colunas de IP da ponte Edgar Cardoso.....	109
Figura 6.22 – a), b) Subida às colunas da rede de IP, da ponte Edgar Cardoso.....	109

Figura 6.23 – a) Bobina com cabo tripolar de BT da rede de IP instalado, b) grua *under bridge* em execução de trabalho.....111

Figura 6.24 – a) Grua *under bridge* em execução de trabalho, b) instalação do cabo novo tripolar de BT da rede de IP, c) grua *under bridge* a ser recolhida.....112

Figura 6.25 – a) Grua *under bridge* a avançar na ponte, b) grua *under bridge* a baixar a sua plataforma hidráulica, c) acessos da grua *under bridge*.....112

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 3.1 – Armários de distribuição aplicados pela EDP Distribuição [22].....	25
Quadro 3.2 – Marcação de barramentos [21].....	27
Quadro 3.3 – Cabos aplicados nas redes de distribuição de energia elétrica em BT [26].....	31
Quadro 3.4 – Cabos aplicados nas redes de distribuição de energia elétrica em MT [25].....	34
Quadro 4.1 – Distâncias de segurança para MT usadas no método à distância [31].....	38
Quadro 4.2 – Habilitações, codificadas por letras e índices numéricos [36].....	47

ABREVIATURAS

- AI – Aéreo com Interruptor Seccionador
AIT – Autorização para Intervenção em Tensão
AOCBR – Área Operacional de Coimbra
AS – Aéreo com Seccionador
AT – Alta Tensão
AutoCAD – Software para desenho em 2 dimensões
BT – Baixa Tensão
BTE – Baixa Tensão Especial
CA1 – Quadro aberto com 4 saídas, estando 3 equipadas com triblocos seccionáveis
CA2 – Quadro aberto com 6 saídas, estando 5 equipadas com triblocos seccionáveis
CBR – Coimbra
CEI – Comissão Eletrotécnica Internacional (*International Electrotechnical Commission - IEC*)
CET – Condições de Execução de Trabalhos
DGEG – Direção-Geral de Energia e Geologia
EDP – Energias de Portugal
EN – Norma Europeia
EPC – Equipamento de Proteção Coletiva
EPI – Equipamento de Proteção Individual
FIG – Figueira da Foz
GLOW PRO – Solvente Dielétrico de Limpeza
GMS – Grupo Móvel de Socorro
HH – Fusíveis de média tensão e de alta capacidade de rutura
IP – Iluminação Pública
ISO – Organização Internacional de Normalização (*International Organization for Standardization*)
ITED – Infraestruturas de Telecomunicações em Edifícios
ITUR – Infraestruturas de Telecomunicações em Loteamentos, Urbanizações e Conjunto de Edifícios
LSA – Lousã
LZT – Limpeza e Conservação de Postos de Transformação
MAT – Muito Alta Tensão
MT – Média Tensão
NP – Norma Portuguesa
OHSAS – Série de Avaliação de Segurança e Saúde Ocupacional (*Occupational Health and Safety Assessment Series*)
OMNIS – Software de Gestão de Obras da Helenos, S.A.
PE – Ponto de instalação energizado

PEAD – Polietileno de Alta Densidade
PEN – Cabo ligado à terra, com funções de condutor de proteção e de condutor de neutro
PER-SOL 60E – Solvente Dielétrico de Limpeza
PHC – Software de Gestão de Obras da Helenos, S.A.
PIT – Pedido de Intervenção em Tensão
PNL – Penela
PPC – Placas de Proteção de Cabos
PS – Posto de Seccionamento
PT – Posto de Transformação
PTAI – Posto de Transformação Aéreo com Interruptor Seccionador
PTAS – Posto de Transformação Aéreo com Seccionador
PTC – Posto de Transformação do Cliente
PTD – Posto de Transformação e Distribuição
PVC – Policloreto de Vinilo
QGBT – Quadro Geral de Baixa Tensão
RABT – Redes Aéreas de Baixa Tensão
Rc – Raio de delimitação entre Zona Controlada e Livre
REE – Regime Especial de Exploração
Rr – Raio de delimitação entre Zona de Risco e Controlada
SEE – Sistema de Energia Elétrica
SI – Superfície Isolante
Si-COAT 570 – Revestimento de isolamento de alta tensão, desenvolvido para solucionar problemas de descargas elétricas em isoladores
TET – Trabalhos em Tensão
TP – Terra de Proteção
TP4 – Tipo de apoio de betão
TS – Terra de Serviço
XLPE – Polietileno reticulado
ZC – Zona Controlada
ZL – Zona Livre
ZR – Zona de Risco

SIMBOLOGIA

- 0 – Comutador em posição de Desligado
- 1 – Comutador em posição de Manual/Manutenção
- 2 – Comutador em posição de Automático
- A – Comutador em posição de Automático
- b – Secção nominal do ecrã metálico (blindagem)
- D – Distância mínima de aproximação
- g – Distância de guarda
- H – Altura total do apoio
- he – Profundidade mínima de enterramento do apoio
- I – Intensidade de corrente elétrica
- Icc – Corrente de curto-circuito
- L1 – Barramento de Fase 1
- L2 – Barramento de Fase 2
- L3 – Barramento de Fase 3
- M – Comutador em posição de Manual/Manutenção
- N – Barramento de Neutro
- n – N° de condutores
- OFF – Posição de desligado
- ON – Posição de ligado
- R – Resistência de terra
- s – Secção nominal dos condutores
- t – Distância de tensão
- U – Tensão nominal ou Tensão entre condutores de fase (tensão composta)
- U₀ – Tensão entre cada um dos condutores de fase e a terra ou o ecrã metálico (tensão simples)
- U_n – Tensão nominal
- X – Elétrodo de terra sob teste
- Y – Estaca de tensão
- Z – Estaca de corrente

1. INTRODUÇÃO

1.1. Enquadramento do Trabalho

O Sistema de Energia Elétrica (SEE) é uma infraestrutura fundamental ao funcionamento de uma sociedade moderna, funcionando continuamente e desempenhando uma função vital, que depende de energia para a satisfação das suas necessidades nos domínios económico e social. Este exige um elevado investimento e uma engenharia sofisticada na sua construção e operação.

A política ambiental tem vindo progressivamente a condicionar fortemente o sector energético, tendo esta vertente ambiental passado a ser um dos objetivos da política energética [1].

A eficiência energética assume uma importância essencial, tanto a nível de produção, como de consumo.

A distribuição de energia elétrica tem um papel fundamental no bem-estar da população e funcionamento da sociedade atual, pelo que se deve abordá-la seriamente, dando-lhe importância tanto a nível técnico, como prático [2].

O aumento do número de consumidores e do consumo de energia elétrica, a integração do crescente número de unidades de produção dispersa, a necessidade da redução das emissões de gases de efeito de estufa, exigem uma contínua expansão e manutenção da rede elétrica, de modo a garantir um serviço com os níveis de segurança e de qualidade exigidos.

A construção de linhas elétricas envolve diversas áreas de engenharia, como eletrotecnia, civil, mecânica e de estruturas. As linhas elétricas devem ser projetadas para serem estabelecidas e operarem em condições de variação de temperatura, podendo, inclusive, estar sujeitas à formação de gelo nos condutores e apoios.

Em Portugal existem quatro classes de redes de energia elétrica, que são a Baixa Tensão (BT) abaixo de 1000 V, a Média Tensão (MT) entre 1 e 45 kV, a Alta Tensão (AT) entre 45 e 110 kV e a Muito Alta Tensão (MAT) acima de 110 kV. Dentro de cada classe de rede de energia elétrica estão presentes vários níveis de tensão pré-estabelecidos, sendo estes definidos por: linhas de BT de 400 V, linhas de MT de 6 kV, 10 kV, 15 kV, 30 kV, linhas de AT de 60 kV, 100 kV e linhas de MAT de 150 kV, 220 kV e 400 kV.

As empresas que prestam serviços na rede elétrica devem apresentar um bom desempenho, de forma a aumentar significativamente os níveis de exigência e garantir um fornecimento contínuo de energia, seguro e com elevados padrões de qualidade.

Tendo em consideração os novos materiais que surgem no mercado, assim como os novos equipamentos, a expansão e a manutenção da rede elétrica devem sempre acompanhar a evolução tecnológica existente ao longo dos anos.

A exploração das redes de energia elétrica é um processo bastante exigente, por parte das empresas responsáveis pela distribuição e comercialização das mesmas, tendo obrigatoriamente de planear, projetar e licenciar novas instalações elétricas, caso haja necessidade para tal. Com a evolução socioeconómica, há cada vez mais uma exigência para que os serviços prestados sejam de qualidade, regra máxima no setor de energia. Deste modo, o operador da rede elétrica deve ser capaz de elevar a qualidade com que distribui a energia, garantindo a continuidade de serviço.

As redes elétricas aéreas apresentam-se como um elemento fundamental no sistema de transmissão de energia elétrica. Estas são uma garantia de equilíbrio entre as melhores características económicas e técnicas para transporte e distribuição de energia elétrica, desde os sistemas de produção até aos consumidores [3].

1.2. Objetivos do Trabalho

O estágio realizado na empresa Helenos, S.A., que presta serviços maioritariamente na área da construção e manutenção de infraestruturas e instalações elétricas de distribuição de energia elétrica de Alta, Média e Baixa Tensão e iluminação pública para a EDP Distribuição, S.A. na área operacional de Coimbra, envolve os seguintes objetivos:

- Estudo e conhecimento do caderno de encargos para o cliente EDP;
- Receção de obras;
- Distribuição das obras, de acordo com o grau de urgência da sua execução;
- Acompanhamento da execução das obras no terreno;
- Acompanhamento de auditorias e verificação de trabalhos realizados;
- Execução de estudos para orçamentação de obras;
- Participação nas atividades afetas ao departamento de qualidade, responsabilidade social e ambiente e ao departamento de higiene e segurança.

O trabalho de estágio envolveu ainda a participação nas atividades da empresa de registo, controlo, comunicação e organização de obras públicas e privadas. Ao longo do estágio houve um contacto contínuo com as regras de segurança e ambiente dentro da empresa e fora da mesma, em contexto de obras, nunca descartando estas ao longo do estágio.

1.3. Estrutura do Documento

A estrutura do presente relatório de estágio está dividida em 7 capítulos, sendo que estes estão relacionados com os objetivos apresentados. No início é exposto um resumo e um *abstract* que sintetizam o alcance do trabalho desenvolvido.

No capítulo 1 é apresentada a introdução, onde é feita uma referência ao Sistema de Energia Elétrica, destacando-se o papel da distribuição de energia elétrica na sociedade atual, assim como o desempenho das empresas que prestam serviços na rede elétrica. São indicadas as classes de redes de energia elétrica, os respetivos níveis de tensão de cada classe da rede de energia elétrica definidos em Portugal, que fazem parte do Sistema Elétrico Nacional e salienta-se a exigência na qualidade do fornecimento contínuo de energia elétrica. Ainda neste capítulo são apresentados os objetivos traçados no estágio, além de um pequeno resumo de cada um dos capítulos que constituem o documento.

No capítulo 2 é feita uma apresentação da empresa onde se realizou o estágio, com destaque para as diferentes áreas de negócio em que a mesma se insere e as atividades desenvolvidas pelo autor no decorrer do estágio.

No capítulo 3 é destacada a rede de distribuição de energia elétrica. Neste capítulo é feita uma classificação das redes elétricas, são apresentadas as características das redes aéreas de BT e de MT, as características das redes subterrâneas de BT e de MT, a estrutura topológica da rede de distribuição existente no Sistema de Energia Elétrica, os armários de distribuição e por fim são apresentados os cabos aplicados na rede de distribuição de energia elétrica de BT e de MT.

No capítulo 4 é exposta a temática dos trabalhos em tensão. Neste capítulo são destacados os métodos de TET (Trabalhos em Tensão) em redes de MT, as ações de manutenção em postos de transformação, a habilitação para TET, a limpeza de instalações em tensão até 30 kV, os equipamentos de proteção individual, os equipamentos de proteção coletiva, os equipamentos para TET, a autorização para intervenção em tensão, as 5 regras de ouro e por fim é exposto o PER-SOL 60E (solvente dielétrico de limpeza).

No capítulo 5 é apresentada a temática dos postos de transformação. Neste capítulo é exposta a constituição do posto de transformação e distribuição da rede pública, a constituição do posto de transformação do cliente, os tipos de postos de transformação do cliente, a ligação da terra de proteção e a sua aplicação nos postos de transformação, a ligação da terra de serviço e a sua aplicação nos postos de transformação e por fim são apresentados os métodos de medida da resistência de contacto dos elétrodos de terra aplicados em contexto de obras.

No capítulo 6 é apresentado o acompanhamento de trabalhos. No âmbito de consolidar alguma informação teórica, foi feito o acompanhamento de algumas obras no terreno, durante o tempo útil do estágio, em alguns concelhos de Coimbra. São apresentadas 9 obras, sendo que a primeira obra consiste na aplicação de Si-COAT 570 em dois PTD's diferentes da Figueira da Foz; a segunda obra consta na manutenção de serviço ao PTC das Águas da Figueira da Foz, com o intuito de fazer a filtração, limpeza e reutilização do óleo do transformador de potência e posteriormente fazer uma medição e registo da resistência de contacto dos elétrodos de terra; a terceira obra abrange a execução de trabalhos de limpeza e conservação em TET do PTD PNL 59 em Penela e posteriormente fazer uma medição e registo da resistência de

contacto dos elétrodos de terra; a quarta obra compreende a manutenção de serviço ao PTC da Central de Águas de Outil; a quinta obra consta na manutenção de serviço ao PTD CBR 014 de Coimbra, no Parque de Santa Cruz; a sexta obra abrange a manutenção de serviço ao PTD FIG 228 da Figueira da Foz, em Ervedinho, com o intuito de fazer um aumento de potência ao respetivo PTD; a sétima obra consiste na manutenção do PTD FIG 408 na Figueira da Foz, na Lagoa da Vela, com o intuito de fazer a substituição do QGBT (Quadro Geral de Baixa Tensão) do respetivo PTD e posteriormente fazer uma medição e registo da resistência de contacto do elétrodo de terra; a oitava obra consta na substituição de lâmpadas e balastros eletrónicos de Iluminação Pública na ponte Edgar Cardoso na Figueira da Foz; a nona obra abrange a instalação e fixação de um cabo para uma linha subterrânea de BT sob o tabuleiro da ponta de Santa Clara em Coimbra. Assim, em cada obra é feita uma análise exaustiva aos procedimentos de execução de obra, de modo a poder dar a perceção do que foi executado em cada uma e também das diferentes tarefas subjacentes a cada unidade construtiva presente nos mapas de medições das respetivas obras.

Por fim, no capítulo 7 são apresentadas as principais conclusões deste relatório.

O final deste relatório de estágio inclui as referências bibliográficas e os diversos anexos, com documentação técnica, mencionados ao longo do documento.

2. EMPRESA HELENOS, S.A.

2.1. Apresentação da empresa

A empresa Helenos, S.A. foi fundada em 1991, tendo iniciado a sua atividade nesse mesmo ano e encontra-se sediada na Figueira da Foz, Coimbra. Inicialmente a empresa denominava-se Irmãos Heleno, Lda., dedicando-se à comercialização de materiais e à execução de alguns trabalhos de instalações, fundamentalmente na área da eletricidade.

Em 1993, registou-se na Entidade Reguladora da Construção, tendo obtido a concessão do respetivo alvará, o que permitiu dar início à realização de algumas obras de pequena e média dimensão, no âmbito das atividades de infraestruturas.

O crescimento das atividades imobiliárias da região criou expectativas na área da energia, das telecomunicações e do gás, levando a empresa a centrar a sua atividade na prestação destes serviços.

O ano de 1995 revelou-se decisivo na sua evolução, no seguimento da classificação da empresa pela EDP como empreiteiro qualificado.

A evolução da empresa tem sido pautada pela prudência, o que determinou o crescimento progressivo da sua atividade e por consequência, do seu volume de negócios.

No ano de 2009, no sentido de dar mais um passo importante de forma a conseguir uma maior dimensão e firmeza no mercado, a Irmãos Helenos, Lda. preparou a sua estrutura para um aumento de capital, alterando a sua designação social e imagem, passando a designar-se por Helenos, S.A.

A Figura 2.1 representa o logotipo atual da empresa Helenos, S.A.



Figura 2.1 – Logotipo da empresa Helenos, S.A. [4].

Progressivamente, a empresa angariou e fidelizou um número crescente de clientes, levando a novos desafios, facto que continua a ser um princípio impulsionador da atividade da Helenos, S.A. [4].

2.2. Missão da empresa

A empresa tem como missão a conceção, execução e gestão de obras públicas e privadas, com a qualidade que é reconhecida por forma a obter a satisfação e corresponder às exigências impostas pelos clientes, cumprindo as normas de segurança e higiene no trabalho, o respeito pelo meio ambiente e a responsabilidade social.

2.3. Atividades de negócio da empresa

A empresa apresenta como atividades de negócio as seguintes [5]:

- Construção e manutenção de infraestruturas e instalações elétricas de distribuição de energia elétrica de Alta, Média e Baixa Tensão;
- Construção de infraestruturas e instalações telefónicas em edifícios;
- Construção de infraestruturas e instalações de águas;
- Construção de infraestruturas e instalações de saneamento;
- Construção de infraestruturas e instalações de gás;
- Comercialização de materiais;
- Instalação de energias renováveis (energia fotovoltaica e instalação de painéis solares, com finalidade de aquecimento de águas sanitárias).

2.4. Áreas essenciais de formação da empresa

Os níveis de qualidade exigidos nos serviços prestados pela empresa requerem formação específica e contínua em diversas áreas. As diversas atividades desenvolvidas pela empresa exigem recursos humanos específicos para a execução das tarefas que lhe estão associadas. Para dar resposta aos requisitos das várias atividades desenvolvidas pela empresa, os seus recursos humanos devem estar devidamente qualificados. Assim sendo, a empresa aposta na formação dos seus colaboradores, como meio privilegiado para a sua qualificação [6].

Áreas essenciais de formação onde a empresa se insere [6]:

- Trabalhos em Tensão de AT, MT e BT;
- Executante de Caixas de AT e MT;
- Executante de Contagens BT;
- Executante de Contagens BTE;
- Passaporte de Segurança;
- Segurança em Trabalhos em Altura;
- ITED;
- ITUR;
- Técnico de Gás;

- Soldador de Gás;
- Prevenção do Risco Elétrico;
- Primeiros Socorros.

2.5. Valores da empresa

A empresa definiu os valores a seguir indicados pelos quais toda a organização deve ser orientada. É com base nestes valores que o desenvolvimento sustentável da empresa pode ser conseguido [7]:

- Trabalho;
- Rigor;
- Competência;
- Humildade.

2.6. Sistema de Gestão Integrado da empresa

O Sistema de Qualidade da empresa encontra-se certificado desde o ano 2000, segundo o referencial normativo NP EN ISO 9001.

Com a implementação do Sistema de Gestão Integrado – Qualidade, Ambiente e Segurança, foi obtida no ano de 2008 a certificação, através da entidade certificadora APCER, nos três referenciais: ISO 9001, ISO 14001 e OHSAS 18001/NP 4397 [8].

2.7. Localização dos Serviços Técnicos, Administrativos e Armazém

A Figura 2.2 mostra a localização da Helenos, S.A. em Ferreira-a-Nova, Figueira da Foz e a Figura 2.3 mostra a fachada principal e a entrada do edifício da Helenos, S.A.

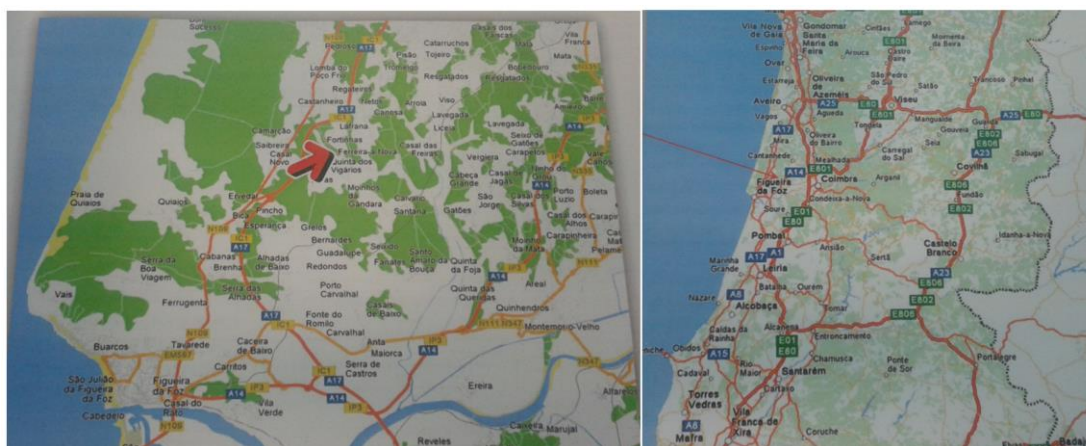


Figura 2.2 – Localização da Helenos, S.A. [9].



Figura 2.3 – Fachada principal e entrada do edifício da Helenos, S.A.

2.8. Atividades desenvolvidas na Helenos, S.A.

No início do estágio logo na primeira semana, a Helenos, S.A. proporcionou uma ação de formação básica em segurança, com uma duração de 14 horas, pela empresa SolFORM, tendo esta sido realizada com aproveitamento bastante positivo. Nas primeiras semanas de estágio houve um estudo do caderno de encargos da EDP Distribuição, do manual de ligações à rede elétrica de serviço público da EDP Distribuição, do guia técnico de terras da EDP Distribuição, do manual do sistema de gestão integrado da Helenos, S.A., do código de ética da Helenos, S.A. e do código de conduta da Helenos, S.A., no departamento técnico.

No decorrer do estágio houve uma participação contínua nas atividades da empresa, a nível de registo, controlo, comunicação e organização de obras públicas e privadas do departamento técnico. Para tal recorreu-se ao *software* de gestão de obras PHC e OMNIS, como ferramentas de auxílio, para execução das tarefas solicitadas neste departamento. As Figuras 2.4 e 2.5 ilustram os softwares de gestão de obras PHC e OMNIS, respetivamente.

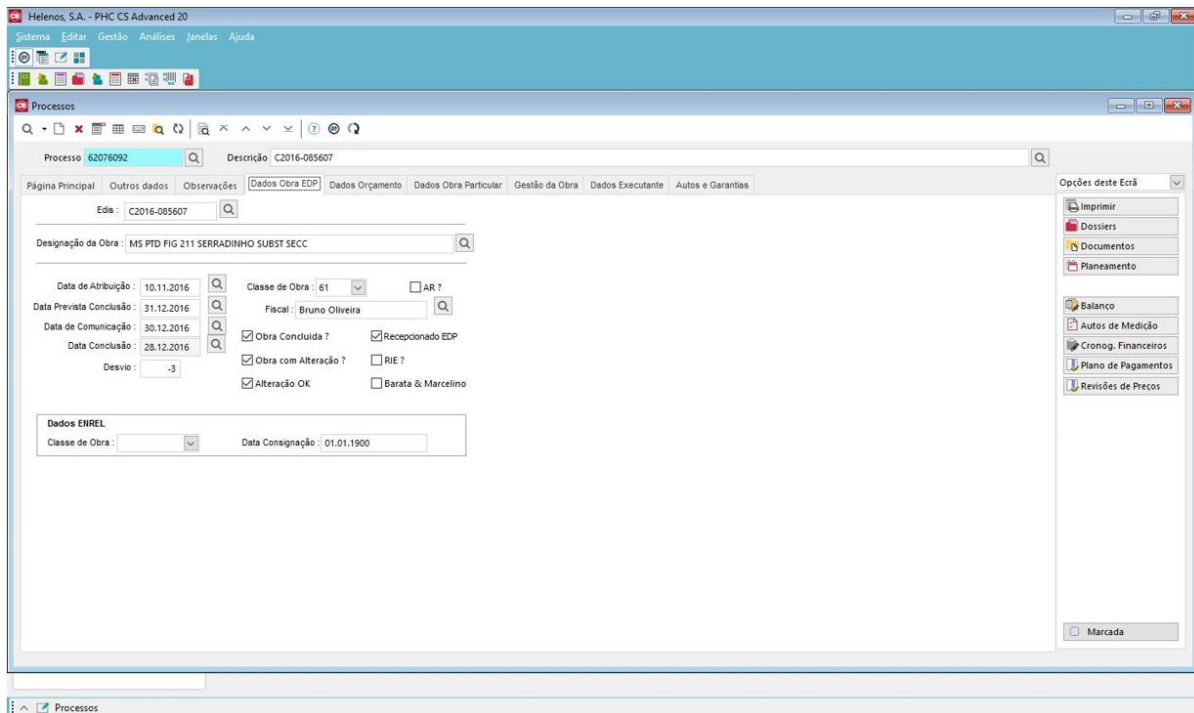


Figura 2.4 – PHC da Helenos, S.A. [10].

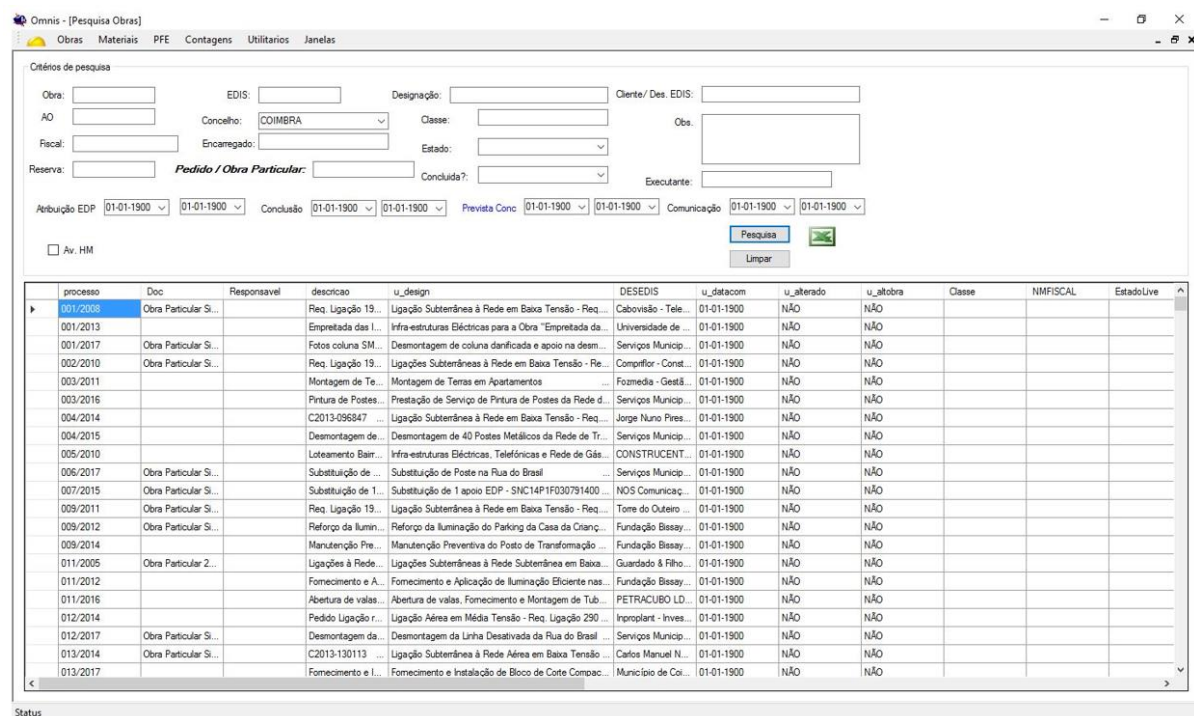


Figura 2.5 – OMNIS da Helenos, S.A. [10].

Durante o estágio houve uma integração/acompanhamento em diversas tarefas no terreno, solicitadas pelo departamento técnico, no âmbito de inclusão e conhecimento das diferentes

tarefas realizadas pela Helenos, S.A. Surgiu uma integração em ambiente de contexto de obras para a EDP Distribuição e obras privadas da Helenos, S.A., com a finalidade de conhecer diferentes obras, observar o controlo de obra, a organização das equipas no terreno e poder acompanhar a execução prática das mesmas, podendo analisar e ter um contacto direto com a realização dos diferentes trabalhos em atividade.

Ao longo do estágio houve também um contacto direto com auditorias internas feitas a obras já executadas, da EDP Distribuição, pela Helenos, S.A. O intuito destas auditorias foi o de analisar as obras com recurso aos mapas de medições e verificar no terreno se as mesmas obras foram devidamente executadas, ou seja, verificar se existem não conformidades que tivessem ficado depois da intervenção no local, tanto a nível técnico, como a nível ambiental. Após apontamento destas não conformidades no terreno, caso existissem, foi feito um pequeno relatório, com o intuito de conhecer os diferentes tipos de anomalias pelos diferentes concelhos de Coimbra, onde a Helenos, S.A. exerce atividade de prestador de serviços de realização de obras em redes de energia, fornecendo-o aos seus encarregados de obras, a fim de atenuar as anomalias verificadas. A Figura 2.6 exhibe os resultados das auditorias às obras da EDP Distribuição, até um certo momento, executadas pela Helenos, S.A.

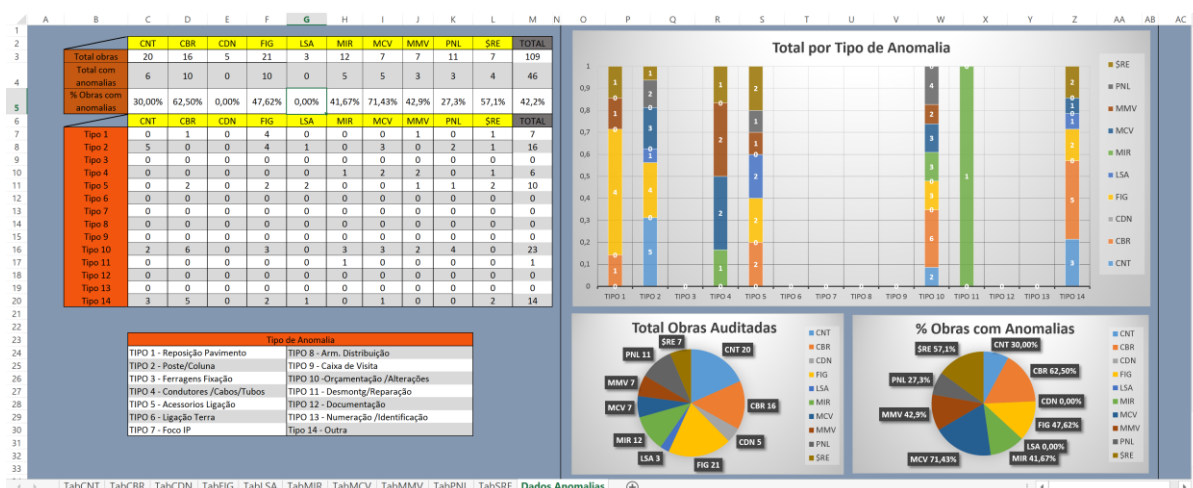


Figura 2.6 – Resultados das auditorias internas às obras da EDP Distribuição [10].

Foi realizado um acompanhamento de estudo às obras para orçamentação para a EDP Distribuição, com a intenção de conhecer a localização das futuras obras, fazer os mapas de medições, orçamentar as tarefas dos respetivos mapas de medições, com recurso ao caderno de encargos da EDP e enviar posteriormente para a EDP, de modo que estas obras possam ser viabilizadas e inseridas no seu sistema informático, sendo-lhes atribuído um número específico de obra. Posteriormente, caso sejam viabilizadas irão ser entregues a um prestador de serviços de realização de obras em redes de energia, como a Helenos, S.A., para a respetiva execução de obra no terreno, sendo aí devidamente processadas no seu sistema de gestão de obras e comunicadas após a sua execução à EDP.

Caso não sejam viabilizadas, compete à EDP justificar o motivo por não ser possível a execução de obra no seu respetivo processo, indicando para tal como obra pendente. Nas folhas de obra são anexadas fotografias (croqui) e uma ficha de valorização para pedidos BT, com os dados técnicos da obra e do cliente em causa, para o Responsável de Trabalhos poder ter uma melhor perceção do local de obra e do que se pretende lá executar.

Foi elaborada uma atualização dos diversos processos internos do departamento de qualidade, ambiente e responsabilidade social da Helenos, S.A., com a finalidade de ter sido solicitado um contacto direto neste tipo de departamento, visto ter havido essa necessidade na empresa, a qual foi elaborada.

Foi efetuada uma atualização de processos internos da área de projeto, com base em dados fornecidos pela Helenos, S.A. de clientes particulares, onde foi necessário efetuar a passagem de linhas aéreas de MT, sendo que foi feito um registo dos dados dos clientes e posteriormente guardado em arquivo.

Foi realizada uma atualização do *layout* do armazém e parque de resíduos da Helenos, S.A., a qual foi requerida e elaborada em software de AutoCAD, de modo a poder ficar no sistema de gestão de armazém, para posterior consulta e auditorias ao sistema da qualidade e ambiente da Helenos, S.A. Esta planta foi elaborada com base na anterior, que a empresa dispunha e disponibilizou.

Foi efetuada uma atualização das plantas do sistema de emergência, das plantas do sistema de incêndio e das plantas do sistema de intrusão, com base nas elaboradas anteriormente, que a empresa dispunha e disponibilizou. Estas plantas foram feitas em função do que a empresa possuía como equipamento de emergência, de incêndio e de intrusão, até ao momento em que foram elaboradas.

Foram efetuadas inspeções a equipamentos existentes no gabinete dos dispositivos de medição e monitorização da empresa, que os trabalhadores possuíam, com o objetivo de confirmar se os mesmos se encontravam dentro dos critérios de aceitação do departamento técnico, em comparação com os equipamentos calibrados que a empresa possuía. Os equipamentos verificados foram medidores de terras, multímetros digitais e pinças multimétricas digitais. Todos os equipamentos em funcionamento da empresa que apresentaram valores que não estavam conformes, em função da margem de erro dada pelo departamento técnico, foram recolhidos para posterior calibração, por entidade acreditada para tal. A validade de inspeção dentro da empresa destes equipamentos é de um ano. A validade de calibração destes equipamentos por entidade acreditada é também de um ano.

3. REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

3.1. Introdução

As redes elétricas têm como finalidade assegurar a transmissão e distribuição de energia desde as instalações de produção até aos consumidores finais. Estas podem ser classificadas segundo diversos critérios, apresentando-se de seguida três, cujo interesse é evidente.

O primeiro diz respeito à tensão nominal (ou de serviço), que é a grandeza que determina a capacidade de transporte e fixa as dimensões das linhas e da aparelhagem das subestações. O segundo prende-se com a função que o sistema deve assegurar, que é o mais importante. O terceiro está ligado com a topologia da rede, fixando o seu modo de operação normal e as possibilidades de socorro em caso de falha [1].

3.2. Classificação das redes elétricas

3.2.1. Redes de distribuição

As redes de distribuição têm como função levar a energia aos consumidores domésticos ou industriais, nos três níveis de tensão respetivos, sendo eles, a baixa tensão, na qual deverão estar ligados os aparelhos diretamente; a média tensão, que deverá alimentar todos os postos de transformação; a alta tensão, que deverá unicamente fornecer energia às subestações. Estas redes também podem receber energia produzida pelos produtores independentes, que usam fontes renováveis, como por exemplo, energia solar, energia mini-hídrica, energia eólica, entre outras, e também podem receber energia produzida através de centrais de cogeração.

As redes de distribuição são aplicadas em curtas distâncias, poucos quilómetros, potências relativamente baixas, para níveis de tensão de 30 kV, 15 kV, 10 kV, 6 kV e 400 V, apresentando uma topologia de rede em anel com exploração radial. Em Portugal usa-se os 60 kV na grande distribuição [1].

3.2.2. Redes de transporte

As redes de transporte são feitas em alta tensão e muito alta tensão, cobrindo uma vasta área geográfica, por exemplo, um país, assegurando o trânsito de elevados volumes de energia elétrica, entregue pelos grandes centros produtores, até às subestações de interface com as redes de distribuição.

As redes de transporte são aplicadas em longas distâncias, centenas de quilómetros, potências muito elevadas, para níveis de tensão de 150 kV, 220 kV e 400 kV, apresentando uma elevada fiabilidade e uma topologia de rede em exploração malhada [1].

3.2.3. Redes de interligação

As redes de interligação têm como finalidade assegurar a ligação entre redes de transporte, mas também entre redes de distribuição, podendo pertencer a países ou regiões vizinhas e além disso serem geridas por empresas diferentes. Qualquer rede de energia elétrica europeia funciona interligada com 220 kV ou 400 kV e uma frequência comum de 50 Hz. Este funcionamento tem como vantagens o facto de melhorar a segurança das redes interligadas, por via do socorro mútuo, no caso de perda de fontes geradoras de energia elétrica [1].



Figura 3.1 – Produção, Transmissão, Distribuição e Consumo de Energia Elétrica [11].

3.3. Características das redes aéreas de BT

Os valores típicos para as redes de baixa tensão são os 400/230 V (trifásica e monofásica, respetivamente) para os países europeus.

As redes aéreas geralmente são instaladas sobre os apoios de betão, mais concretamente em zonas rurais, aldeias e bairros suburbanos, as quais são constituídas em dois tipos de condutores:

- Condutores não isolados/nus;
- Condutores isolados (por exemplo, cabo torçada).

Os condutores não isolados fazem parte de um reduzido número de redes aéreas de BT. Recentemente, a utilização deste tipo de condutores tem vindo a ser cada vez mais escassa e a sua tendência tem vindo a ser progressivamente abandonada. Tal facto deve-se à atual remodelação da rede. Como tal, em substituição deste tipo de condutores, recorre-se à instalação de condutores isolados. Este tipo de condutores é constituído por cobre ou alumínio.

Os condutores isolados em relação aos condutores não isolados são uma alternativa mais segura e apresentam um menor número de avarias na presença de condições atmosféricas adversas, em relação aos condutores não isolados. Além disso têm como vantagem o facto de ser mais fácil a instalação e manutenção na rede onde se insere este tipo de condutores. A principal desvantagem dos condutores isolados é a deteção de defeitos, caso haja perfuração do isolamento, a qual é difícil de encontrar através de inspeção visual à rede [3].

As redes aéreas de cabos isolados são instaladas segundo uma distância do vão dependente do local de instalação da rede. Para uma zona de consumidores não dispersos, ou dentro de povoações, a distância do vão não deve ser superior a 50 m, no entanto, em zonas com consumidores dispersos, dentro ou fora de povoações, essa distância não deve exceder os 90 m e a altura a que são colocados os cabos varia com os locais de instalação. Por regra, a altura de colocação dos cabos em relação ao solo não deve ser inferior a 5 m. Nas travessias aéreas de estradas, ruas ou caminhos, públicos ou particulares, com trânsito de veículos automóveis, ou de tração animal, a distância dos condutores ao solo não deve ser inferior a 6 m. Nas travessias aéreas de auto-estradas, a distância dos condutores ao solo não deve ser inferior a 7 m [12].

As vantagens das redes aéreas devem-se ao facto de serem uma alternativa às redes subterrâneas, cujo custo de instalação e manutenção é mais elevado. Porém, as redes subterrâneas apresentam uma maior fiabilidade, em relação às redes aéreas.



Figura 3.2 – Rede aérea de BT em cabo torçada.

3.4. Características das redes subterrâneas

Atualmente, as redes subterrâneas são a forma mais segura de instalação das redes elétricas, sendo que são redes que não afetam esteticamente, em relação às redes aéreas, porque são colocadas em valas e armários de distribuição. A sua principal desvantagem é o facto de serem muito mais dispendiosas em termos económicos, do que a instalação das redes aéreas. As avarias das redes subterrâneas são mais difíceis de localizar e acarretam mais mão-de-obra com a necessidade de remoção do pavimento [3].

As redes subterrâneas são instaladas com os cabos dentro de tubos colocados nas valas, ou com os cabos diretamente no solo das valas, devendo ser enterradas a uma profundidade de 0,80 m em BT ou 1,20 m em MT, para uma largura de 0,40 m em BT ou 0,50 m em MT [12] [13].

Por regra, o enterramento de linhas elétricas é feito ao longo dos arruamentos sempre em espaço público e nunca em espaço privado, devido a uma maior facilidade de manutenção e sinalização.

3.4.1. Cabos elétricos enterrados diretamente no solo

Os cabos elétricos enterrados diretamente no solo são constituídos por condutores isolados ao longo de todo o seu comprimento e reunidos num invólucro comum protegido.

A instalação deste tipo de redes deve ser feita sempre que possível em passeios públicos e deve ter-se em atenção as distâncias de cruzamento ou na vizinhança com outras instalações enterradas, como por exemplo, cabos de eletricidade de BT ou MT, cabos de telecomunicações, canalizações de gás, água e saneamento. Os cabos utilizados devem estar dotados de uma bainha resistente à corrosão provocada pelo terreno, com funções de proteção contra a humidade e devem possuir resistência mecânica (cabos com armadura). A sinalização deve ser feita por meio de um dispositivo de aviso, obrigatoriamente [3].

Quando houver necessidade de instalar canalizações elétricas na vizinhança de outras instalações não elétricas devem ser tomadas as necessárias precauções, para evitar que qualquer intervenção previsível numa instalação elétrica ou não elétrica, possa ocasionar danos nas outras instalações [12].

Nos cruzamentos de redes subterrâneas de distribuição de energia elétrica com cabos de telecomunicações, a distância mínima para redes de BT é de cerca de 0,20 m, enquanto que a distância mínima para redes de MT é de cerca de 0,25 m [14]. Nas vizinhanças de cabos de energia elétrica de BT com cabos de telecomunicações subterrâneos, se a distância horizontal entre eles for inferior a 0,40 m, os cabos de BT deverão ficar separados dos cabos de telecomunicações por tubos, condutas ou divisórias, robustos e constituídos por materiais incombustíveis e de fusão difícil. Nas vizinhanças de cabos de energia elétrica de BT com canalizações de gás, água e esgotos subterrâneos, a distância prevista não deve ser inferior a 0,20 m, sendo que esta distância poderá ser reduzida em casos especiais, devidamente justificados, desde que o cabo de BT seja separado das canalizações por divisórias que garantam uma proteção eficiente. Nas vizinhanças de canalizações de gás deve-se ainda tomar as necessárias medidas de precaução para assegurar a regular ventilação das condutas, galerias e câmaras de visita, a fim de evitar a acumulação de gases [12].

Sempre que os cabos são enterrados diretamente no solo, para uma obra que aplique o perfil de vala para rede subterrânea de MT, ao longo de toda a vala deve ser colocada lajeta de betão armado ou placas PPC (Placas de Proteção de Cabos), logo por cima da última camada de areia de envolvimento dos cabos de MT, acerca de 0,15 m abaixo da fita de sinalização. O perfil de vala para rede subterrânea de BT, não obriga a colocação de lajeta de betão ou placas PPC, quando os cabos são enterrados diretamente no solo. Para o perfil de vala para rede subterrânea de BT deve ser colocada fita de sinalização, logo por cima da última camada de areia de envolvimento dos cabos de BT, acerca de 0,10 m acima destes (ANEXO A.1 e ANEXO A.2).

Se na mesma vala houver vários cabos de BT ou MT, estes deverão ser identificáveis de maneira clara, para que possam individualizar-se com facilidade em todo o percurso.

Os cabos elétricos subterrâneos podem ser trifásicos ou monofásicos, sendo que também podem ser chamados tripolares ou monopolares, respetivamente.

A Figura 3.3 a) apresenta o perfil de vala para rede subterrânea de MT e a Figura 3.3 b) apresenta o perfil de vala para rede subterrânea de BT. Ambos os perfis de vala para rede subterrânea são aplicados quando os cabos elétricos são enterrados diretamente no solo.

a) Perfil de vala para rede subterrânea de MT

b) Perfil de vala para rede subterrânea de BT

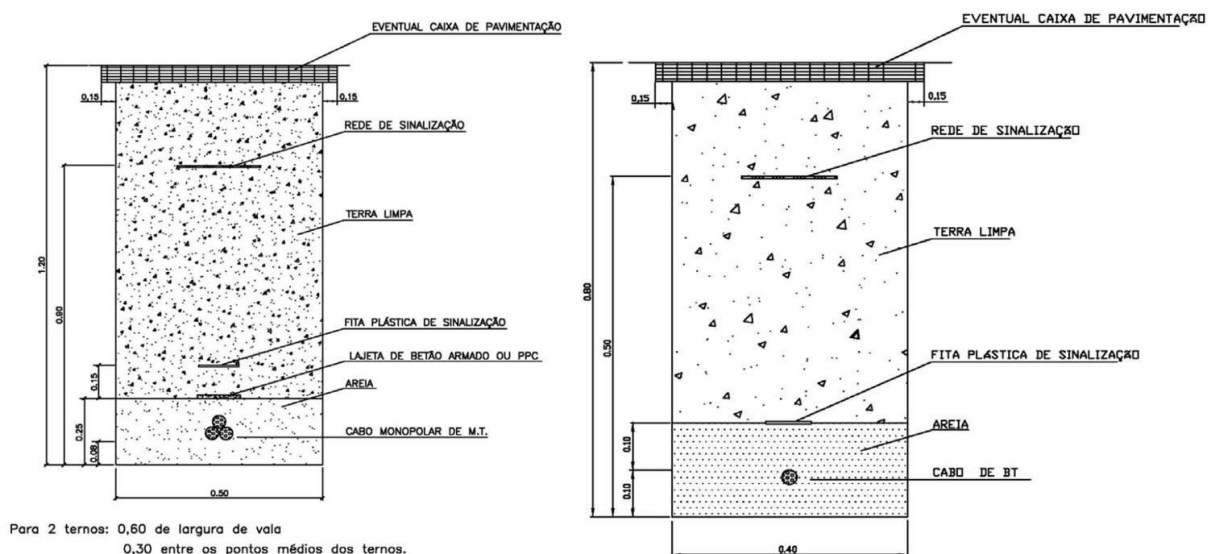


Figura 3.3 – a) Perfil de vala para rede subterrânea de MT, b) perfil de vala para rede subterrânea de BT [15].

A Figura 3.4 apresenta uma placa PPC, para sinalização e proteção mecânica de cabos isolados de MT enterrados diretamente no solo, a instalar em redes subterrâneas.



Figura 3.4 – Placa de Proteção de Cabos (PPC) [16].

3.4.2. Cabos elétricos entubados diretamente no solo

Os cabos elétricos entubados diretamente no solo ao serem instalados em valas têm que ser constituídos por condutores rígidos, com duas bainhas ou uma bainha reforçada.

Nos cabos elétricos entubados é utilizado tubo em PVC (Policloreto de Vinil) ou tubo corrugado PEAD (Polietileno de Alta Densidade). É dispensado o uso de cabos com armadura, quando os cabos aplicados forem monopolares e devem ser usadas canalizações independentes para a instalação de cabos elétricos entubados [3].

Quando os cabos elétricos são entubados diretamente no solo não é necessário colocar lajeta de betão ou placas PPC.

A Figura 3.5 a) mostra o tubo corrugado em PVC e a Figura 3.5 b) mostra o tubo corrugado em PEAD, vermelho aplicado para infraestruturas de energia elétrica e verde aplicado para infraestruturas de telecomunicações.

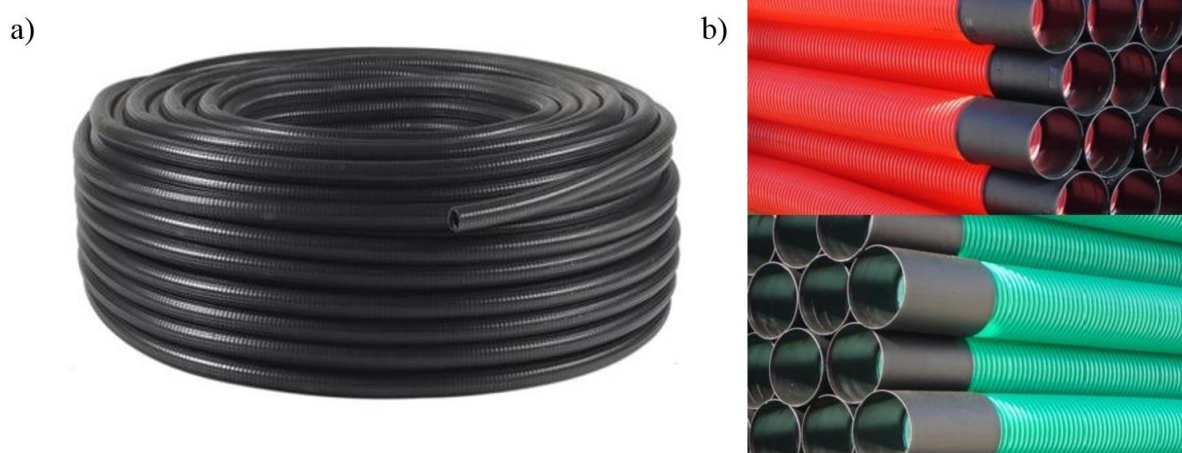


Figura 3.5 – a) Tubo corrugado em PVC, b) tubo corrugado em PEAD [17].

A sinalização deve ser feita por meio de um dispositivo de aviso, colocado longitudinalmente ao longo de toda a vala, obrigatoriamente. Esta sinalização é garantida através da colocação de rede de sinalização aplicada a 0,30 m em MT e BT, a partir do nível do pavimento, em conjunto com fita de sinalização aplicada a 0,15 m em MT, acima da última camada de areia de envolvimento dos tubos de MT e para BT logo por cima da última camada de areia de envolvimento dos tubos de BT (ANEXO A.1 e ANEXO A.2) [18].

A Figura 3.6 evidencia a colocação de fita de sinalização vermelha e de rede de sinalização vermelha em vala aberta de MT, para identificação de infraestruturas elétricas.



Figura 3.6 – Colocação de fita de sinalização vermelha e de rede de sinalização vermelha.

3.5. Caracterização genérica das linhas de distribuição de MT e BT

3.5.1. Linhas aéreas de MT e BT

As linhas aéreas de Média e Baixa Tensão são constituídas pelos seguintes elementos:

- Condutores;
- Apoios;
- Isoladores;
- Cabos de guarda (linhas aéreas de MT).

A Figura 3.7 mostra a passagem de uma linha aérea de MT sobre um pórtico com dois apoios de betão.

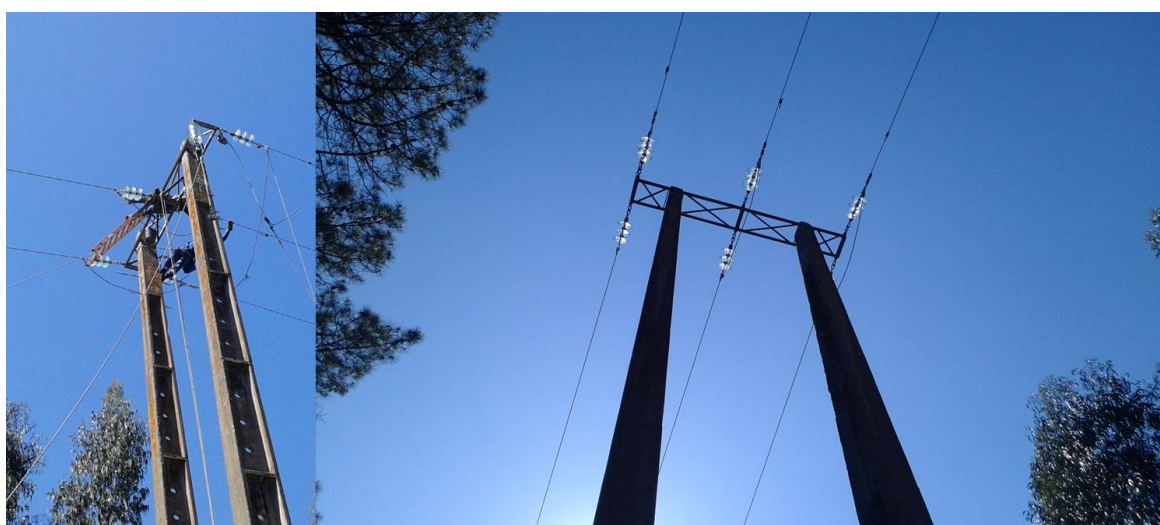


Figura 3.7 – Passagem de uma linha aérea de MT.

3.5.2. Condutores

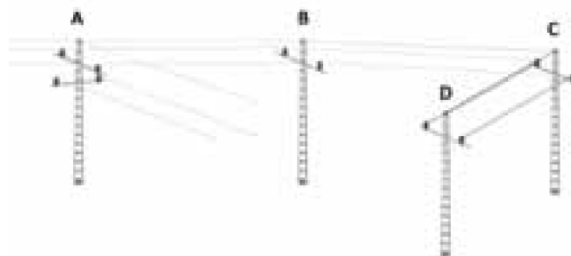
Os condutores definem-se como sendo elementos cuja função é conduzir a energia elétrica, podendo ser constituídos por um fio, ou por um conjunto de fios que podem ser de cobre, alumínio e alumínio/aço. No entanto, existem diferentes tipos de condutores sendo eles [14]:

- Condutor isolado: condutor revestido por uma ou várias camadas isolantes;
- Condutor nu: condutor sem isolamento exterior;
- Condutor unifilar: condutor constituído por um só fio;
- Condutor multifilar: condutor constituído por vários fios não isolados entre si.

3.5.3. Apoios (Postes)

Os apoios definem-se como sendo elementos cuja função é suportar os condutores, podendo ser metálicos, de betão armado, ou em certos casos para linhas de BT ser de madeira. Regra geral, os apoios de BT são de betão ou em madeira. Um outro aspeto importante é a altura dos apoios sendo esta variável, dependendo da topografia do terreno e dos obstáculos que a linha tenha a atravessar. Para isto, numa linha elétrica, durante todo o seu percurso existem diferentes tipos de apoios com funções diferentes, como se pode observar na Figura 3.8 [14]:

- Apoio de derivação (A): apoio onde se estabelecem uma ou mais derivações de linha;
- Apoio de alinhamento (B): apoio onde se estabelece que os dois vãos adjacentes estão no prolongamento um do outro;
- Apoio de ângulo (C): apoio situado num ângulo de linha originado por dois alinhamentos diferentes;
- Apoio de fim de linha (D): apoio capaz de suportar o esforço total dos condutores e cabos de guarda (linhas de MT) de um só lado da linha;
- Apoio de reforço: apoio que suporta esforços capaz de reduzir as consequências negativas, em caso de rutura de um cabo ou condutor;
- Apoio de travessia ou de cruzamento: apoio que limita um vão ou cruzamento. Apoios utilizados para fazer cruzamentos de linhas.



(A) Apoio de Derivação
 (B) Apoio de Alinhamento
 (C) Apoio de Ângulo
 (D) Apoio de Fim de Linha

Figura 3.8 – Esquema de diferentes tipos de apoios [14].

Em geral, as alturas dos apoios são as seguintes [14]:

- Baixa Tensão: de 8 a 12 m;
- Média Tensão: de 14 a 26 m.

3.5.4. Isoladores

Os isoladores definem-se como sendo elementos cuja função é evitar a passagem de corrente elétrica do condutor para o apoio. Nas linhas de MT são aplicados dois a três isoladores (campânulas), enquanto nas linhas de BT é aplicado um isolador (campânula). Os isoladores podem ser inseridos em cadeia de amarração, ou ser inseridos em cadeia de suspensão [14].

A Figura 3.9 apresenta vários isoladores inseridos em cadeia de amarração no apoio, com o isolador central em cadeia de suspensão, para evitar que o arco toque no apoio.

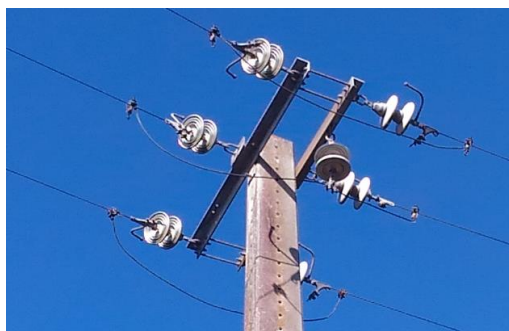


Figura 3.9 – Isoladores inseridos em cadeia de amarração no apoio.

3.5.5. Cabos de guarda (linhas aéreas de MT)

Os cabos de guarda definem-se como sendo elementos cuja função é proteger e blindar os condutores às descargas atmosféricas (as quais deverão resistir), ao permitir transportar a maior parte da corrente, em caso de contacto acidental, reduzindo a corrente escoada para o solo através dos apoios. Os cabos de guarda são colocados acima dos condutores de uma linha aérea de MT e ligados à terra nos apoios (circuito de terra de proteção), terminando nas subestações extremas. Os cabos de guarda são igualmente utilizados para comunicações e telecomando, sendo para esse efeito utilizados condutores de alumínio, com fibra ótica no seu interior [19].

A Figura 3.10 expõe um cabo de guarda e condutores em apoios de MT, sujeitos a uma descarga elétrica/defeito e deste modo os respetivos apoios adjacentes à linha em defeito, a fazer a respetiva descarga elétrica à terra pelos mesmos apoios, originando várias correntes de curto-circuito (I_{cc}). É possível verificar ainda que em linhas de MT onde não exista cabo de guarda, o defeito dispersa pelo vão do cabo condutor até aos apoios adjacentes, fazendo a descarga elétrica à terra também pelos mesmos apoios, originando várias I_{cc} .

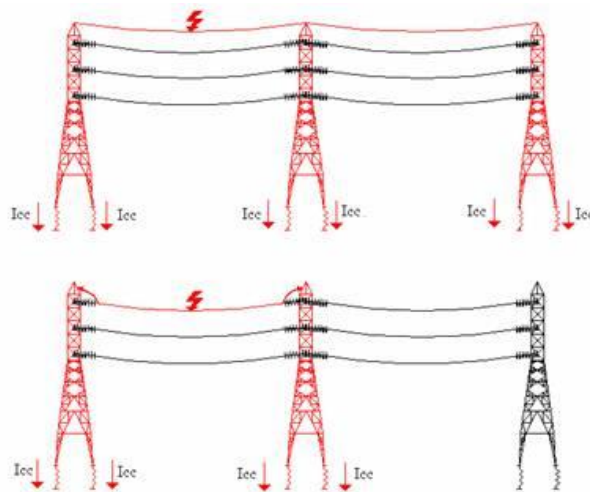


Figura 3.10 – Cabo de guarda e condutores em apoios de MT, sujeitos a defeito [19].

3.6. Caracterização genérica das linhas aéreas de MT

Para as linhas de MT são considerados os seguintes tipos de linhas [14]:

- Linhas de dois ternos: linha aérea com dois grupos de três condutores montados nos mesmos apoios e ligados eletricamente formando um circuito trifásico;
- Linha dupla: linha aérea compreendendo dois circuitos, eventualmente de tensões e frequências diferentes, instalados no mesmo apoio;
- Linha múltipla: linha aérea compreendendo vários circuitos utilizando os mesmos apoios, eventualmente de tensões ou frequências diferentes.

A Figura 3.11 a) expõe duas linhas de MT com dois circuitos trifásicos e a Figura 3.11 b) expõe uma linha de MT com um circuito trifásico.



Figura 3.11 – a) Linhas de MT com dois circuitos trifásicos, b) linha de MT com um circuito trifásico [20].

3.7. Estrutura topológica da rede de distribuição

A estrutura da rede é das principais características de uma rede de distribuição, isto porque numa situação de defeito, a rede de distribuição pode ter de ser configurada, com o propósito da interrupção de fornecimento de energia afetar o menor número de clientes, pelo menor tempo possível. A estrutura da rede deve:

- Assegurar a segurança das pessoas e bens;
- Atingir um nível satisfatório de qualidade de serviço.

O aspeto mais importante numa rede de distribuição para a exploração de um SEE é a sua fiabilidade. Como os elementos das redes estão sujeitos a avarias, algumas imprevisíveis a qualquer momento, estas provocam interrupções no fornecimento de energia elétrica.

Como estruturas topológicas comuns em SEE usam-se as seguintes [1]:

- Rede radial;
- Rede malhada;
- Rede em anel com exploração radial.

3.7.1. Rede radial

A rede radial baseia-se a partir de um ponto de alimentação e por linhas que vão-se ramificando, sem jamais se encontrarem num ponto comum. Esta estrutura topológica apresenta a menor fiabilidade e também o menor custo inicial, sendo aplicada na distribuição. Se não houver produção de energia elétrica por parte do cliente/consumidor, o sentido do trânsito de energia é do ponto de produção para a carga/consumo, ou seja, apenas num único sentido [1].

As proteções apresentam uma maior simplicidade de implementação, sendo o defeito alimentado e propagando-se apenas num único sentido e a partir de um único ponto, havendo deste modo maior facilidade de exploração. Este tipo de tipologia insere-se tradicionalmente numa zona rural e a energia transitada/vendida é menor, devido à baixa densidade de cargas, o que implica um retorno de investimento lento. Em caso de defeitos, uma zona da rede ficará fora de serviço, até que o defeito seja localizado, corrigido e o serviço seja repostado posteriormente.

3.7.2. Rede malhada

A rede malhada permite a alimentação de um mesmo ponto de rede, por mais que dois caminhos diferentes. A rede malhada apresenta uma topologia de maior fiabilidade em relação à rede radial, por apresentar várias configurações, que deverá tomar em caso de contingências dos equipamentos, com maior necessidade de investimento e manutenção, para as linhas devidamente dimensionadas. Este tipo de tipologia é aplicado em redes de transporte. A sua

principal característica baseia-se no facto de ter uma proteção associada nos extremos de cada linha.

Com este tipo de rede todos os consumidores podem ser alimentados por várias linhas, sendo ligadas com o objetivo de constituírem malhas fechadas. Os geradores estão ligados de forma que o trânsito de energia até aos consumidores, pode-se fazer de diversos percursos. Todas as linhas da rede devem estar dimensionadas, de modo a transmitir a potência requerida, em caso de defeito de outra linha. Este princípio é nomeado como critério de segurança $n - 1$ (suporta a falha de um qualquer componente, mantendo a qualidade de serviço). Assim, a rede malhada tem uma grande fiabilidade, com um custo inicial mais elevado do que a rede radial, sendo usada obrigatoriamente em redes de transporte [1].

3.7.3. Rede em anel com exploração radial

A rede em anel com exploração radial permite a alimentação de um mesmo ponto de rede por dois caminhos diferentes, podendo ser explorada em regime de anel aberto. Este tipo de tipologia apresenta maior fiabilidade em relação à rede malhada e à rede radial, tendo um grande custo inicial e elevado custo de manutenção, para além de cuidados adicionais de proteções.

Esta é a estrutura topológica da rede de distribuição de MT mais comum em áreas urbanas com elevada densidade de carga, pelo que se utilizam interruptores normalmente abertos, os quais podem ser fechados em caso de indisponibilidade de um troço de linha, com o objetivo de garantir a continuidade de serviço [1].

A Figura 3.12 apresenta a estrutura topológica da rede de energia elétrica: a) rede radial; b) rede malhada; c) rede em anel com exploração radial.

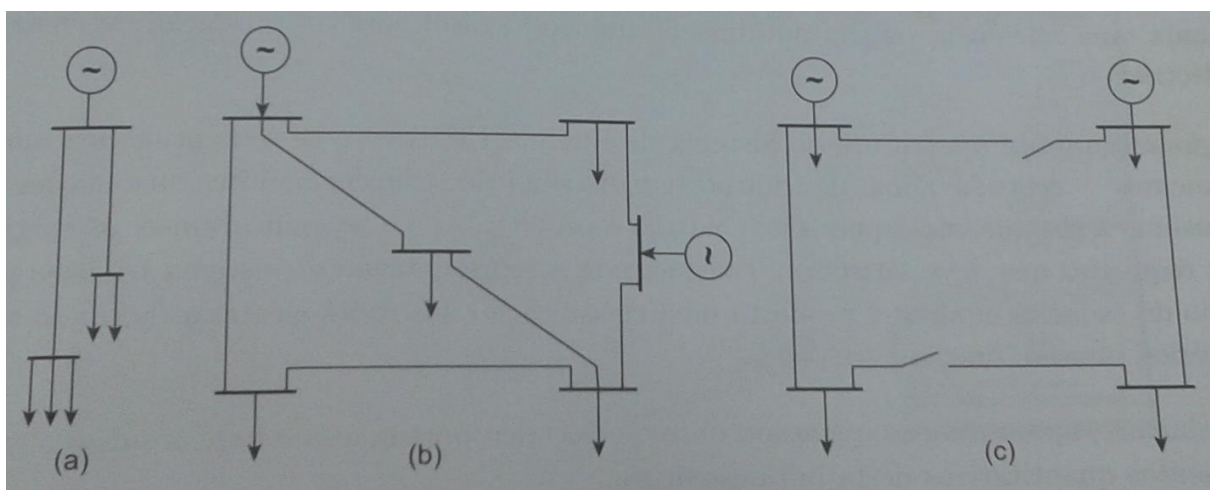


Figura 3.12 – Estrutura topológica da rede de energia elétrica [1].

3.8. Armários de distribuição

Os armários de distribuição são usados como ponto de saída de alimentação das redes subterrâneas e a sua função é proteger e alimentar os circuitos da rede elétrica que possuem. Estes possuem barramentos de cobre, onde são fixos os triblocos, onde são colocados os fusíveis para proteção dos circuitos de alimentação.

3.8.1. Tipos de armários existentes

Como tipos de armários existentes são considerados os seguintes [21]:

- Armário X: este tipo de armário apresenta cinco circuitos equipados com cinco triblocos de tamanho 2 (400 A);
- Armário W: este tipo de armário apresenta seis circuitos, sendo dois equipados com triblocos de tamanho 2 (400 A) situados ao centro do barramento e quatro equipados com triblocos de tamanho 00 (160 A);
- Armário Y: este tipo de armário apresenta seis circuitos, sendo dois equipados com triblocos de tamanho 2 (400 A) situados ao centro do barramento e quatro equipados com triblocos de tamanho 00 (160 A), (idêntico ao armário W, exceto nas dimensões e distâncias entre triblocos);
- Armário T: este tipo de armário apresenta seis circuitos, sendo quatro equipados com triblocos de tamanho 00 (160 A) e dois com ligação direta ao barramento e situados em cada uma das suas extremidades;
- Armário Z: este tipo de armário apresenta sete circuitos equipados com sete triblocos de tamanho 2 (400 A).

3.8.2. Situação aplicável ao distribuidor EDP

Os armários a aplicar na rede de distribuição subterrânea deverão respeitar as prescrições da EDP Distribuição, assim como as orientações do departamento responsável.

Os diferentes tipos de armários utilizados pela EDP Distribuição são os apresentados no Quadro 3.1:

Quadro 3.1 – Armários de distribuição aplicados pela EDP Distribuição [22].

Tipo de armário	Constituição do armário	Colocação do armário
Tipo X	5 circuitos c/ 5 triblocos tam. 2	Para aplicação sobre maciço pré-fabricado
Tipo X	5 circuitos c/ 5 triblocos tam. 2	Para encastrar
Tipo W	6 circuitos c/ 2 triblocos tam. 2 e 4 triblocos tam. 00	Para aplicação sobre maciço pré-fabricado
Tipo W	6 circuitos c/ 2 triblocos tam. 2 e 4 triblocos tam. 00	Para encastrar

Para fazer as ligações entre armários de distribuição, a saída de um armário terá de ser equipada com triblocos e a entrada do armário seguinte terá de ser equipada com recurso a ligação a triblocos equipados com barras condutoras em vez de fusíveis, ou através da ligação a triblocos equipados com fusíveis. Para esta situação o departamento responsável da EDP Distribuição terá que especificar qual a melhor opção a aplicar [22].

Os armários serão ligados à terra através de condutores de terra ligados aos eléktodos de terra (estes podem ser varetas de cobre enterradas, condutor em serpentina de cobre nu enterrado ou chapa de cobre nu enterrada). Todas as massas deverão ser ligadas ao neutro e este à terra. Caso a rede existente não o permita, a ligação à terra das massas será independente da ligação do neutro. A interligação entre as diversas massas será executada com tranças de cobre estanhado de 16 mm^2 de secção, com recurso a terminais de cravação [22].

O neutro deve ser ligado à terra em todos os armários de distribuição. A ligação do barramento de neutro dos armários de distribuição (com marcação PEN) ao eléktodo de terra de protecção, deve ser realizada com recurso a cabo VV 1G35 mm^2 , com bainha exterior preta e isolamento verde/amarela. A fixação e a ligação das tranças de cobre às armaduras dos cabos devem ser realizadas através de braçadeiras ou fitas metálicas [23].

A Figura 3.13 mostra um esquema de um armário de distribuição e uma imagem do mesmo, onde se visualiza a ligação do neutro à terra.

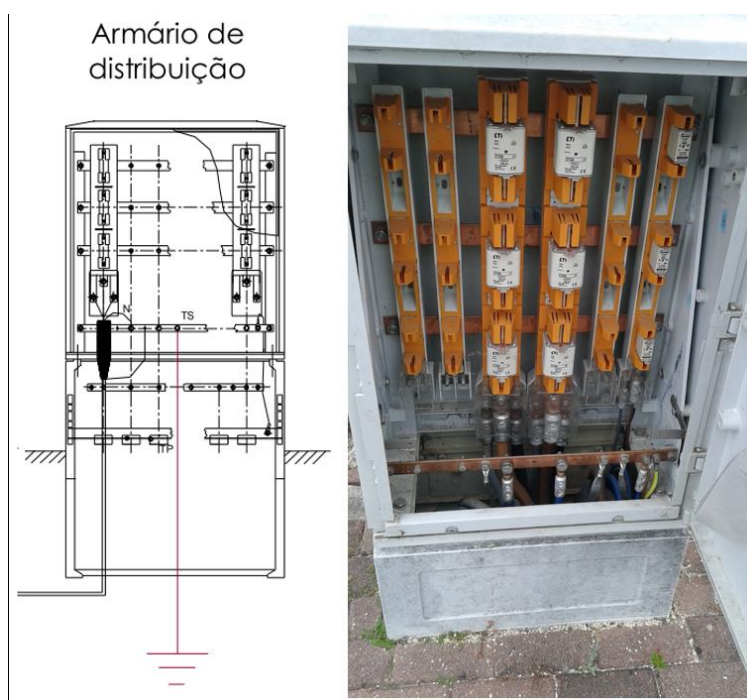


Figura 3.13 – Ligação do neutro à terra para um armário de distribuição [23].

A Figura 3.14 mostra um esquema de uma placa de identificação de um armário de distribuição.

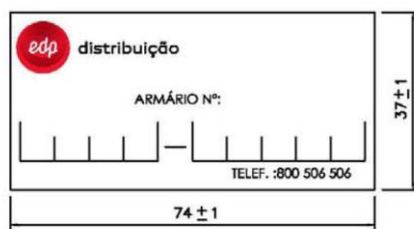


Figura 3.14 – Placa de identificação de um armário de distribuição [24].

O Quadro 3.2 apresenta a marcação dos barramentos, com a respetiva descrição.

Quadro 3.2 – Marcação de barramentos [21].

Designação do barramento	Marcação alfanumérica
Neutro	N
Fase 1	L1
Fase 2	L2
Fase 3	L3

A Figura 3.15 evidencia os barramentos com as respetivas marcações para possível identificação de fases e do neutro.



Figura 3.15 – Barramentos com identificação de fases e do neutro.

3.9. Cabos aplicados

3.9.1. Normalização

Pela consulta da NP 2363 ou CEI 60228 sobre condutores de cabos isolados, que define o conceito de secção nominal como valor, que identifica uma medida particular do condutor, mas que não está sujeito a medida direta. Com esta norma, a cada medida particular do condutor, corresponde uma exigência de valor máximo da resistência.

Um cabo de MT admite três campos importantes para a sua designação [25]:

- Descrição dos materiais constituintes do cabo;
- Composição, nº de condutores e secção;
- Tensão nominal.

A seguir é apresentada a designação dos cabos elétricos de MT segundo a norma portuguesa NP 2363, que permite atribuir a qualquer cabo uma designação abreviada, que traduz a sua construção e a natureza dos seus constituintes.

A Figura 3.16 apresenta uma imagem com a simbologia dos cabos de MT, com recurso à aplicação da norma portuguesa NP 2363 e o respetivo campo descritivo dos materiais constituintes.

		NP
Condutores	Material	Símbolo
	Cobre macio	Nenhuma letra
	Alumínio	L
	Forma	Símbolo
	Redonda não compactada	n.a.
	Redonda compactada	n.a.
	Sectorial	n.a.
Materiais de isolamento e bainhas	Material	Símbolo
	PVC	V
	Polietileno termoplástico	E
	Polietileno reticulado	X
Écrans metálicos	Material	Símbolo
	Colectivo	H
	Individual	HI
	Em fios de cobre	O
	Estanque	1H ou 1HI
Revestimentos metálicos (protecção mecânica)	Materiais magnéticos	Símbolo
	Fitas	A
	Fios	R
	Barrinhas	M
	Trança de aço galvanizado	1Q
Revestimentos metálicos (protecção mecânica)	Materiais não magnéticos	Símbolo
	Fitas	1A
	Fios	1R
	Barrinhas	1M
	Trança de cobre	Q
Indicações diversas	Forma	Símbolo
	Cabos auto-suportados	S

n.a. = Não aplicável

Figura 3.16 – Simbologia – Campo descritivo dos materiais constituintes [25].

Em função da composição dos cabos e segundo a norma portuguesa NP 2363, a simbologia é dada pela expressão (3.1) [25].

$$n * s / b \quad (3.1)$$

Ex.: 3 x 150 / 16

$n = N^\circ$ de condutores;
 $s =$ Secção nominal dos condutores;
 $b =$ Secção nominal do ecrã metálico (blindagem).

Em função da tensão nominal dos cabos e segundo a norma portuguesa NP 2363, a simbologia é dada pela expressão (3.2) [25].

$$U_0/U \quad (3.2)$$

Ex.: 12 / 20 kV

$U_0 =$ Tensão entre cada um dos condutores de fase e a terra ou o ecrã metálico (tensão simples);

$U =$ Tensão entre condutores de fase (tensão composta).

Exemplos de designações [25]:

- 1) Cabo monopolar, com um condutor de alumínio, redondo, multifilar, compactado, de 150 mm^2 de secção, isolado a polietileno reticulado para uma tensão $U = 20 \text{ kV}$, com ecrã metálico em fios de cobre (16 mm^2 de secção) e uma bainha exterior de PVC retardante à chama.

Segundo a NP 2363, a Figura 3.17 mostra o cabo: **LXHIOV 1 x 150/16 12/20 kV**.

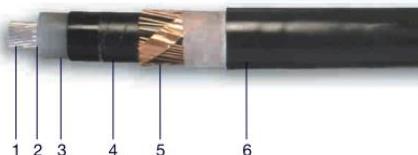


Figura 3.17 – Cabo LXHIOV 1 x 150/16 12/20 kV (NP 2363) [25].

1. Condutor de alumínio redondo, multifilar, compactado.
 2. Composto semiconductor.
 3. Isolação de polietileno reticulado.
 4. Composto semiconductor pelável (tripla extrusão simultânea) + fita semicondutora.
 5. Blindagem de fios de cobre.
 6. Bainha exterior de PVC retardante à chama.
- 2) Cabo tripolar, com três condutores de cobre, redondos, multifilares, compactados, de 70 mm^2 de secção, isolados a polietileno reticulado para uma tensão $U = 10 \text{ kV}$, com ecrãs metálicos individuais em fita de cobre, protegidos com uma armadura de fitas de aço e uma bainha exterior de PCV retardante à chama.

Segundo a NP 2363, a Figura 3.18 mostra o cabo: **XHIAV 3 x 70 6/10 kV**.



Figura 3.18 – Cabo XHIAV 3 x 70 6/10 kV (NP 2363) [25].

1. Condutor de cobre redondo multifilar compactado.
2. Composto semicondutor.
3. Isolação de polietileno reticulado.
4. Composto semicondutor pelável (tripla extrusão simultânea) + fita semicondutora.
5. Blindagem de fita de cobre.
6. Bainha interior de PVC.
7. Armadura de fitas de aço.
8. Bainha exterior de PVC retardante à chama.

O cabo tripolar é constituído por três condutores isolados e blindados individualmente. O cableamento dos condutores é regularizado por elementos de enchimento, aplicando-se depois a bainha interior em PVC. Para proteção mecânica são aplicadas fitas de aço. Por fim, é aplicada a bainha exterior de PVC retardante à chama [25].

3.9.2. Definições gerais

Por canalização elétrica define-se o conjunto constituído por um ou mais condutores elétricos e pelos elementos que garantem a sua fixação e a sua proteção mecânica.

Por condutor isolado define-se o conjunto constituído pela alma condutora, pelo invólucro isolante e pelos eventuais ecrãs (blindagens).

Por cabo define-se o conjunto constituído por um ou mais condutores isolados, o seu revestimento individual, os seus revestimentos de proteção e um ou mais condutores não isolados.

Por alma condutora define-se os metais constituintes que são o cobre (menor resistividade) e o alumínio (maior resistividade).

Por isolamento define-se o invólucro isolante que determina as qualidades dielétricas, o limite da tensão estipulada de serviço, a resistência à combustão, a resistência à propagação da chama e o comportamento contra a corrosão.

Por bainha define-se o material isolante do mesmo tipo que os invólucros, reforçando o isolamento principal do cabo, ou material metálico em fitas de alumínio, com a função de proteção mecânica. As bainhas interiores garantem que o cabo é estanque (bem isolado). Pode ser necessário ainda a utilização de bainhas exteriores com características próprias.

Por ecrã define-se as fitas, malhas ou tranças de cobre nu ou estanhado vulgarmente, ou de alumínio [26].

A Figura 3.19 apresenta um exemplo da constituição geral de um cabo e do seu revestimento.



Figura 3.19 – Constituição geral de um cabo e do seu revestimento [26].

3.9.3. Cabos do tipo de BT

As redes aéreas existem em zonas rurais e semiurbanas onde são aplicados cabos isolados com condutores em alumínio, agrupados em feixe cableado, designados por cabos de torçada, apoiados em postes. Por vezes, devido à elevada densidade de construção e largura de vias de circulação, onde não é possível a construção de redes subterrâneas, nem de postes para apoio de cabos, os cabos são instalados nas fachadas dos edifícios dos clientes [27].

O Quadro 3.3 enuncia exemplos de cabos aplicados nas redes de distribuição de energia elétrica para BT.

Quadro 3.3 – Cabos aplicados nas redes de distribuição de energia elétrica em BT [26].

Designação	Descrição	Aplicações
VV	Condutores rígidos de cobre macio, com isolamento em PVC e bainha exterior de PVC	Redes de distribuição de energia de BT
LVV	Condutores multifilares de alumínio, com isolamento em PVC e bainha exterior de PVC	Redes de distribuição de energia de BT
LSVV	Condutores multifilares de alumínio, com isolamento em PVC e bainha exterior de PVC	Redes de distribuição de energia de BT
VAV	Condutores rígidos de cobre macio, com isolamento de polietileno reticulado, bainha interior de PVC, armaduras de fita de aço e bainha exterior de PVC	Redes de distribuição de energia de BT

LVAV	Condutores multifilares de alumínio, com isolamento de PVC, armaduras de fitas de aço e bainha exterior de PVC	Redes de distribuição de energia de BT
LSVAV	Condutores setoriais de alumínio maciço, com isolamento de PVC, bainha interior de PVC, armaduras de fitas de aço e bainha exterior de PVC	Redes de distribuição de energia de BT
LSXAV	Condutores de alumínio maciço, com isolamento de polietileno reticulado, bainha interior de PVC, armaduras de fitas de aço e bainha exterior de PVC	Redes de distribuição de energia de BT
LXS (cabos aéreos em torçada)	Condutores multifilares de alumínio, com isolamento de polietileno reticulado	Redes aéreas de distribuição de energia de BT
XS (cabos aéreos em torçada)	Condutores multifilares de cobre, com isolamento de polietileno reticulado	Chegadas de redes aéreas de energia de BT e em redes aéreas de distribuição de BT aplicadas sobre as paredes dos edifícios

Todos os cabos que tenham uma tensão nominal de 0,6/1 kV são aplicados em redes de distribuição de energia elétrica e instalações industriais. Estes podem ser instalados ao ar livre, em caleiras ou condutas e enterrados em valas. Os cabos aéreos em torçada XS e LXS, também com uma tensão nominal de 0,6/1 kV são aplicados em redes aéreas de BT.

Para o caso do condutor de neutro dos cabos de torçada das redes aéreas de BT, este deve ser ligado sem interrupções ao elétrodo da terra de serviço, através de cabo VV 1G35 mm², com bainha exterior preta e isolação azul [23] [27].

Em Portugal os cabos normalizados pela EDP nas redes de distribuição de energia elétrica em BT são os cabos de torçada do tipo LXS (0,6/1 kV), que não são dotados de armaduras ou bainhas metálicas, logo estes não necessitam de ser ligadas à terra de proteção [23].

Os condutores dos cabos de torçada aplicados nas instalações de chegada, serão de cobre (cabo XS). Para as outras situações, os condutores de cabos serão de alumínio (cabo LXS), isolados a polietileno reticulado (XLPE) de cor preta, com elevada resistência ao desgaste e à degradação pela exposição aos raios ultravioletas.

As secções normalizadas para condutores em alumínio LXS isolados a XLPE, são as seguintes [27]:

- LXS 2x16 mm²;
- LXS 4x16 mm²;
- LXS 4x25 mm²;
- LXS 4x50 mm²;
- LXS 4x70 mm²;
- LXS 4x95 mm².

Para os casos em que a rede BT inclui ainda o condutor de alimentação de IP (Iluminação Pública), as secções normalizadas para condutores em alumínio LXS isolados a XLPE, são as seguintes [27]:

- LXS 4x25+16 mm²;
- LXS 4x50+16 mm²;
- LXS 4x70+16 mm²;
- LXS 4x95+16 mm².

Quando se tratar de uma rede exclusiva de IP, os cabos a utilizar serão do tipo LXS de 16 mm² de secção.

Para diferenciar as três fases, do condutor de neutro e do condutor da IP existem os seguintes princípios [27]:

- Na identificação de cada condutor são feitas marcações com tinta branca;
- Cada fase é marcada com «um», «dois» e «três» e abrangem os algarismos 1, 2 e 3;
- O condutor de fase é marcado com o tipo de cabo (Ex.: LXS), além da indicação da secção (Ex.: 70 mm²);
- Os condutores de Iluminação Pública são marcados com IP, seguido do tipo de cabo (Ex.: LXS), além da indicação da secção (Ex.: 16 mm²), que regra geral é de 16 mm²;
- O condutor de neutro leva a identificação do fabricante (marca do fabricante), o ano de fabrico e a marcação métrica (marcação do comprimento do cabo metro a metro).

As marcações atrás indicadas são espaçadas de 50 cm ao longo do cabo.

3.9.4. Cabos do tipo de MT

Um cabo elétrico de energia de MT é constituído por um ou vários condutores de reduzida resistência elétrica, para transmitir a corrente elétrica com a respetiva intensidade e por uma camada isolante, que permite separar eletricamente os condutores entre si e o exterior, suportando assim o nível de tensão de serviço necessário.

Os condutores constituem o núcleo de transmissão de energia dos cabos elétricos. Estes são constituídos por fios elementares cableados, em camadas concêntricas.

Nos cabos de energia de MT é possível identificar 4 partes constituintes com diferentes funcionalidades [28]:

- 1) Condutores que garantem a transmissão de energia elétrica;
- 2) Revestimentos isolantes que garantem o nível necessário de segurança elétrica, para as respetivas tensões de serviço;

- 3) Ecrãs metálicos que permitem o escoamento das correntes de defeito para proteção elétrica, armaduras para proteção mecânica e funções de estanquidade (bom isolamento);
- 4) Revestimentos para proteção externa dos cabos.

Os materiais usados para os condutores de MT são o cobre e o alumínio, devido aos elevados valores de condutividade. O material isolante mais aplicado é o polietileno reticulado (XLPE), pelo facto de apresentar um menor custo global, em comparação com o PVC. Em algumas aplicações onde a tensão de serviço é de 3,6/6 kV utiliza-se o PVC como material isolante. Habitualmente os cabos são ignífugos (não entram em combustão na presença de fogo) e possuem uma resistência adicional à propagação do fogo.

Os cabos de MT são do tipo [28]:

- Cabos monopolares de cobre, ou de alumínio;
- Cabos tripolares de cobre, ou de alumínio;
- Cabos trimonopolares de cobre, ou de alumínio.

Um cabo monopolar é constituído por um condutor isolado e blindado, com aplicação de bainha exterior de PVC. Ex.: LSVAV 1x50 mm².

Um cabo tripolar é constituído por três condutores isolados e blindados individualmente. O cableamento dos condutores é regularizado por elementos de enchimento, aplicando-se posteriormente a bainha de PVC. Em caso de necessidade de proteção mecânica são aplicadas fitas de aço. Finalmente pode ser necessário aplicar a bainha exterior de PVC. Ex.: LSVAV 3x50 mm².

Um cabo trimonopolar é constituído por três cabos monopolares cableados entre si. Ex.: 3x LSVAV 1x50 mm².

O Quadro 3.4 apresenta vários exemplos de cabos aplicados nas redes de distribuição de energia elétrica em MT, com uma descrição da constituição de cada tipo de cabo e a respetiva aplicação. A norma a que obedece a designação dos cabos presentes no Quadro 3.4 é a NP 2363.

Quadro 3.4 – Cabos aplicados nas redes de distribuição de energia elétrica em MT [25].

Designação	Descrição	Aplicações
XHIV	Condutor de cobre redondo, multifilar, compactado, com isolamento de polietileno reticulado, blindagem de fita de cobre e bainha exterior de PVC ignífuga	Redes de transporte e distribuição de energia
LXHIV	Condutor de alumínio redondo, multifilar, compactado, com isolamento de polietileno reticulado, blindagem de fita de cobre e bainha exterior de PVC ignífuga	Redes de transporte e distribuição de energia
XHIAV	Condutor de cobre redondo, multifilar, compactado, com isolamento de polietileno reticulado, blindagem de fita de cobre,	Redes de transporte e distribuição de energia

	bainha interior de PVC, armadura de fitas de aço e bainha exterior de PVC ignífuga	
LXHIAV	Condutor de alumínio redondo, multifilar, compactado, com isolamento de polietileno reticulado, blindagem de fita de cobre, bainha interior de PVC, armadura de fitas de aço e bainha exterior de PVC ignífuga	Redes de transporte e distribuição de energia
XHIOV	Condutor de cobre redondo, multifilar, compactado, com isolamento de polietileno reticulado, blindagem de fios de cobre e bainha exterior de PVC ignífuga	Redes de transporte e distribuição de energia
LXHIOV	Condutor de alumínio redondo, multifilar, compactado, com isolamento de polietileno reticulado, blindagem de fios de cobre e bainha exterior de PVC ignífuga	Redes de transporte e distribuição de energia
XHIO1AV	Condutor de cobre redondo, multifilar, compactado, com isolamento de polietileno reticulado, blindagem de fios de cobre, bainha interior de PVC, armadura de fitas de alumínio e bainha exterior de PVC ignífuga	Redes de transporte e distribuição de energia
LXHIO1AV	Condutor de alumínio redondo, multifilar, compactado, com isolamento de polietileno reticulado, blindagem de fios de cobre, bainha interior de PVC, armadura de fitas de alumínio e bainha exterior de PVC ignífuga	Redes de transporte e distribuição de energia

3.9.5. Cabos com comportamento melhorado ao fogo

Numa situação de incêndio, os cabos elétricos convencionais favorecem a propagação e libertação de fumos ou gases prejudiciais à saúde, ao meio ambiente e aos equipamentos.

Atualmente existe uma gama de cabos de distribuição de energia que cumpre determinados requisitos de comportamento melhorado ao fogo. Desta forma, este tipo de cabos obedece a diferentes níveis de segurança, exigidos na sua instalação, em zonas de alto risco, como por exemplo, em centrais elétricas, subestações, postos de transformação, refinarias, hospitais, museus, salas de espetáculos, estabelecimentos de ensino, centros comerciais, entre outros.

As vantagens dos cabos de comportamento melhorado ao fogo podem ser estudadas em função de três aspetos diferentes [25]:

- Reação ao fogo: Define-se como o comportamento que minimiza os riscos de incêndio, incluindo a não propagação do mesmo;
- Resistência ao fogo: Define-se como a capacidade do cabo garantir o serviço durante um determinado tempo, numa situação de incêndio, possibilitando o funcionamento dos sistemas de segurança importantes;
- Baixo índice de emissão de fumos e gases: Define-se como sendo a ajuda no combate ao incêndio e facilita a proteção da vida humana, bem como de equipamentos sensíveis.

4. TRABALHOS EM TENSÃO

4.1. Métodos de TET em redes de MT

Os Trabalhos Em Tensão (TET) em MT são realizados em redes elétricas cuja tensão nominal esteja compreendida entre 1 kV e 35 kV, para corrente alternada. Estes trabalhos podem ser realizados por três métodos distintos:

- Método à distância;
- Método ao contacto;
- Método ao potencial.

Além destes três métodos existe ainda o método global, que resulta da combinação dos três métodos anteriores. O método mais utilizado nos TET em MT é o método à distância por ser mais seguro e possuir maior desenvolvimento ao nível de técnicas e equipamentos [29].

4.1.1. Método à distância

O método à distância é um método em que o isolamento é obtido através do uso de ferramentas isolantes, posicionando-se os executantes para além das zonas interditas [30]. A distância mínima de aproximação (D) é medida em relação às peças condutoras em centímetros, cujo potencial em que se encontram seja diferente do potencial do executante.

A distância mínima de aproximação é dada através da soma da distância de tensão (t) em centímetros e da distância de guarda (g) também em centímetros, como se verifica pela observação da expressão (4.1).

$$D = t + g \text{ (cm)} \quad (4.1)$$

A distância de tensão é a distância mínima a que o executante poderá estar em relação às peças condutoras na ausência de dispositivos de proteção, sendo esta dada por metade da tensão nominal ($U_n/2$) e o resultado será arredondado ao número inteiro mais próximo das dezenas por excesso, não podendo a distância de tensão ser inferior a 10 cm. A distância de guarda é a distância a que o executante pode realizar todas as suas intervenções e não ter preocupações permanentes em respeitar a distância de tensão. Devido às características que oferece, este método é indicado para a realização de trabalhos nas instalações elétricas de MT e AT [31].

Na realização dos trabalhos o executante usa ferramentas fixadas na extremidade de varas ou cordas, encontrando-se estas com isolamento apropriado ao nível de tensão existente nas peças, onde se realiza a intervenção. Só com o uso destas ferramentas é que o executante pode intercalar a zona interdita, que se situa no interior da distância de tensão [31].

As anteriores ditas distâncias variam conforme os níveis de tensão, como se pode verificar no Quadro 4.1.

Quadro 4.1 – Distâncias de segurança para MT usadas no método à distância [31].

Tensão nominal (kV)	Distância de tensão (cm)	Distância de guarda (cm)	Distância mínima de aproximação (cm)
6	10	50	60
10	10	50	60
15	10	50	60
30	20	50	70

O método à distância é também aplicado em operações de limpeza no interior de postos de transformação, o que obriga à utilização destas distâncias mínimas de segurança.

Em nenhum caso a zona de evolução do executante poderá intercalar uma zona interdita. A zona de evolução do executante é definida pela zona envolvente dos seus gestos e deslocações efetuados no decurso do trabalho, incluindo as peças não isolantes que ele manipula [31].

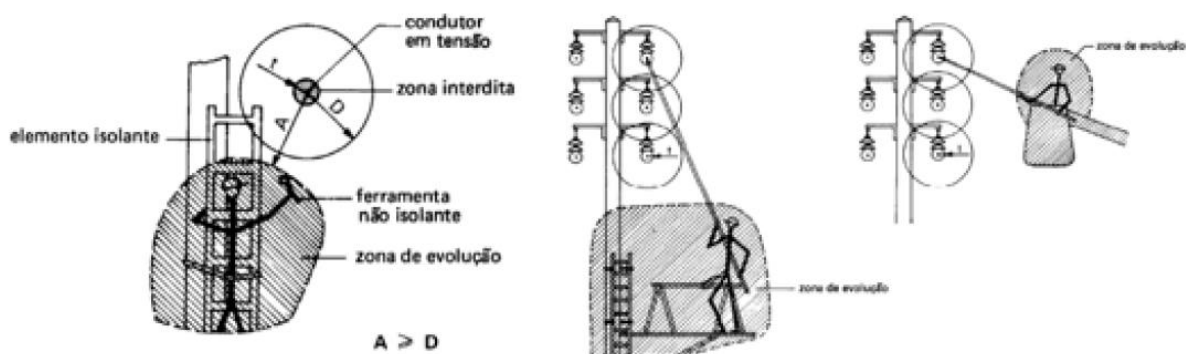


Figura 4.1 – Exemplificação de trabalhos realizados à distância mínima em redes de MT [31].

Na Figura 4.1 é possível observar as condicionantes, onde se pode verificar a sombreado a zona de atuação do executante e a distância mínima de segurança em relação aos condutores.

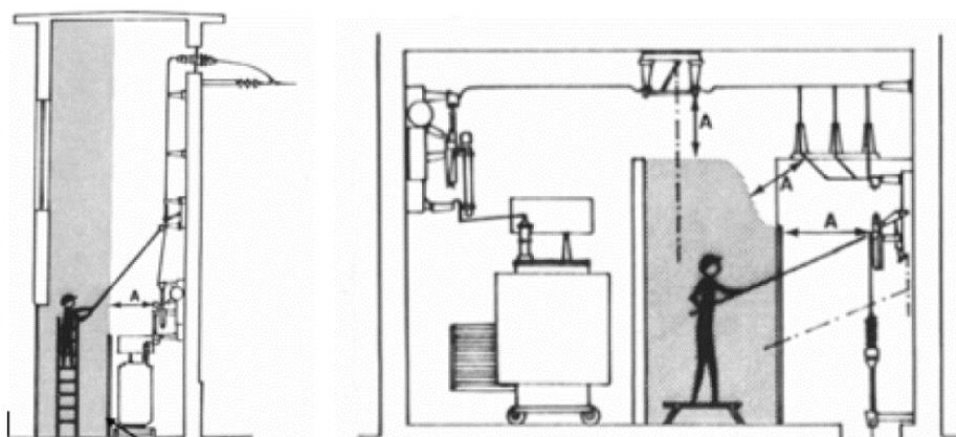


Figura 4.2 – Exemplificação de trabalhos realizados à distância mínima dentro de PT's [31].

Na Figura 4.2 é possível observar a execução de trabalhos realizados à distância mínima em zona delimitada por barreiras isolantes, dentro de um PT em Cabine Alta e dentro de um PT em Cabine Baixa.

Na Figura 4.3 é possível observar as diferentes zonas de trabalho e a sua classificação.

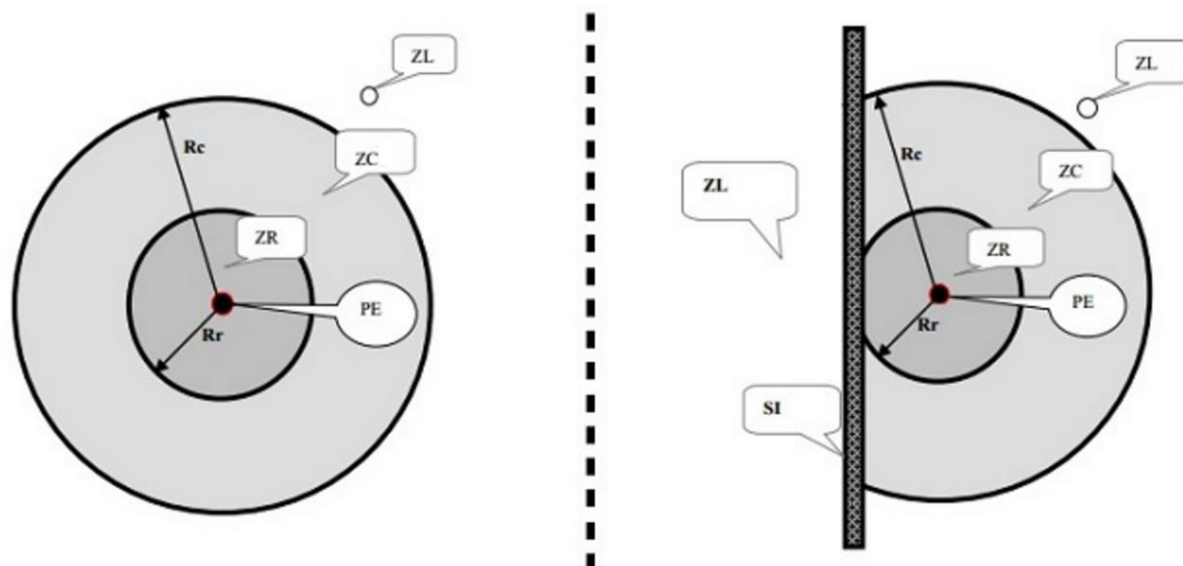


Figura 4.3 – Classificação de zonas de trabalho [32].

Legenda da Figura 4.3:

ZR: Zona de Risco, restrita a trabalhadores autorizados e com a adoção de técnicas, instrumentos e equipamentos apropriados ao trabalho;

Rr: Raio de delimitação entre Zona de Risco e Controlada;

ZC: Zona Controlada, restrita a trabalhadores autorizados;

Rc: Raio de delimitação entre Zona Controlada e Livre;

ZL: Zona Livre, área de circulação de pessoas, sendo estas trabalhadores autorizados ou não;

PE: Ponto de instalação energizado;

SI: Superfície isolante construída com material resistente e dotada de todos os dispositivos de segurança.

4.1.2. Método ao contacto

O método ao contacto é um método em que o isolamento é obtido através do revestimento das zonas do corpo mais próximas das peças em tensão (braços e mãos) com elementos isolantes (mangas e luvas isolantes), estando os executantes posicionados de modo a manterem as partes do corpo não isoladas fora das zonas interditas (ou quando não for possível, isolando as peças em tensão, com recurso a dispositivos apropriados) [30].

Na prática, os executantes entram na zona de distância mínima de aproximação, existindo contacto com as peças nas quais vai intervir. O executante apenas tem garantia de proteção pela utilização de luvas isolantes, protetores de braços e plataformas isolantes, dotados de isolamento adequado para o nível de tensão a que o trabalho se destina [31].

A principal utilização deste método é em BT, no entanto também pode ser aplicado em redes de MT, não superiores a 35 kV.

4.1.3. Método ao potencial

O método ao potencial é um método em que o isolamento é obtido através da distância no ar, para as zonas interditas relativamente às peças a diferentes potenciais do potencial da peça em que os executantes vão intervir, estando estes posicionados junto à referida peça, ficando ao potencial desta propositadamente [30].

O objetivo deste método é que os executantes coloquem-se ao mesmo potencial das peças em tensão, para que possam intervir nas mesmas. Este método é pouco usado, apresentando elevados riscos, devido à necessidade de que os executantes estejam sempre dentro da zona de risco (zona de tensão), isto é, ultrapassem a distância de tensão.

Para este método é imprescindível garantir a distância mínima de aproximação relativamente às peças que se encontram a potenciais diferentes. A proteção do executante é efetuada com recurso a equipamentos isolantes, principalmente barquinhas (plataformas elevatórias).

Este método é aplicado em redes de MT, AT e MAT, no entanto a Helenos, S.A. nunca aplicou este método em nenhum trabalho TET realizado.

4.1.4. Método global

O método global é um método em que os executantes podem usar no decurso de um determinado trabalho, a combinação dos três métodos usuais, anteriormente descritos. Este método também é designado como Combinação dos 3 Métodos [30]. A hipótese da combinação dos diferentes métodos que representam esta união está limitada, devido à impossibilidade de utilização de dois métodos em simultâneo, sendo apenas possível a utilização destes em etapas diferentes, embora sejam usados na mesma intervenção [31].

Este método é aplicado em redes de MT e AT.

A Figura 4.4 indica os diferentes métodos de TET em redes de MT, enunciados anteriormente.

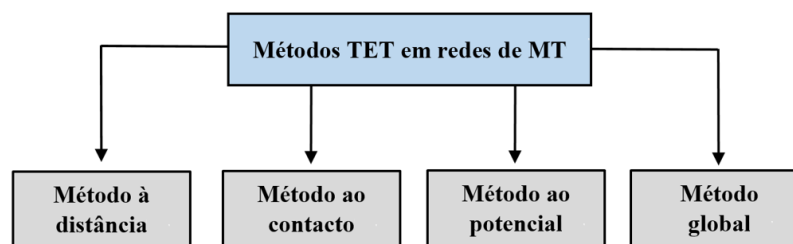


Figura 4.4 – Métodos de TET em redes de MT.

A Figura 4.5 mostra trabalhos em tensão, onde se pode ver o fecho de arcos de uma linha de MT, com recurso ao método à distância.



Figura 4.5 – Trabalhos em Tensão.

4.2. Condições de Execução de Trabalhos

As Condições de Execução de Trabalhos (CET) são um documento dinâmico, no qual estão apresentadas as regras gerais a respeitar para a realização de TET, particularmente:

- Regras de relacionamento entre o Responsável de Trabalhos com o Responsável de Exploração;
- Metodologias segundo as quais o trabalho deve ser preparado;
- Ferramentas e equipamentos a utilizar;
- Verificação da boa execução do trabalho;
- Regras relativas às condições atmosféricas;
- Regras relativas aos Regimes Especiais de Exploração.

Os executantes de TET devem dispor de equipamentos e ferramentas adequadas e os necessários equipamentos de proteção e segurança, de forma a salvaguardar a sua própria segurança e a de terceiros [30].

A Figura 4.6 a) permite mostrar o equipamento de proteção usado pelos executantes (arnês de segurança e luvas mecânicas) e a Figura 4.6 b) permite mostrar um gerador (GMS) a ser recolhido para transporte num veículo pesado.

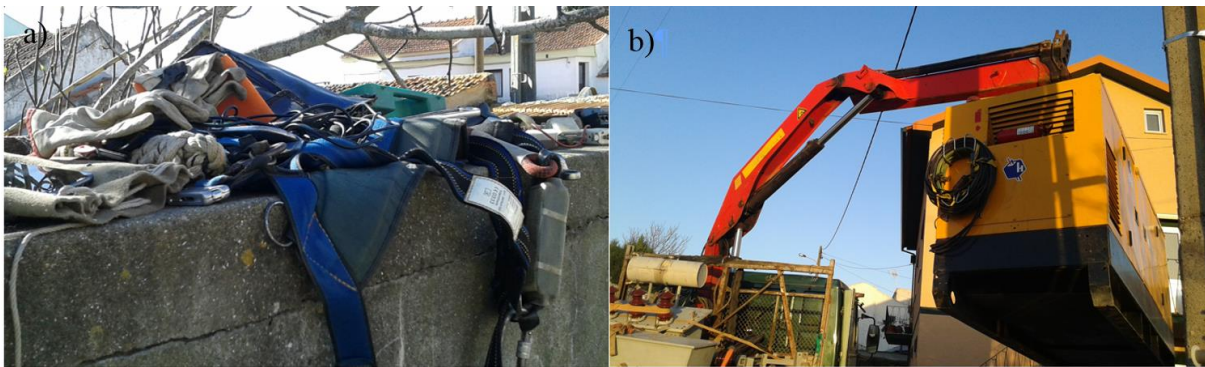


Figura 4.6 – a) Equipamento de proteção usado pelos executantes, b) gerador.

A Figura 4.7 a) permite visualizar uma barquinha em execução de trabalho, a Figura 4.7 b) permite visualizar curto-circuitadores para terras temporárias e varas isolantes e a Figura 4.7 c) permite visualizar escadas isolantes.

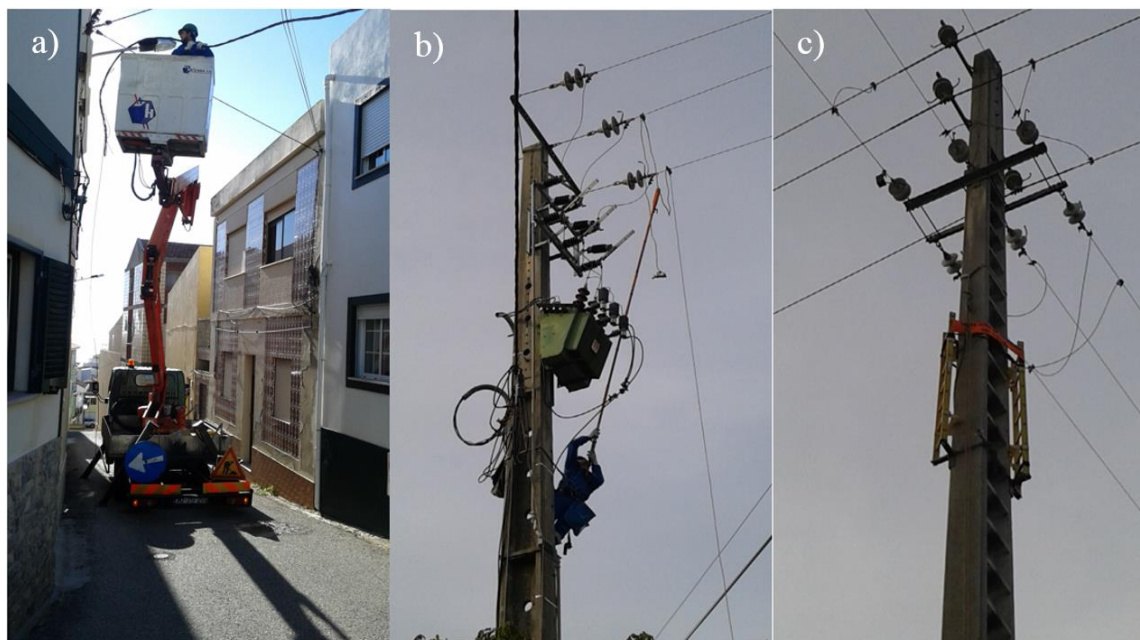


Figura 4.7 – a) Barquinha, b) curto-circuitadores para terras temporárias e varas isolantes, c) escadas isolantes.

4.3. Processos e tarefas de TET em MT

Os processos de TET em MT são enunciados como sendo os seguintes [33]:

- 1) Verificação no terreno se é possível ou não realizar as tarefas pedidas em TET;
- 2) Pedido de AIT;
- 3) Elaboração do plano de atividades;
- 4) Arranjo e delimitação da zona de trabalhos;
- 5) Contacto com o Responsável de Exploração, para validação da AIT;
- 6) Informação aos executantes;
- 7) Preparação dos equipamentos e materiais necessários à intervenção;
- 8) Execução das tarefas TET;
- 9) Desmontagem e arrumação dos equipamentos utilizados;
- 10) Entrega da instalação.

As tarefas de TET em MT mais comuns são as subsequentes [33]:

- Abertura e fecho de arcos;
- Manutenção de seccionadores;
- Substituição de isoladores/cadeias de isoladores;
- Montagem de apoio em alinhamento;
- Colocação/remoção de travessas.

A Figura 4.8 apresenta uma execução de TET, com abertura e fecho de arcos numa linha de MT pela REDE – Empresas de Energia, ACE.



Figura 4.8 – Execução de Trabalhos em Tensão.

4.4. Tipos de trabalhos para redes de BT e MT

Para os diferentes tipos de tensão existentes na rede elétrica há diferentes tipos de trabalhos, dos quais se destacam os seguintes:

4.4.1. Para BT:

- Ligar ou desligar ramais de alimentação de clientes aéreos ou subterrâneos de BT;
- Colocação, retirada, ou substituição das bases de fusíveis em portinholas, ou armários de distribuição;
- Montagem e desmontagem de equipamento de contagem;
- Colocação, retirada, ou substituição de condutores em apoios de betão;
- Colocação, retirada, ou substituição de apoios de betão, com ou sem maciço;
- Abertura e tapamento de vala em qualquer tipo de terreno e segundo perfil do tipo BT;
- Medição e registo dos valores da resistência de terra;
- Corte e desrama de árvores para permitir a manutenção e funcionamento da rede aérea de BT.

4.4.2. Para MT:

- Ligar ou desligar troços de linhas aéreas ou subterrâneas de MT;
- Colocação, retirada ou substituição de condutores em apoios de betão, ou apoios metálicos;
- Colocação, retirada ou substituição de apoios metálicos, ou apoios de betão;
- Aprumagem de apoios de betão de MT;
- Pintura de apoio metálico de MT;
- Montagem de postes, de plataformas para ninhos, de dispositivos dissuasores de nidificação e de protetores de avifauna;
- Lavagem de isoladores em linhas aéreas de MT;
- Lavagem de equipamento em subestações de MT;
- Abertura e tapamento de vala em qualquer tipo de terreno e segundo perfil do tipo MT;
- Abertura ou fecho de arcos de linhas aéreas de MT;
- Substituição de arcos e ligadores nas três fases de linhas de MT;
- Substituição de seccionador ou de interruptor seccionador de MT;
- Limpeza de instalações em tensão até 30 kV, por equipas de limpeza de MT;
- Mobilização de GMS para socorro da rede de BT do PT de qualquer tipo de potência;
- Consignação e desconsignação de instalações da rede de distribuição de MT;
- Corte de árvores para abertura de faixa de serviço e de proteção de linhas de MT de 6 kV, 10 kV, 15 kV e 30 kV.

4.5. Ações de manutenção em PT's

A manutenção dos postos de transformação é exigida pela EDP Distribuição através de uma ordem de trabalhos onde são referidas as várias tarefas a realizar. As tarefas de manutenção dos PT's consistem no seguinte [2]:

- Limpeza geral do PT (pavimento, seccionador, isoladores, grades das celas, caminho de cabos, porta de acesso ao PT, remoção de teias de aranha, etc.);
- Limpeza geral dos barramentos de MT e do QGBT;
- Limpeza, afinações e lubrificações dos aparelhos de corte e proteção;
- Limpeza do transformador de potência;
- Substituição do material avariado/danificado;
- Verificação e lubrificação de dobradiças, fechaduras e fechos das portas de acesso à instalação;
- Limpeza de vegetação que impede o acesso aos PT's;
- Medição e registo da resistência de contacto dos elétrodos das terras de serviço e de proteção.

Alguns trabalhos de manutenção em PT's têm necessidade de ser realizados em tensão, sendo este tipo de serviço feito exclusivamente por equipas de TET em BT e MT.

Para a BT, os TET que são realizados em PT's consistem na execução de tarefas de manutenção, como limpeza interior e exterior, em que todos os circuitos do PT se encontram em tensão.

Para a MT, os TET que são realizados em PT's ocorrem quando é necessário garantir o fornecimento de energia ao cliente final, de modo que este não seja interrompido e não haja tensão no primário do transformador. Para isto, recorre-se à ligação de um GMS (gerador) ao QGBT, com potência igual, ou superior à do transformador existente no PT, para que o cliente não tenha nenhuma falha de energia.

A Figura 4.9 mostra a execução de trabalhos de manutenção em PT's diferentes, com auxílio da EDP Distribuição em tarefas específicas.



Figura 4.9 – Trabalhos de manutenção em PT's.

4.6. Habilitação para TET

Os títulos de habilitação TET são atribuídos sempre que os trabalhadores possuam competência técnica e humana, de modo a tomarem precauções que previnam os acidentes de origem elétrica, ou de outra origem, para que não ponham em causa a realização dos trabalhos, ou tarefas implícitas aos mesmos.

Além disto, um eletricista executante de TET deve possuir aptidão médica, sendo-lhe reconhecida a inexistência de impedimentos de natureza médica, que impeçam o trabalhador de realizar as tarefas que lhe vão ser confiadas. Para isto existe a Ficha de Aptidão Médica de cada trabalhador [29].

A competência técnica pode ser obtida através de cursos de formação, dados em empresas certificadas para lecionar os mesmos.

A habilitação técnica dos profissionais TET inclui conhecimentos referentes a métodos de trabalho em tensão, instalações e equipamentos elétricos em que atuará, riscos de eletricidade, regras de segurança, procedimentos a adotar em caso de acidente elétrico e medidas de segurança para prevenir o seu ambiente de trabalho [29].

A posse do título de habilitação técnica é exigida para aceder aos locais reservados a eletricistas, executar trabalhos de natureza elétrica, assumir a direção e vigilância de trabalhos de natureza elétrica, proceder a consignações de instalações elétricas, efetuar manobras de consignação e desconsignação ou exploração, ensaios, medições ou verificações elétricas.

Os trabalhadores que conduzem e operam veículos especiais (grua, retroescavadora, elevador com barquinha, etc.) na proximidade de instalações em tensão são obrigados a possuir o título de habilitação técnica. Além disto, qualquer título de habilitação possui uma validade limitada de três anos no máximo, o qual necessita sempre de ser revalidado [34].

4.6.1. Código de habilitação para TET

Os títulos de habilitação são codificados por letras maiúsculas e índices numéricos. Habitualmente inclui quatro características, sendo elas, o nível de tensão, o grau de intervenção, a indicação T de “trabalhos em tensão” e o método de trabalho.

A primeira letra indica o nível de tensão, em que o titular pode intervir [35]:

- **B** – para instalações de BT;
- **M** – para instalações de MT;
- **A** – para instalações de AT;
- **H** – para instalações de MAT.

O índice numérico, a seguir à primeira letra, indica o grau de intervenção, para o qual o titular está habilitado [35]:

- **0** – para pessoal que realiza apenas trabalhos de natureza não elétrica;
- **1** – para os eletricitas executantes;
- **2** – para os eletricitas que poderão ser designados para chefiar trabalhos (Responsáveis de Trabalhos).

A segunda e terceira letras, caso existam, determinam a natureza das operações que o titular pode realizar [35]:

- **C** – indica que o titular pode efetuar a consignação de instalações elétricas para a realização de trabalhos, ensaios ou reparações de avarias;
- **V** – indica que o titular pode trabalhar na vizinhança de tensão;
- **L** – indica que o titular pode efetuar trabalhos de limpeza em tensão;
- **E** – indica que o titular pode conduzir viaturas com equipamentos especiais (grua, perfuradora, elevador com barquinha, etc.), operar e proceder à manutenção corrente das referidas viaturas e equipamentos;
- **T** – indica que o titular pode “trabalhar em tensão”.

A seguir à letra T são indicadas as letras correspondentes ao método de trabalho, para o qual o trabalhador está habilitado [35]:

- **D** – método à distância;
- **C** – método ao contacto;
- **P** – método ao potencial;
- **G** – método global (ou combinação dos três métodos);
- **Lg** – restringe a atividade do titular aos trabalhos em tensão de equipas ligeiras.

O Quadro 4.2 mostra os diferentes tipos de habilitações possíveis, codificadas por letras e índices numéricos.

Quadro 4.2 – Habilitações, codificadas por letras e índices numéricos [36].

Habilitações do pessoal	Trabalhos		
	fora de tensão	na vizinhança	em tensão
Não electricista	B0, M0 e/ou A0	B0V, M0V e/ou A0V	–
Electricista executante	B1, M1 e/ou A1	B1V, M1V e/ou A1V	B1T_, M1T_ e/ou A1T_
Responsável de Trabalhos	B2, M2 e/ou A2	B2V, M2V e/ou A2V	B2T_, M2T_ e/ou A2T_
Responsável de Consignação	BC, MC e/ou AC		–
Limpeza em Tensão BT e/ou MT e/ou A/T	–	B1L ou B2L e/ou M1L ou M2L e/ou A1L ou A2L	

A Figura 4.10 a) apresenta uma credencial de um funcionário que executa trabalhos em instalações elétricas e a Figura 4.10 b) apresenta um título de habilitação profissional.

a)

Nº Credencial:		
Nome		
Função	Encarregado	Desde
T.Habilitação	A1V;B2T;BC;E;M2T_D;M2TLg;f	Trab.Eletricos <input checked="" type="checkbox"/>
Notas		
Fotografia		
Empreitadas		
	Desde	
EC2015-REDES	30/03/2015	
Adjudicatários		
	Entidade Executante	Desde
REDE	HELENOS	30/03/2015

b)

LOGO DA EMPRESA

Trabalhos em instalações eléctricas
TÍTULO DE HABILITAÇÃO

Habilitação: _____

Titular:
Nome: _____
N.º Trabalhador: _____
Função: _____

Emitido por:
Emissor: _____
Titular: _____

Data: _____
Validade: _____

Figura 4.10 – a) Exemplo de uma credencial, b) título de habilitação profissional [30].

Através da observação do Quadro 4.2, do exemplo da Figura 4.10 a) e Figura 4.10 b) da credencial e do título de habilitação profissional fornecido, conclui-se que o titular tendo a função de encarregado, encontra-se habilitado para:

- **A1V** – trabalhar em instalações de AT, como eletricista executante na vizinhança de tensão;
- **B2T** – trabalhar em instalações de BT, como Responsável de Trabalhos em TET;
- **BC** – trabalhar em instalações de BT, podendo efetuar a consignação de instalações elétricas para a realização de trabalhos, ensaios ou reparações de avarias;
- **E** – conduzir viaturas com equipamentos especiais, como grua, perfuradora, elevador com barquinha, etc.;
- **M2T_D** – trabalhar em instalações de MT, como Responsável de TET, recorrendo ao método à distância;
- **M2TLg** – trabalhar em instalações de MT, como Responsável de TET, com restrição de atividade aos trabalhos em tensão de equipas ligeiras.

4.7. Limpeza de Instalações em Tensão até 30 kV

A Limpeza e Conservação de Postos de Transformação (LZT) é feita em PT's de cabine alta ou baixa e Postos de Seccionamento (PS) de cabine. Este é um fator importante para a continuidade e qualidade de serviço no fornecimento de energia elétrica [29].

O trabalho nestas instalações não se reduz à limpeza em si apenas, mas também à verificação, manutenção e registo do estado dos equipamentos, como por exemplo, a medição da temperatura dos condutores, ou a medição da resistência das terras de proteção e de serviço. Como é um trabalho específico em tensão, requer uma viatura devidamente equipada para este

tipo de trabalho, assim como meios técnicos e humanos capacitados, para responder face a qualquer necessidade decorrente da atividade. Deste modo, a limpeza nestas instalações é realizada por aspiração, sopragem, escovação ou aplicação de um produto de limpeza adequado, como o PER-SOL 60E, com recurso ao método de limpeza mais adequado para cada situação.

As equipas de limpezas em tensão até 30 kV são constituídas por três elementos, sendo um deles o Responsável de Trabalhos, com habilitação M2L (Responsável de Trabalhos em limpeza de MT), e os outros dois elementos os executantes com formação M1L (Eletricista executante de trabalhos em limpeza de MT). Todos os colaboradores formados em TET de MT podem ser habilitados em LZT, no entanto estes necessitam de uma ação de formação adicional.

A decisão de ser realizada a limpeza em tensão de uma instalação é tomada pelo Responsável de Exploração da instalação. Para ser efetuada a limpeza em tensão de determinada instalação, deverá ser emitido antes do início dos trabalhos, um Pedido de Intervenção em Tensão (PIT) na referida instalação ao Responsável de Trabalhos. O objetivo do PIT é o de saber se é possível efetuar o trabalho na instalação em causa. Caso o parecer do Responsável de Trabalhos seja positivo, deverá ser emitida e entregue uma AIT (Autorização para Intervenção em Tensão) posteriormente ao próprio Responsável de Trabalhos por parte da EDP [29].

Em qualquer situação a EDP é sempre a entidade responsável máxima pela instalação elétrica, podendo decidir a possibilidade, ou não possibilidade de fazer determinado trabalho. Ao Responsável de Trabalhos da empresa subcontratada, neste caso a Helenos, S.A., compete a receção da AIT, a posterior elaboração do plano de trabalhos e a execução dos trabalhos.

Antes do início de cada trabalho e após a elaboração do plano de trabalhos, o Responsável de Trabalhos tem como obrigação escolher as ferramentas, os equipamentos e os modos operatórios que melhor se ajustam às operações a considerar. Este tem como responsabilidade comunicar por telemóvel ao Responsável de Exploração, o início e o fim dos trabalhos e garantir a direção e vigilância em toda a zona de trabalhos, onde os executantes se movem.

Na Figura 4.11 é possível observar um trabalho de limpeza e conservação num PT da EDP.



Figura 4.11 – Trabalhos de limpeza e conservação de um PT.

Para a realização de trabalhos LZT, cada executante deve possuir como equipamento de proteção [29]:

- Farda de trabalho, igual à dos executantes de TET em MT;
- 1 par de luvas de proteção mecânica;
- 1 par de luvas isolantes para TET em BT (500 V – Classe 00) [37];
- 1 par de luvas isolantes para TET em MT (17 kV – Classe 2) [37];
- Calçado de segurança especial, botas em couro para TET, igual ao dos executantes de TET em MT;
- Capacete isolante, igual ao dos executantes de TET em MT;
- Óculos ou viseira de proteção contra raios ultravioleta.

Para a realização de trabalhos LZT em que ocorra uma elevada libertação de poeiras e na aplicação de líquidos de limpeza, cada executante deve possuir máscaras com filtros adequados.

Dentro da instalação elétrica, no decorrer dos trabalhos LZT, devem existir equipamentos de proteção coletiva sendo eles [29]:

- Tapetes isolantes em borracha;
- Estrado isolante;
- Escadote em material isolante;
- Mantas isolantes em PVC.

A Figura 4.12 mostra um estrado isolante utilizado em trabalhos de LZT por equipas de TET.



Figura 4.12 – Estrado isolante de TET.

4.8. Regime Especial de Exploração – TET em MT

O Regime Especial de Exploração (REE) é uma situação específica em que é colocado um elemento da rede, ou da instalação elétrica, durante a realização de TET, ou na vizinhança de tensão, de modo a diminuir o risco elétrico e minimizar os seus efeitos. Assim, evita-se as reposições de tensão automáticas, ou voluntárias, no seguimento do disparo das proteções [38].

O REE assegura as seguintes situações:

- 1) Disparo automático do(s) disjuntor(es) que protege(m) a zona de trabalhos, no caso de ocorrência de um defeito na instalação onde o trabalho decorre;
- 2) Supressão de todas as religações automáticas da(s) saída(s) afetada(s) pelo trabalho;
- 3) Eliminação das temporizações das proteções seletivas dessa(s) saída(s).

A modificação intencional das proteções deve ser materializada nos painéis de comando da instalação, por meio de sinalização avisadora dessa situação, de modo que ninguém possa alterar essa modificação irrefletidamente, como se pode verificar pela observação da Figura 4.13.



Figura 4.13 – Bloqueio do manípulo de comando do seccionador do transformador.

A colocação da instalação elétrica em REE pode ser efetuada localmente ou por meio de telecomando, a partir do centro de condução.

Após a atuação de uma proteção, caso a instalação se encontre em REE, o Responsável de Exploração só pode dar ordem de reposição da tensão na instalação, depois de ter recebido do Responsável de Trabalhos uma indicação de que o pode fazer e sabendo que essas manobras não possam causar algum tipo de perigo, para ele e para a restante equipa de trabalhos [30].

Pode ser dispensada a colocação da instalação elétrica em REE, caso as operações a realizar sejam apenas as correspondentes ao controlo ou medição e à utilização de ferramentas ou equipamentos aprovados, cuja ficha técnica mencione que a sua utilização não requer a colocação da instalação em REE.

4.9. Equipamentos de Proteção Individual

Os Equipamentos de Proteção Individual (EPI's) são definidos como “qualquer equipamento destinado a ser usado ou detido pelo trabalhador, para sua proteção contra um ou mais riscos suscetíveis de ameaçar a sua segurança ou saúde no trabalho, bem como qualquer complemento ou acessório destinado a esse objetivo” [39].

Ao longo de todo o estágio, houve um contacto contínuo com os EPI's, os quais foram sempre tidos em conta em contexto de obras, sendo estes exigidos como regra máxima nas obras em que a empresa labore, tendo os mesmos sido oferecidos pela Helenos, S.A.

Os EPI's possibilitam uma linha de defesa perante o risco de acidente, sendo estes usados quando os riscos existentes não podem ser evitados, ou suficientemente limitados.

Os EPI's permitem evitar muitos acidentes, em qualquer parte do corpo humano, particularmente na cabeça, nas mãos e nos pés. Permitem também para quem os usa que ande identificado, de modo a poder ser visível a todas as pessoas que estejam no local de obra, ou junto a este, na sua periferia.

Desde o início do estágio que houve uma sensibilização para a necessidade de utilizar os EPI's de forma adequada, sendo que é importante estar ciente de quando os EPI's são necessários, saber que tipo de equipamento de proteção é necessário, entender as limitações dos EPI's na sua proteção contra lesões, colocar, ajustar, vestir e retirar EPI's devidamente e guardar o equipamento de proteção de forma adequada.

Como exemplo de EPI's usados a longo do estágio enunciam-se os seguintes:

- Capacete de segurança;
- Colete refletor com identificação da empresa;
- Calçado de proteção (botas de biqueira de aço);
- Luvas de proteção mecânica.

Na Figura 4.14 é possível observar os EPI's usados pelo autor ao longo de todo o estágio.



Figura 4.14 – Equipamentos de Proteção Individual usados durante o estágio.

4.10. Equipamentos de Proteção Coletiva

Os Equipamentos de Proteção Coletiva (EPC's) são definidos como “dispositivos utilizados à proteção dos trabalhadores durante a realização das suas atividades”. Os EPC's servem para neutralizar a ação dos agentes ambientais, minimizando os acidentes, protegendo contra danos à saúde e contra a integridade física dos profissionais, de modo que o ambiente de trabalho não ofereça riscos à saúde ou à segurança dos trabalhadores [40].

De seguida são indicados alguns equipamentos de proteção coletiva:

- Fitas de demarcação reflexivas;
- Cones de sinalização;
- Curto-circuitadores para terras temporárias;
- Mantas isolantes de borracha;
- Estrado isolante;
- Varas isolantes;
- Baias de segurança;
- Escadas (escadas isolantes);
- Fita de sinalização;
- Rede de sinalização;
- Sinalização de emergência;
- Sinalização de incêndio;
- Sinalização de intrusão.

A Figura 4.15 pretende mostrar vários EPC's vistos em contexto de obras durante o estágio.



Figura 4.15 – Exemplificação de variados Equipamentos de Proteção Coletiva.

4.11. Equipamentos para TET

A utilização do equipamento de proteção tem como principal objetivo, proteger individualmente ou coletivamente os trabalhadores devendo respeitar as características descritas na respetiva ficha técnica [30].

As equipas de TET possuem equipamentos específicos, desde as viaturas de trabalho e ferramentas até ao vestuário. O vestuário deve cobrir sempre as pernas e os braços, obrigatoriamente. Os óculos TET são outro equipamento utilizado, particularmente se os executantes estão numa posição de trabalho na proximidade dos condutores, garantindo deste modo a proteção contra a projeção de partículas dos cabos, em caso de fusão dos mesmos ao abrir/fechar arcos e a proteção contra os raios ultravioleta. As luvas de proteção mecânica em couro e o capacete de segurança, com francalete (correia em fivela utilizada para segurar o capacete de segurança) são outros equipamentos sempre utilizados pelos trabalhadores de TET.

Além dos restantes equipamentos de proteção que possam ser necessários, todas as pessoas que participam numa intervenção em tensão, ou que se encontrem na proximidade imediata do local de trabalhos e independentemente do seu posto de trabalho, devem usar calçado de segurança homologado para TET [29].

A Figura 4.16 permite mostrar as botas em couro para TET, isoladas para uso em terreno seco, as luvas de proteção mecânica utilizadas para TET, as luvas isolantes de TET e ainda os óculos de proteção contra os raios ultravioleta de TET.



Figura 4.16 – Equipamentos utilizados em TET [29].

A Figura 4.17 permite visualizar uma viatura de TET para MT e BT cuja finalidade é o transporte de material e de pessoal, para os trabalhos de limpeza e conservação de PT's.



Figura 4.17 – Viatura de TET – MT/BT.

4.12. Autorização para Intervenção em Tensão

A Autorização para Intervenção em Tensão (AIT) é o documento mais importante nos TET, isto porque sem ela, o Responsável de Trabalhos não pode fazer nenhum tipo de trabalho em tensão. Esta autorização é passada pelo Responsável de Exploração, que nomeia o Responsável de Trabalhos da equipa que vai executar a intervenção em tensão. A cada trabalho corresponde uma AIT (ANEXO A.3).

Na elaboração da AIT deve ser referido quais as condicionantes envolventes ao trabalho em questão, com o propósito do Responsável de Trabalhos poder examinar atempadamente o local e determinar quais os equipamentos e ferramentas necessários para a realização dos trabalhos e assim poder fazer o plano de trabalhos [30].

O plano de trabalhos deverá ser constituído por:

- Identificação da instalação;
- Natureza do trabalho a efetuar e meios particulares que possam ser necessários;
- Possibilidades de acesso e de estacionamento;
- Necessidade de colocação da instalação em REE.

A Figura 4.18 a) permite visualizar o fecho de arcos numa linha de MT e a retirada de curto-circuitadores para terras temporárias e a Figura 4.18 b) permite visualizar a colocação de material na viatura de TET.



Figura 4.18 – a) Execução de TET, b) colocação de material na viatura de TET.

A preparação dos trabalhos inicia assim que se recebe a indicação da necessidade da realização de um determinado trabalho, depois da receção da AIT inicia-se a elaboração do plano de trabalhos e coordenação com as equipas TET a intervir.

Antes de iniciar qualquer trabalho, todos os equipamentos e ferramentas de uso individual devem ser verificados visualmente na zona de trabalhos pelos executantes sob sua própria responsabilidade. A verificação dos equipamentos e das ferramentas de uso coletivo é efetuada pelo Responsável de Trabalhos.

4.13. Processo de Consignação e Processo de Desconsignação

Definição de Consignação elétrica de uma instalação: Conjunto de operações que consistem em isolar (por corte ou por seccionamento), bloquear, verificar a ausência de tensão, estabelecer ligações à terra e em curto-circuito, proteger contra peças em tensão adjacentes, delimitar um elemento de rede (ou uma instalação) previamente identificado e retirado da exploração normal, destinado a garantir as condições de segurança necessárias à realização dos trabalhos fora de tensão nesse elemento de rede (ou nessa instalação) [41].

Definição de Desconsignação elétrica de uma instalação: Conjunto de operações que permitem restabelecer as condições necessárias para a devolução à exploração normal de um elemento de rede (ou uma instalação) que se encontrava consignada. Compreende a identificação do

elemento da rede (ou instalação), a retirada das ligações à terra e em curto-circuito, o desbloqueio dos órgãos de isolamento e a reposição em serviço da instalação [41].

Para proceder à Desconsignação é necessário que as manobras sejam iniciadas após a autorização do centro de condução, a pedido do Responsável de Consignação (ANEXO A.4, ANEXO A.5, ANEXO A.6, ANEXO A.7, ANEXO A.8, ANEXO A.9 e ANEXO A.10).

4.14. 5 Regras de Ouro

Todos os trabalhos em instalações elétricas devem ser executados por profissionais devidamente qualificados para o efeito e com a instalação elétrica fora de tensão, sempre que possível. Os trabalhos com instalações em tensão só podem ser feitos por trabalhadores com habilitação para tal, que tenham recebido formação específica e que utilizem ferramentas homologadas para os TET.

A segurança da execução do trabalho é garantida pela colocação fora de tensão e pela consignação elétrica da instalação, relativamente aos trabalhos a serem realizados, mantendo-se o estado de consignação enquanto o trabalho não for concluído.

A consignação de uma instalação elétrica é normalmente atestada pela emissão de um Boletim de Autorização de Trabalhos.

De modo a garantir a segurança no trabalho, enquanto este decorrer é fundamental respeitar as seguintes regras, conhecidas como 5 Regras de Ouro, para os trabalhos fora de tensão [42]:

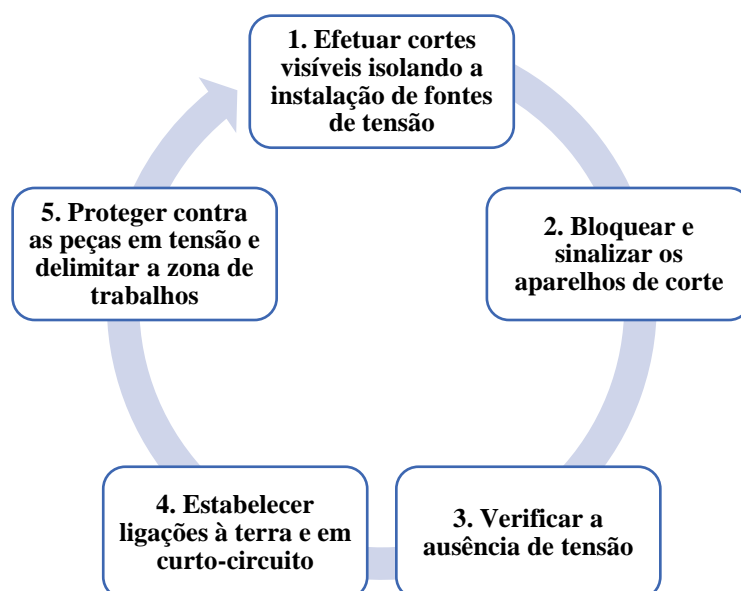


Figura 4.19 – 5 Regras de Ouro.

O respeito pelas 5 Regras de Ouro garante aos trabalhadores uma proteção quase total, contra o risco elétrico e contra as suas consequências, como se pode verificar pela observação da Figura 4.19.

As Figuras 4.20, 4.21, 4.22, 4.23 e 4.24 permitem visualizar cada uma a aplicação das 5 Regras de Ouro, assegurando deste modo a segurança necessária aos trabalhadores e a execução dos respetivos trabalhos.



Figura 4.20 – Cortes visíveis na rede.



Figura 4.21 – Bloqueio de aparelhos de corte na rede.



Figura 4.22 – Verificação de ausência de tensão.



Figura 4.23 – Ligações à terra e em curto-circuito.



Figura 4.24 – Delimitação da zona de trabalhos.

4.15. Regras de Segurança aplicadas em contexto de trabalho

Atualmente as empresas são obrigadas a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores em todos os aspetos relacionados com o trabalho, proporcionando-lhes condições de trabalho adequadas. Neste sentido, devem existir medidas que visem reduzir os custos económicos e sociais para a empresa e para o empregado. O cumprimento da lei melhora a qualidade de vida no trabalho, a produtividade, a qualidade de serviço e ainda a imagem externa das empresas.

De seguida são enunciadas algumas regras de segurança aplicadas em contexto de trabalho e que foram consideradas ao longo de todo o estágio:

- Delimitar a zona de trabalhos, onde se vai intervencionar;
- Manter o local de trabalho sempre limpo, especialmente após a realização do mesmo;
- Organizar devidamente o espaço de trabalho;
- Manter as ferramentas organizadas e em bom estado de conservação;
- Utilizar as ferramentas adequadas à função que desempenham;
- Conhecer o funcionamento das ferramentas, máquinas e utensílios;
- Manipular corretamente as ferramentas, máquinas e utensílios;
- Executar o trabalho atentamente;
- Manter uma postura correta;
- Trabalhar em boas condições de iluminação;
- Minimizar o ruído produzido durante a realização do trabalho.

A Figura 4.25 apresenta uma exemplificação de duas zonas de trabalhos diferentes no parque de formação e treinos de TET da Helenos, S.A., assim como é possível ter uma perceção da delimitação da zona de trabalhos onde se vai intervencionar, estando o local de trabalho devidamente sinalizado.



Figura 4.25 – Exemplificação de duas zonas de trabalhos diferentes.

4.16. Direção e Vigilância da Zona de Trabalhos

O Responsável de Trabalhos tem como principal função assegurar a direção efetiva, a vigilância global da zona de trabalhos e tomar as medidas de segurança necessárias ao trabalho em curso. A vigilância deve ser permanente, de maneira que o Responsável de Trabalhos vigie os movimentos e a forma como cada um dos executantes realiza as tarefas propostas, sendo respeitadas as condicionantes próprias para cada tipo de trabalho, especialmente as distâncias em relação às peças ou outros elementos condutores, com potenciais diferentes do seu.

O Responsável de Trabalhos não deve fazer ele próprio, qualquer tipo de trabalho para além da coordenação da equipa, pela qual está responsável.

O Responsável de Trabalhos não deve permitir que os executantes da sua equipa tenham durante a execução dos trabalhos, a redução das suas capacidades físicas, seja qual for o motivo, nem mesmo que sejam usados equipamentos e ferramentas que suscitem alguma dúvida, ou até que não sejam apropriados para a intervenção a executar.

O Responsável de Trabalhos deve avaliar sempre os aspetos construtivos da rede existente a ser intervencionada, sendo que o estado físico dos componentes da linha podem originar perigo para os trabalhadores presentes no local de obra [30].

A Figura 4.26 permite observar uma ação de formação de TET em BT no parque de formação e treinos da Helenos, S.A., tendo sempre um Responsável de Trabalhos que dirige e vigia a execução dos mesmos.



Figura 4.26 – Ação de formação de TET em BT.

4.17. Condições Atmosféricas e Visibilidade da Zona de Trabalhos

4.17.1. Condições Atmosféricas

A existência de condições atmosféricas adversas pode alterar o procedimento de trabalhos, ou até mesmo originar a suspensão temporária ou definitiva da execução da obra. Para isto é necessário criar medidas, com o intuito de não pôr em causa a segurança de bens e pessoas na zona de trabalhos. O Responsável de Trabalhos deve ter em consideração como condições atmosféricas adversas, as seguintes [29]:

- Precipitação atmosférica pouco importante: esta é considerada se não põe em causa a visibilidade dos executantes e do Responsável de Trabalhos. Na eventualidade de ocorrer trabalhos ao contacto, estes não devem ser iniciados, porém o trabalho a decorrer pode ser terminado. No entanto, os trabalhos à distância ou ao potencial podem ser iniciados e acabados.
- Precipitação atmosférica importante: esta é considerada se põe em causa os métodos de TET em redes de MT. No caso dos trabalhos ao contacto, estes não devem ser iniciados, nem terminados. No caso dos trabalhos à distância ou ao potencial, estes podem ser terminados, mas nenhum poderá ser iniciado.
- Nevoeiro espesso: este é considerado quando a visibilidade é reduzida de forma perigosa para a segurança dos trabalhadores no local de obra. Nesta situação, os trabalhos a decorrer podem ser terminados, mas nenhum poderá ser iniciado.
- Vento violento: este é considerado quando impede os executantes de utilizarem as ferramentas, ou os seus equipamentos com a devida precisão necessária. Deste modo, os trabalhos ao contacto, à distância e ao potencial não podem ser iniciados, nem terminados.
- Trovoada: esta é considerada se forem vistos relâmpagos ou se ouvirem trovões. Para esta situação, os diferentes métodos de trabalho não podem ser iniciados, nem terminados.

4.17.2. Visibilidade da Zona de Trabalhos

Para a realização do trabalho, a visibilidade deve ser suficiente na zona de trabalhos de modo que [30]:

- A equipa executante possa usar as ferramentas com precisão desejável;
- O Responsável de Trabalhos possa vigiar o desenrolar das operações e desta forma controlar as consequências das manobras realizadas pela equipa executante.

A chuva, a neve e o nevoeiro podem ser impedimentos à visibilidade necessária ao trabalho dos executantes, ou até mesmo à vigilância do Responsável de Trabalhos.

Em caso de falta de visibilidade da zona de trabalhos, o Responsável de Trabalhos deve suspender os trabalhos em execução e dar essa informação de imediato ao Responsável de Exploração que os trabalhos foram suspensos devido à falta de visibilidade.

Assim que existam condições de visibilidade favoráveis, antes de prosseguir o trabalho interrompido, o Responsável de Trabalhos deve [30]:

- Informar o Responsável de Exploração do reinício dos trabalhos;
- Se os equipamentos e as ferramentas a serem manobrados durante o decorrer do trabalho estiverem sujos ou encharcados, estes devem ser limpos com o auxílio de um pano seco, que remova as impurezas ou a água e deixe o material pronto a ser utilizado;
- Analisar o local de obra, com especial atenção para todos os circuitos elétricos e para as proteções que lhes estejam associadas, tendo em conta que estas proteções podem estar encharcadas.

A Figura 4.27 pretende expor a retirada de curto-circuitadores para terras temporárias, com boa visibilidade e condições atmosféricas favoráveis à execução da atividade.



Figura 4.27 – Visibilidade e condições atmosféricas favoráveis à execução da atividade.

4.18. Avaliação de Riscos

A avaliação de riscos resume-se ao exame de uma instalação (em projeto ou laboração), permitindo identificar os riscos presentes no local de trabalho, como também as ocorrências potencialmente perigosas e as suas consequências. O seu principal objetivo é a redução de riscos e danos. Logo, analisar um risco é identificar, discutir e avaliar as possibilidades de ocorrência de acidentes, na tentativa de evitar que estes aconteçam. Na infelicidade destes ocorrerem,

devem ser definidas as alternativas, que minimizem os danos causados por estes acontecimentos (ANEXO A.20) [43].

4.19. Fim de Trabalhos

Após ter terminado os trabalhos, a equipa executante deve desmontar os equipamentos e ferramentas utilizados, de modo que o local intervencionado fique limpo e arrumado. Posteriormente o Responsável de Trabalhos deve reunir toda a sua equipa e verificar se o trabalho foi bem efetuado. Se o trabalho foi bem efetuado, o Responsável de Trabalhos deve dar os trabalhos como concluídos, dar essa informação ao Responsável de Exploração e entregar-lhe a respetiva instalação elétrica [30].

4.20. Solvente Dielétrico de Limpeza

O produto de limpeza usado em todos os trabalhos de limpeza e conservação de postos de transformação nos TET em BT/MT designa-se PER-SOL 60E. Este produto é um solvente dielétrico de limpeza para sistemas elétricos, como disjuntores, motores elétricos, quadros elétricos, transformadores, condensadores, barramentos, QGBT's, seccionadores e outros equipamentos elétricos.

O PER-SOL 60E apresenta as seguintes propriedades [44]:

- Seca rapidamente, sem deixar resíduo;
- Elimina a humidade e sujidades;
- Não é corrosivo, no entanto é inflamável e provoca irritação cutânea;
- Possui elevada rigidez dielétrica, aproximadamente 30 kV;
- Permite a limpeza com o equipamento em carga;
- Evita a desmontagem de motores, transformadores, QGBT's, seccionadores e barramentos elétricos para limpeza;
- Aplicação em ambiente de trabalho profissional/industrial;
- Este produto é nocivo para os organismos aquáticos com efeitos duradouros;
- Pode ser mortal por ingestão e entrada nas vias respiratórias;
- É um produto suspeito de provocar cancro.

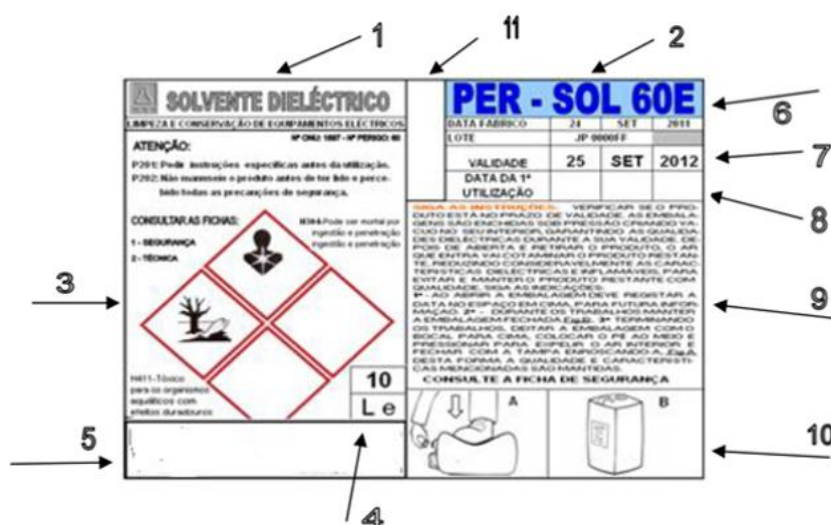
Além deste produto existe outro também conhecido, com as mesmas características, que se denomina GLOW PRO (solvente dielétrico de limpeza).

A Figura 4.28 apresenta duas imagens da embalagem do PER-SOL 60E.



Figura 4.28 – PER-SOL 60E.

A Figura 4.29 apresenta o rótulo da embalagem do PER-SOL 60E, com as devidas especificações do produto em causa.



- | | |
|---|---|
| 1 - Característica do produto | 2 - Nome Comercial - Marca |
| 3 - Espaço para Símbolos de Perigo | 4 - Indicação de Quantidade, Volume |
| 5 - Informação Comercial, Representante ou Agente Comercial | 6 - Informação do Fabricante, Nº Lote e Data de Fabrico |
| 7 - Informação do Fabricante, Data da Validade. | 8 - Data da 1ª Utilização a Preencher Pelo Operador |
| 9 - Informação do Fabricante sobre o manuseio da embalagem | 10 - Ilustrações sobre o ponto 9 |
| | 11 - Espaço P/Código de Barras |

Figura 4.29 – Rótulo da embalagem do PER-SOL 60E [10].

5. POSTOS DE TRANSFORMAÇÃO

5.1. Introdução

Os postos de transformação e distribuição MT/BT têm como função transformar energia elétrica MT (30 kV, 15 kV ou 10 kV) em BT (400 – 230 V) e são instalações constituídas por vários dispositivos e equipamentos, onde todas as partes metálicas (fora de tensão) devem estar ligadas à terra de proteção. Apenas o neutro da BT deve estar ligado à terra de serviço.

Através da consulta dos significados presentes no Regulamento da Rede de Distribuição – Anexo II da Portaria nº 596/2010 de 30 de Julho de 2010 define-se [45]:

- Posto de Transformação (PT) – Instalação destinada à conversão da tensão de média para baixa tensão, por um ou mais transformadores estáticos cujo secundário é de baixa tensão;
- Posto de Seccionamento (PS) – Instalação que permite estabelecer ou interromper, em vazio, linhas elétricas, por meio de seccionadores;
- Posto de Corte – Instalação englobando aparelhagem de manobra (disjuntores ou interruptores) que permite ligar ou desligar linhas elétricas, no mesmo nível de tensão e incluindo geralmente barramentos.

Os postos de transformação podem ser classificados em função do modo de construção como [46]:

- Em poste – O equipamento de MT é colocado em postes. Estes são aplicados nas redes rurais com tensões até 15 kV;
- Em cabine baixa ou cabine alta – O equipamento de MT é colocado no interior da cabine, em celas com invólucro metálico e com separações de rede metálica;
- Em monobloco – O equipamento de MT é colocado no interior de celas, com invólucro metálico e com separações de rede metálica.



Figura 5.1 – a) Modo de construção em poste, b) modo de construção em cabine baixa, c) modo de construção em monobloco de PT's.

A Figura 5.1 a) pretende mostrar o modo de construção em poste, a Figura 5.1 b) pretende mostrar o modo de construção em cabine baixa e a Figura 5.1 c) pretende mostrar o modo de construção em monobloco, de vários PT's.

Os postos de transformação podem ser classificados quanto à entrada da alimentação elétrica como [46]:

- Aérea – A entrada de energia em alta tensão é feita por linhas aéreas que são amarradas à torre do PT;
- Subterrânea – A entrada de energia em alta tensão é feita por cabos elétricos enterrados.

Os postos de transformação podem ser classificados quanto à sua topologia de rede elétrica como [46]:

- Radial – a alimentação é assegurada por uma única entrada;
- Anel – a alimentação é assegurada por duas entradas distintas. Esta tem como vantagem permitir a alimentação ao PT, podendo uma das entradas estar fora de serviço.

5.2. Tipos de Topologias

Os tipos de topologias considerados são os seguintes [46]:

- Postos de Transformação e Distribuição da rede pública (PTD), que são explorados pela empresa distribuidora de energia elétrica e que alimentam diretamente os consumidores de BT;
- Postos de Transformação do Cliente (PTC), que são explorados pelo próprio consumidor como cliente direto de MT.

A Figura 5.2 a) pretende mostrar a visualização de um Posto de Transformação do Cliente (PTC) e a Figura 5.2 b) pretende mostrar a visualização de um Posto de Transformação e Distribuição (PTD).

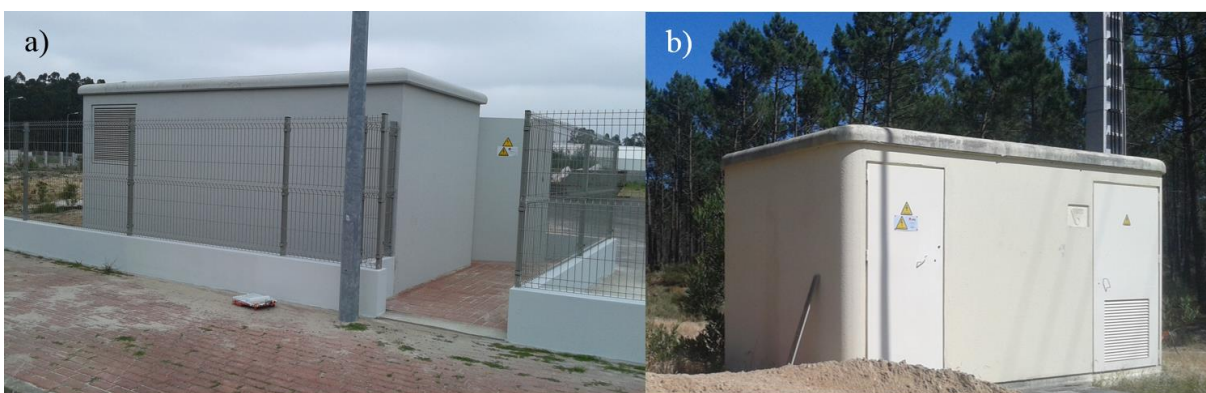


Figura 5.2 – a) Visualização de um PTC, b) visualização de um PTD.

5.3. Posto de Transformação e Distribuição da rede pública

Este tipo de posto é usualmente construído em alvenaria, com ligação em anel e formado no mínimo por quatro celas, cuja constituição é [46]:

- 1) Cela de entrada;
- 2) Cella de saída;
- 3) Cella de proteção;
- 4) Cella para o transformador de potência.

A Figura 5.3 apresenta um esquema unifilar de um PTD para 15 kV de alimentação com uma potência aparente de 630 kVA.

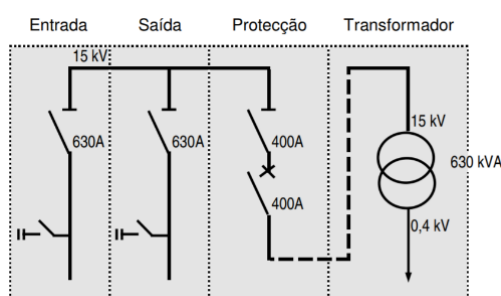


Figura 5.3 – Esquema unifilar de um PTD para 15 kV e 630 kVA [46].

No PTD existe ainda o Quadro Geral de Baixa Tensão (QGBT), cujo quadro é aberto denominado por CA1, para quatro saídas, estando três equipadas com triblocos seccionáveis, ou denominado por CA2, para seis saídas, estando cinco equipadas com triblocos seccionáveis.

Os quadros abertos CA1 e CA2 permitem receber alimentação trifásica em BT do transformador de potência, para servir redes de distribuição pública de energia elétrica ou instalações de serviço particular. O QGBT possui ainda três amperímetros, um voltímetro, um comutador de três posições (A-0-M) ou (2-0-1) e uma tomada monofásica [47].

A Figura 5.4 apresenta uma placa de identificação de um PTD, com as respetivas dimensões em mm, com um retângulo de perigo de morte e numeração do respetivo PTD a que pertence.

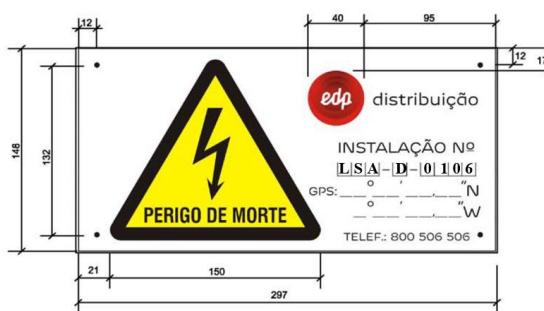


Figura 5.4 – Placa de identificação de um PTD [24].

A Figura 5.5 permite observar um QGBT de quadro aberto do tipo CA2 de um PTD de Cabine Baixa.



Figura 5.5 – Visualização de um QGBT de quadro aberto CA2 de um PTD de Cabine Baixa.

5.4. Posto de Transformação do Cliente

Este tipo de posto é usualmente construído em alvenaria, como em monobloco, com ligação em anel e formado no mínimo por cinco celas, cuja constituição é [46]:

- 1) Cella de entrada;
- 2) Cella de saída;
- 3) Cella de corte geral e contagem;
- 4) Cella de proteção;
- 5) Cella para o transformador de potência.

A Figura 5.6 apresenta um esquema unifilar de MT de um PTC para 15 kV de alimentação com uma potência aparente de 1000 kVA.

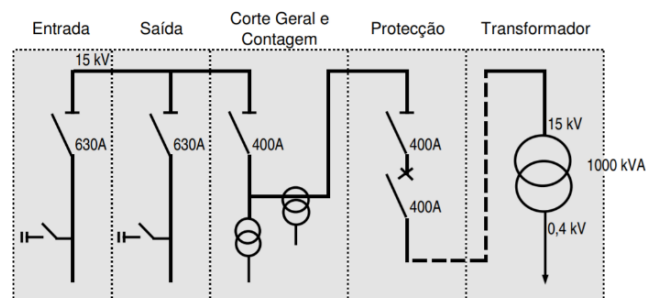


Figura 5.6 – Esquema unifilar de MT de um PTC para 15 kV e 1000 kVA [46].

No PTC existe ainda o QGBT, o painel de contagem e o painel para a bateria de condensadores, para a correção do fator de potência. O QGBT é normalmente um quadro do tipo armário fechado, equipado com disjuntores, fusíveis e interruptores.

Consoante o tipo de rede e a sua tipologia os PTC serão do tipo aéreo ou de cabine. Em função da interligação da rede de MT com a instalação de serviço particular, poderá ser necessário ao cliente instalar um PS (Posto de Seccionamento) associado ao ponto de receção, equipado com celas compactas e de telecomando, a definir pela EDP Distribuição. No âmbito do PS associado ao PTC, dentro ou fora do mesmo edifício, a ligação elétrica entre ambos é feita através de cabo isolado a licenciar pela EDP Distribuição. Deste modo deve existir uma separação física em rede metálica, com porta de abrir para o lado do PS, para acesso exclusivo da EDP Distribuição [48].

A Figura 5.7 apresenta o interior de um PTC, onde é possível visualizar a separação física do PS e do transformador de potência, existindo no PS uma cela destinada ao alojamento do aparelho de proteção do cabo de interligação de MT.

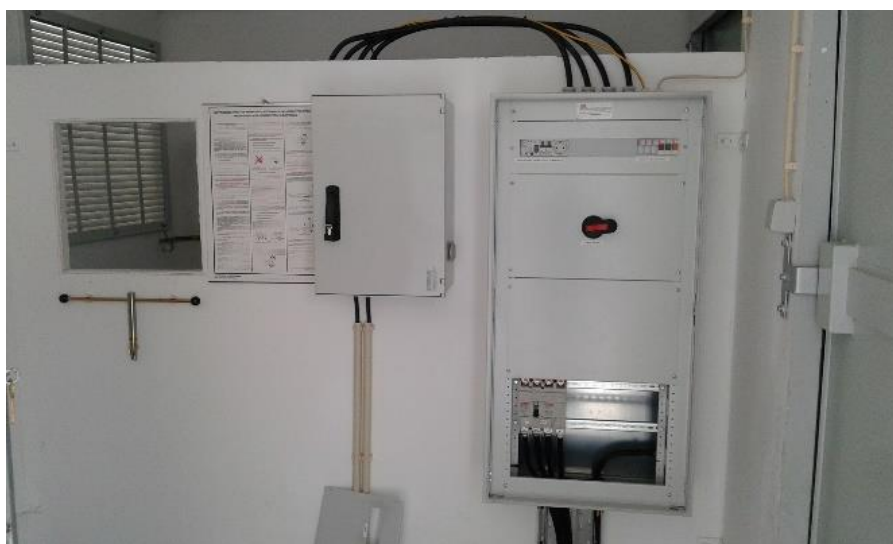


Figura 5.7 – Separação física no PTC, do PS e do transformador de potência.

5.4.1. Tipos de Postos de Transformação do Cliente

Como tipos de postos de transformação de cliente existem os seguintes [48]:

- PT aéreo do tipo AI (PTAI) – aplicado em ligações à rede aérea e de baixa potência instalada, cerca de 160 e 250 kVA;
- PT aéreo do tipo AS (PTAS) – aplicado em ligações à rede aérea e de baixa potência instalada, cerca de 25, 50 e 100 kVA;
- PT Cabine Alta – aplicado na ligação à rede aérea, cuja utilização é maior nas redes rurais e para menores potências instaladas;

- PT Cabine Alta do tipo CA1 – aplicado para potências até 250 kVA, têm vindo a cair em desuso;
- PT Cabine Alta do tipo CA2 – aplicado para potências de 400 a 630 kVA, cuja aplicação é mais generalizada;
- PT Cabine Baixa – aplicado na ligação à rede subterrânea ou mista, cuja componente ambiental, ou a qualidade de serviço é mais exigente. A sua utilização é maior em zonas urbanas e pode acolher um ou mais transformadores de potência. Estes podem estar dependentes de postos de seccionamento, para garantia de fiabilidade de serviço e de alimentação alternativa.

A Figura 5.8 a) apresenta o esquema do princípio de funcionamento do PTAI e a Figura 5.8 b) apresenta o esquema do princípio de funcionamento do PTAS [49] [50].

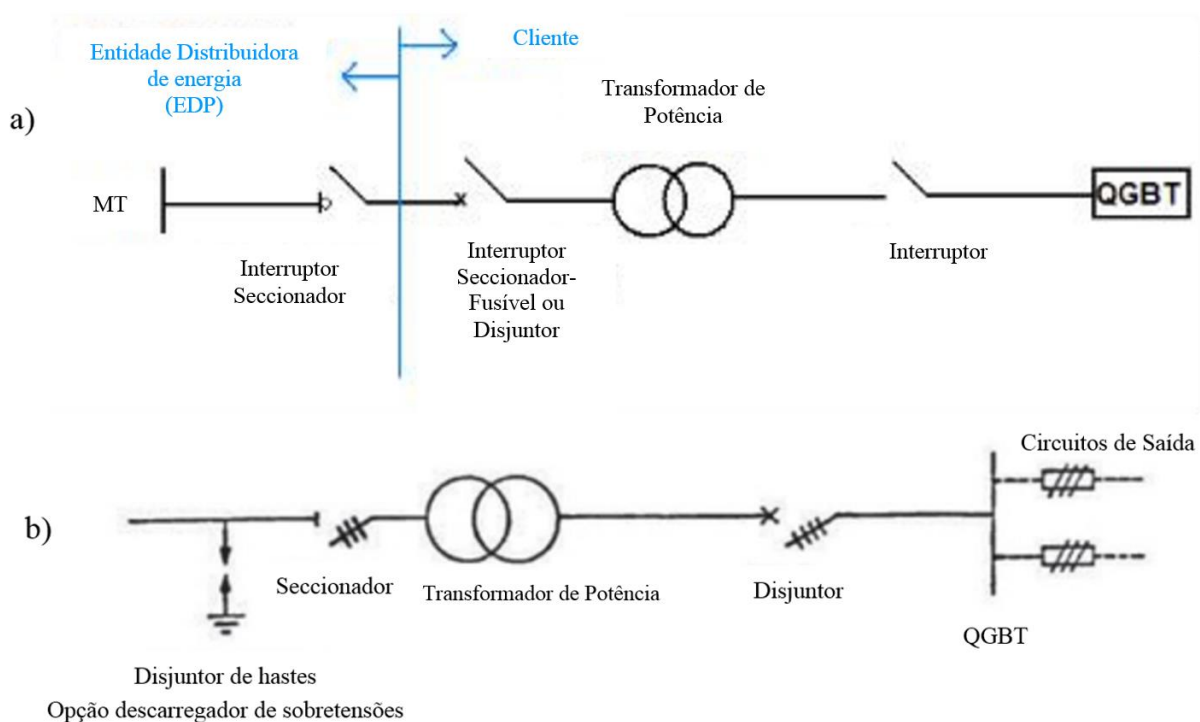


Figura 5.8 – a) Esquema de funcionamento do PTAI, b) esquema de funcionamento do PTAS.

Na ligação de MT, para a potência aparente ≤ 250 kVA a medição e contagem de energia é feita do lado da BT. Na ligação de MT, para a potência aparente > 250 kVA, assim como no caso de existirem dois ou mais transformadores de potência em paralelo, a medição e contagem de energia é feita do lado da MT. Nos casos de potência aparente ≤ 250 kVA deve-se projetar o PTC de Cabine com reserva de espaço, para fazer face a eventuais aumentos de potência acima de 250 kVA, prevendo uma cela de reserva, para a medição e contagem de energia em MT [48].

5.5. Terra de Proteção

A ligação ao eletrodo de terra de proteção (TP) relativa aos postos de transformação aéreos deve ser feita a cabo VV 1G35 mm², com a bainha exterior preta e isolamento verde/amarela. A ligação deve ser feita sem interrupções e será estabelecida entre o terminal de terra inferior do poste de betão do PT e o eletrodo de terra. O valor da resistência da terra de proteção não deverá exceder os 20 Ω (ANEXO A.11).

Todas as partes metálicas fora de tensão devem ser ligadas à terra de proteção, incluindo as partes metálicas do armário do QGBT. As plataformas de manobra, o barramento da terra de proteção do QGBT e a parte fixa do punho de comando do seccionador/interruptor seccionador devem estar ligados à terra de proteção separadamente, com recurso a cabo de cobre nu de 35 mm² de secção. A parte móvel do punho de comando do seccionador/interruptor seccionador ligará à parte fixa, com recurso a trança de cobre estanhado de 16 mm².

Em PTD, PTC e PS todas as extremidades dos cabos subterrâneos têm de ser ligadas à terra de proteção. A ligação das bainhas à terra deve ser feita de acordo com as instruções do fabricante e depende do tipo de cabo. Na ligação ao circuito da terra de proteção utiliza-se a trança de cobre estanhado de 16 mm².

No interior do PT o circuito da terra de proteção é estabelecido em cabo de cobre nu de 16 mm² de secção. Este circuito ligará todas as partes metálicas fora de tensão dos seccionadores, celas e respetivos comandos, transformador de potência (cuba e tampa), porta do PT, redes de vedação das celas, o QGBT e as persianas de ventilação. As partes móveis são ligadas com trança de cobre estanhado de 16 mm².

Para garantir que dentro dos postos de transformação não existem grandes variações de tensão, estes devem estar dotados de uma rede de equipotencialidade, executada em malha quadrada de ferro de 30x10 cm, embebida no pavimento do PT e ligada à terra de proteção [23].

A Figura 5.9 permite visualizar a ligação do eletrodo de terra de proteção ao respetivo barramento, com bainha exterior preta e isolamento verde/amarela, devidamente identificado dentro de um PT de Cabine Baixa (ANEXO A.12).

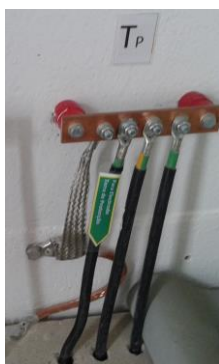


Figura 5.9 – Barramento de terra de proteção (TP).

5.6. Terra de Serviço

Nos postos de transformação que apenas alimentam redes aéreas de BT (RABT), a terra de serviço (TS) será feita nos primeiros postes de cada uma das saídas. Nos postos de transformação que alimentam as redes subterrâneas, no caso do PTAI, a terra de serviço pode ser feita no PT, sendo a ligação ao elétrodo feita a partir do barramento de neutro do QGBT, com cabo VV 1G35 mm², com bainha exterior preta e isolamento azul (ANEXO A.13).

A distância entre os elétrodos da terra de proteção e da terra de serviço deverá ser maior ou igual a 20 m. A resistência global da terra de serviço não deverá exceder os 10 Ω.

Para as RABT, o neutro deve ser ligado à terra de serviço em vários apoios ao longo do seu trajeto na rede de distribuição (pontos individuais da rede, como por exemplo, apoios de derivação, apoios de fim de linha e distâncias inferiores a 300 m, para os condutores principais).

O condutor de neutro nas RABT deve ser ligado sem qualquer interrupção, a cabo LXS 1x70 mm², até à união bimetálica (10 cm acima do solo) e a cabo VV 1G35 mm² com bainha exterior preta e isolamento azul, desde aí até ao elétrodo da terra de serviço [23].

A Figura 5.10 permite visualizar a ligação do elétrodo de terra de serviço ao respetivo barramento, com bainha exterior preta e isolamento azul, devidamente identificado dentro de um PT de Cabine Baixa (ANEXO A.14).



Figura 5.10 – Barramento de terra de serviço (TS).

5.7. Medição e Registo da Resistência de Contacto dos Eléktros de Terra

Através da consulta do Regulamento de Segurança de Redes de Distribuição de Energia Elétrica em Baixa Tensão, Decreto Regulamentar nº 90/84 de Dezembro de 1984 é possível apresentar a definição da resistência de terra, sendo a mesma o valor da resistência elétrica medida entre um eléktrodo de terra e um eléktrodo de terra auxiliar, suficientemente afastados entre si, de forma que ao escoar-se uma corrente pelo eléktrodo de terra, não seja sensivelmente modificado o potencial do eléktrodo de terra auxiliar [12].

A resistência do circuito de terra depende da resistividade do solo envolvente (composição, temperatura, profundidade e teor de sais minerais) e da estrutura do eléktrodo de terra. À medida que a temperatura do solo diminui, a resistividade aumenta e à medida que a profundidade aumenta, a resistividade diminui.

Os eléktros de terra poderão ser de cobre, de aço galvanizado ou de aço revestido de cobre ou outro material apropriado sob a forma de chapas, varetas, tubos, cabos ou fitas [12]. O eléktrodo de terra mais usual de aplicar é uma vareta de cobre enterrado (ou ainda um condutor em serpentina de cobre nu enterrado, ou uma chapa de cobre nu enterrada), em contacto direto com o solo, ou embebido em betão em contacto com o solo, com o objetivo de obter uma boa ligação elétrica com a terra.

Os eléktros de terra deverão ser enterrados em locais tão húmidos quanto possível, de preferência em terra vegetal, fora de zonas de passagem. As chapas, as varetas e os tubos deverão ficar enterrados verticalmente no solo a uma profundidade tal que entre a superfície do solo e a parte superior do eléktrodo haja uma distância, mínima de 0,80 m. No caso de cabos ou fitas a profundidade não deverá ser inferior a 0,60 m [12].

Para diminuir o valor da resistência de terra de um eléktrodo pode-se aumentar o comprimento dos tubos ou das varetas enterradas no solo, aumentar a superfície das chapas ou das fitas em contacto com o solo, enterrar no solo um número de elementos suficientes ligados em paralelo, ou então aumentar a profundidade a que o eléktrodo de terra se encontra enterrado, com o intuito de atingir uma camada de terra mais húmida e melhor condutora, para se atingir o valor desejado da resistência de terra [12].

Em termos práticos deseja-se que a resistividade do solo seja a mais baixa possível. Assim obtém-se baixos valores de medição da resistência de terra. Deste modo é mais fácil escoar as correntes indesejadas nos circuitos das instalações elétricas.

Para fazer as medições da resistência do circuito de terra usa-se o medidor de terras e conforme o método adotado pode ter que se usar ainda mais duas pinças de medida da resistência de terra. Ambos os métodos de medição que se enunciam a seguir aplicam uma tensão ao eléktrodo de terra sob teste e medem a corrente resultante.

Como métodos de medida da resistência de contacto dos elétrodos de terra aplicados em contexto de obras destacam-se os seguintes:

- Método das Estacas ou da Queda de Tensão;
- Método das Pinças ou de Medida sem Estacas.

5.7.1. Método das Estacas ou da Queda de Tensão

A medida da resistência de terra pelo método das estacas ou da queda de tensão implica que se desligue o elétrodo de terra do circuito de terra da instalação. O medidor de terras necessita de três ligações para fazer a medida da resistência de terra, embora os medidores mais precisos usem uma quarta ligação, para eliminar o resultado de medida da resistência dos próprios cabos de ensaio [51].

O medidor de terras injeta através de um amperímetro interno uma corrente alternada na terra, através do elétrodo de terra sob teste (X) e retorna pela estaca de corrente (Z). De seguida, o medidor de terras mede através de um voltímetro interno, a diferença de potencial entre o elétrodo de terra (X) e a estaca de tensão (Y), calculando assim através da lei de Ohm ($\Delta U = R \cdot I \Leftrightarrow R = \Delta U / I$) a resistência de terra (R) entre o elétrodo de terra sob teste (X) e a estaca de tensão (Y) e mostra o seu valor no ecrã [52].

A estaca de tensão e a estaca de corrente devem ser colocadas em linha reta em relação ao elétrodo de terra sob teste, com o intuito de minimizar os erros de medição. A estaca de tensão deve ter um comprimento de cabo inferior, em relação ao comprimento de cabo da estaca de corrente. A distância entre a estaca de tensão e a estaca de corrente deve ser menos de metade do comprimento máximo do elétrodo de terra sob teste, em relação à estaca de corrente [51].

Após obter o primeiro resultado, volta-se a fazer um novo ensaio para confirmar o valor obtido alterando a posição da estaca de tensão, para mais próximo do elétrodo de terra sob teste. Caso o valor não seja correto, ou seja diferente do valor inicial, volta-se a fazer um novo ensaio. Se o valor obtido for idêntico, ou muito próximo do adquirido inicialmente, então assume-se o valor obtido em primeiro lugar, como medida da resistência de contacto do elétrodo de terra.

Este método é de maior fiabilidade em relação ao método das pinças ou de medida sem estacas, por apresentar valores mais corretos do valor real da resistência de terra.

A aplicação deste método implica que o medidor de terras esteja calibrado e a operar dentro da validade de calibração.

A Figura 5.11 apresenta um esquema exemplificativo do funcionamento do método das estacas, com recurso ao medidor de terras.

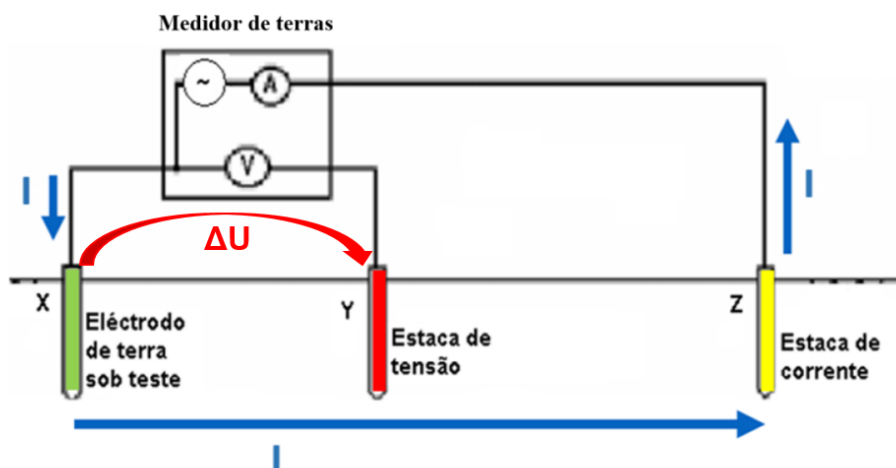


Figura 5.11 – Esquema do funcionamento do método das estacas [51].

A Figura 5.12 apresenta uma medição da resistência de contacto do eléctrodo de terra, com recurso ao método das estacas e com o auxílio do medidor de terras.



Figura 5.12 – Medição da resistência de contacto do eléctrodo de terra.

5.7.2. Método das Pinças ou de Medida sem Estacas

O método das pinças ou de medida sem estacas é mais cómodo, visto que mede a resistência de terra da instalação sem necessidade de desligar o circuito de terra e sem utilizar nenhuma estaca auxiliar de medida. Na aplicação deste método, utiliza-se uma pinça de tensão, que gera uma tensão no condutor de terra com uma frequência de ensaio (aproximadamente 1667 Hz), gerada pelo medidor de terras e utiliza uma segunda pinça (pinça de corrente), para medir a corrente resultante [51].

Estas duas pinças de medida da resistência de terra substituem as estacas correspondentes ao método das estacas, estando as mesmas ligadas ao medidor de terras ao longo de todo o ensaio. Por fim, o medidor de terras calcula através da lei de Ohm ($\Delta U = R \cdot I \Leftrightarrow R = \Delta U / I$) a resistência

de terra (R) e mostra o seu valor no ecrã [52]. Este método não é tão preciso como o método das estacas, por haver alguma imprecisão nos valores obtidos. Caso o valor obtido com o método das pinças seja substancialmente diferente, então nessa situação opta-se em fazer o registo da resistência de contacto dos elétrodos de terra pelo método das estacas, dando prevalência a este método.

Após obter o primeiro resultado, volta-se a fazer um novo ensaio para confirmar o valor obtido alterando a posição de medição das pinças de medida da resistência de terra. Caso o valor não seja correto, ou seja diferente do valor inicial, volta-se a fazer um novo ensaio. Se o valor obtido for idêntico, ou muito próximo do adquirido inicialmente, então assume-se o valor obtido em primeiro lugar, como medida da resistência de contacto do elétrodo de terra.

Deve-se alterar a posição de medição das pinças de medida da resistência de terra, com recurso ao método das pinças, com o objetivo de obter um segundo valor de medição e poder comparar com o primeiro valor de medição, verificando deste modo se os valores estão corretos, caso sejam idênticos.

Uma boa aplicação deste método será em locais onde não é possível utilizar o método das estacas, como em zonas interiores de edifícios ou em postes de eletricidade. A aplicação deste método implica que o medidor de terras e as pinças de medida da resistência de terra estejam calibrados e a operar dentro da validade de calibração.

A Figura 5.13 a) apresenta uma medição da resistência de contacto do elétrodo de terra, com recurso ao método das pinças e a Figura 5.13 b) apresenta uma medição da resistência de contacto do elétrodo de terra, com recurso ao método das estacas, ambas com o auxílio do medidor de terras. As estacas usadas nesta medição encontram-se distantes do medidor de terras (fora do PT) e por esse motivo não estão visíveis na Figura 5.13 b).

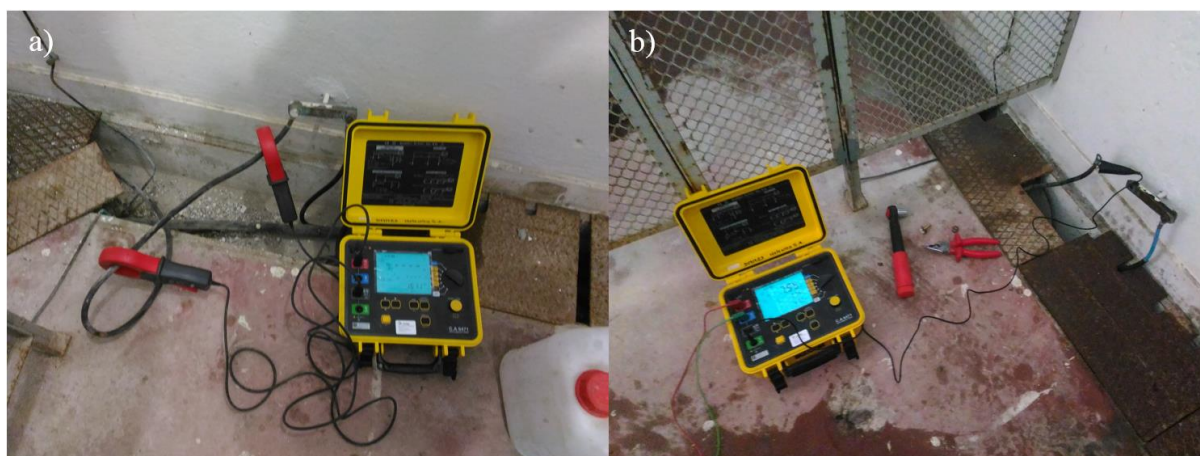


Figura 5.13 – a) Medição da resistência de contacto do elétrodo de terra, com recurso ao método das pinças, b) com recurso ao método das estacas.

6. ACOMPANHAMENTO DE TRABALHOS

6.1. Introdução

Durante o estágio na Helenos, S.A., com o objetivo de fazer um acompanhamento mais próximo desta vertente técnica, houve algum contacto com o pessoal no terreno, em contexto de obras, de cariz mais técnico. Foi uma experiência diferente e que estimulou o autor e a sua aprendizagem e assimilação de todo o conhecimento, adquirido ao longo do tempo constituinte do estágio.

Com o objetivo de consolidar alguma informação teórica foi feito o acompanhamento de alguns trabalhos, durante o tempo útil do estágio, em alguns concelhos de Coimbra, dos quais se salientam os seguintes trabalhos:

6.2. Obra de Aplicação de Si-COAT 570

Unidade Construtiva: 4630 – AOCBR – Área Operacional de Coimbra

Local: 0605 – Coimbra – Figueira da Foz

Empreitada: Aplicação de Si-COAT no PTD FIG 445 e no PTD FIG 453 da Figueira do Foz

Classe de Obra: BT – Posto de Transformação com Interruptor Seccionador

Empreiteiro: REDE – Empresas de Energia, ACE

Cliente: EDP Distribuição, S.A.

Número de Transformadores: 1

Potência Instalada: 400 kVA

Tipo Construtivo: Cabine baixa em edifício próprio

A obra acima indicada teve como intuito proceder à aplicação de Si-COAT 570. A realização do trabalho decorreu ao longo de um dia, com mobilização de um meio de transporte com gerador (GMS), para socorro da rede de BT e respetivo equipamento associado à atividade, assim como cinco meios humanos, incluindo o Responsável de Trabalhos.

O trabalho da aplicação de Si-COAT 570 foi executado através de uma equipa da EDP Distribuição, constituída por dois elementos, que forneceu o material para trabalhar, assim como a respetiva matéria-prima (Si-COAT 570), para aplicação do revestimento desejado nos isoladores do transformador de potência e nos isoladores das celas. A aplicação deste produto decorreu em dois postos de transformação e distribuição, em locais diferentes, sendo eles o PTD N° 445 e o PTD N° 453 no concelho da Figueira da Foz. Cada um dos postos de transformação teve que ser alimentado por um gerador (GMS), com 400 kVA de potência aparente, o qual foi necessário, visto ter que se desligar o respetivo transformador de potência, da linha de alimentação, que assegurava a energia necessária ao funcionamento do respetivo PT.

Procedimento de execução de obra:

Em primeiro lugar tem que se garantir a segurança de todas as pessoas presentes no local de obra e para isso acontecer é necessário cumprir as 5 Regras de Ouro, para os trabalhos fora de tensão (mencionados no capítulo 4 – Trabalhos em Tensão).

Foi preenchida a ficha de riscos associados ao meio envolvente e de seguida foi pedido o Regime Especial de Exploração (REE) à EDP Distribuição, para dar início à realização dos trabalhos.

A execução do presente trabalho inicia-se com a abertura no QGBT (deixar o manípulo de comando do QGBT na posição de OFF) e bloqueio do manípulo de comando do QGBT, com um cadeado, o qual só o Responsável de Trabalhos pode colocar e retirar, depois de se certificar que o deve fazer.

De seguida teve que se abrir os arcos da linha aérea de MT que alimentava o respetivo PTD, abriu-se o interruptor seccionador do PT, para que este fique desligado. Verificou-se a ausência de tensão nos barramentos de fases do lado de MT e confirmou-se o corte visível entre o QGBT e a rede de BT. A seguir com o QGBT desligado, liga-se o gerador (GMS) requisitado aos barramentos de fases e de neutro do lado da BT do QGBT e põe-se o gerador a trabalhar. Este passo do procedimento do trabalho deve ser executado o mais breve possível, com o objetivo de minimizar a interrupção da alimentação do PT, garantindo assim o fornecimento de energia elétrica aos clientes. Deve ser feita uma ligação do gerador à terra de proteção do PT em causa, de modo a obter uma melhor segurança no trabalho. Posteriormente, confirmou-se a ausência de tensão no local de trabalhos, efetuou-se ligações à terra e em curto-circuito a montante e a jusante da zona de trabalhos, protegeu-se contra as peças em tensão e delimitou-se a respetiva zona de trabalhos.

O Si-COAT 570 é um revestimento de isolamento de alta tensão, com denominação científica de polissiloxano (silicone), com vulcanização de temperatura ambiente de componente único, desenvolvido para solucionar problemas de descargas elétricas em isoladores. Este produto apresenta uma fórmula exclusiva e patenteada, que oferece uma superfície altamente repelente à água e com um tempo de vida útil muito extenso. O revestimento do Si-COAT 570 não é afetado por luz ultravioleta, contaminantes químicos, sal, temperaturas extremas ou ambientes corrosivos.

A aplicação do Si-COAT 570 apresenta as seguintes vantagens [53]:

- Maior dissipação da água;
- Aumento de vida útil do equipamento;
- Aumento da proteção da superfície de danos físicos, em caso de formação de arcos elétricos.

O Si-COAT 570 é formulado com quantidades exatas de fluídos e ingredientes não reativos, com silicone de baixo peso molecular e com tamanhos de partículas precisos para desempenho e funcionalidade desejadas. A sua cor padrão é a cinza argila estando outras cores disponíveis, para diferentes tipos de aplicações.

O Si-COAT 570 antes de ser aplicado deve ser mexido numa misturadora, de modo a bater o produto e a torná-lo o mais líquido possível. Este é aplicado de forma simples e suave, com recurso a uma máquina de alta pressão de ar, dispersando o produto através de uma pistola, garantindo uma maior camada de revestimento nos isoladores. Assim, consegue-se obter uma economia de material e melhores características de desempenho, a nível de isolamento elétrico. No fim do procedimento da aplicação de Si-COAT 570, o posto de transformação deve ser arejado, para poder circular o odor que fica após a aplicação do produto [53].

Após a conclusão dos trabalhos de aplicação de Si-COAT 570 pela EDP Distribuição, para reforçar o revestimento nos isoladores do transformador de potência e nos isoladores das celas, retirou-se a delimitação da zona de trabalhos e as proteções contra peças em tensão que estavam na zona de trabalhos. Além disto, confirmou-se que o interruptor seccionador do PT se encontrava aberto e confirmou-se que o QGBT se encontrava desligado e bloqueado. Depois fechou-se o interruptor seccionador do PT e desligou-se o gerador (GMS) do QGBT, assim como a ligação do gerador à terra de proteção do PT em causa e retirou-se as ligações à terra e em curto-circuito a montante e a jusante da zona de trabalhos. A seguir procedeu-se à ligação dos arcos da linha aérea de MT que alimenta o respetivo PTD, retirou-se o cadeado do manípulo do QGBT e fechou-se o QGBT (deixar o manípulo de comando do QGBT na posição de ON). Por último, verificou-se a existência de tensão nos barramentos de fases e de neutro do QGBT, arrumou-se devidamente todo o material e deu-se ordem de fecho do Regime Especial de Exploração (REE) à EDP Distribuição. Após a conclusão do trabalho, o posto de transformação deve ser deixado limpo e com a porta fechada.

A Figura 6.1 a) permite visualizar as celas do PT e a Figura 6.1 b) permite visualizar o transformador de potência, ambos antes da aplicação do Si-COAT 570.

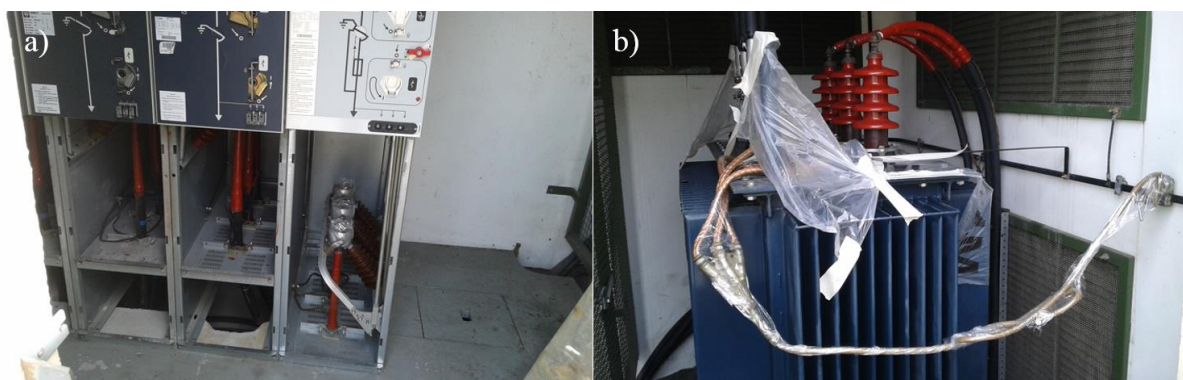


Figura 6.1 – a) Celas, b) transformador de potência antes da aplicação do Si-COAT 570.

A Figura 6.2 a) permite visualizar as celas do PT e a Figura 6.2 b) permite visualizar o transformador de potência, ambos depois da aplicação do Si-COAT 570.



Figura 6.2 – a) Celas, b) transformador de potência depois da aplicação do Si-COAT 570.

A Figura 6.3 a) e a Figura 6.3 b) permitem visualizar a máquina de alta pressão para aplicação do Si-COAT 570 e o respetivo material de trabalho.

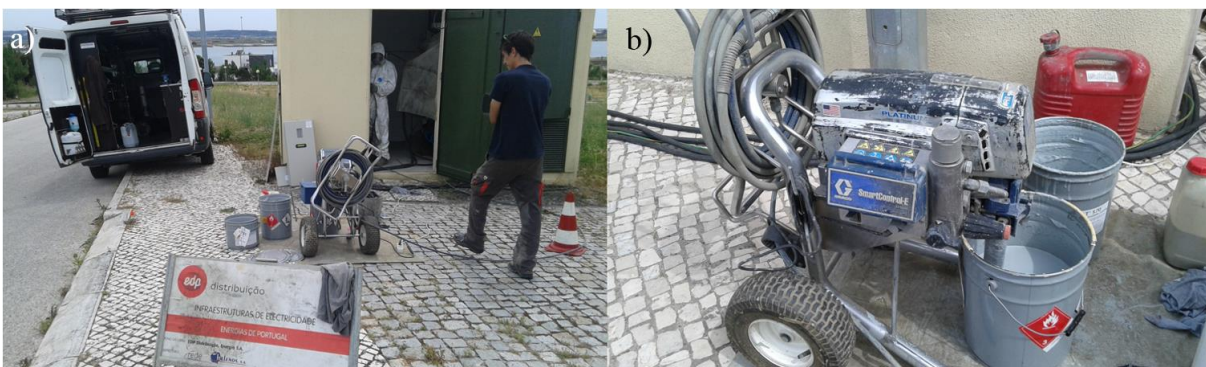


Figura 6.3 – a), b) Máquina de alta pressão para aplicação do Si-COAT 570 e respetivo material de trabalho.

6.3. Obra de Manutenção de Serviço no PTC das Águas da Figueira da Foz – Filtração, limpeza e reutilização do óleo do transformador de potência

Unidade Organizativa: 4630 – AOCBR – Área Operacional de Coimbra

Local: 0605 – Coimbra – Figueira da Foz

Empreitada: Manutenção de Serviço ao PTC das Águas da Figueira S.A.

Classe de Obra: BT – Posto de Transformação com Interruptor Seccionador-Fusível

Empreiteiro: Helenos, S.A.

Cliente: Águas da Figueira S.A.

Número de Transformadores: 1

Potência Instalada: 250 kVA

Tipo Construtivo: Cabine alta

A obra acima indicada teve como intuito reciclar e reutilizar o óleo usado do transformador de potência, com paragem de funcionamento do mesmo, de uma estação de serviço de águas da Figueira da Foz. Este trabalho foi concretizado, com o recurso a equipamentos móveis de tratamento e recuperação de óleos industriais, por parte de uma empresa subcontratada (Purificadora de Óleos Vitória Lavos, Lda), para este efeito e especializada neste tipo de serviço. A realização do trabalho decorreu ao longo de uma tarde, com mobilização de um meio de transporte com gerador (GMS), para os trabalhos em causa e respetivo equipamento associado à atividade, assim como cinco meios humanos, incluindo o Responsável de Trabalhos. O gerador (GMS) requisitado possui uma potência aparente de 250 kVA. Além disto, foi necessária a presença de uma equipa de dois elementos por parte da empresa subcontratada e um meio de transporte onde se insere a respetiva máquina de purificação do óleo do transformador de potência.

Procedimento de execução de obra:

Em primeiro lugar tem que se garantir a segurança de todas as pessoas presentes no local de obra e para isso acontecer é necessário cumprir as 5 Regras de Ouro, para os trabalhos fora de tensão (mencionadas no capítulo 4 – Trabalhos em Tensão).

Foi preenchida a ficha de riscos associados ao meio envolvente e de seguida foi pedido o Regime Especial de Exploração (REE) à EDP Distribuição, para dar início à realização dos trabalhos.

A execução do presente trabalho inicia-se com a abertura no QGBT (deixar o manípulo de comando do QGBT na posição de OFF) e bloqueio na posição de aberto, com recurso a um cadeado, o qual só o Responsável de Trabalhos pode colocar e retirar, depois de se certificar que o deve fazer. De seguida teve que se desligar os arcos da linha aérea de MT, que alimenta a estação de serviço de águas, colocar terras provisórias (fazer ligações à terra e em curto-circuito), abrir o interruptor seccionador-fusível, de modo que este fique na posição de desligado, bloqueando o órgão de comando do interruptor seccionador-fusível com um cadeado, com o objetivo de ninguém mexer irrefletidamente neste, verificar a ausência de

tensão nos barramentos de fases do lado de MT, confirmar o corte visível entre o QGBT e a rede de BT e delimitar a zona de trabalhos onde se intervém. Só o Responsável de Trabalhos pode colocar e retirar o cadeado do órgão de comando do interruptor seccionador-fusível, depois de se certificar que o deve fazer. A seguir o gerador (GMS) requisitado é ligado ao QGBT do respetivo PT, para o poder alimentar. Este passo do procedimento deve ser executado o mais breve possível, com o objetivo de minimizar a interrupção da alimentação do PT, garantindo assim o fornecimento de energia elétrica. Deve ser feita uma ligação do gerador à terra de proteção do PT em causa, de modo a obter uma melhor segurança no trabalho. Posteriormente, confirmou-se a ausência de tensão no local de trabalhos, efetuou-se ligações à terra e em curto-circuito a montante e a jusante da zona de trabalhos, protegeu-se contra as peças em tensão e delimitou-se a respetiva zona de trabalhos.

De seguida deve ser ligada a máquina purificadora ao transformador de potência, na respetiva entrada e na respetiva saída do óleo. A máquina purificadora do óleo é colocada a trabalhar e o óleo começa a circular entre o transformador e a máquina purificadora e entre a máquina purificadora e o transformador, durante todo o processo de purificação, filtração e reutilização do óleo existente no transformador de potência. O procedimento deve ser completamente efetuado, para melhor execução dos trabalhos e minimização de possíveis riscos de quem executa o trabalho, até o óleo estar totalmente purificado. Todo o processo é realizado com o transformador fora de serviço, ou seja, este encontra-se desligado, sem nenhuma ligação à linha aérea de MT, ou ao QGBT, visto este estar com o manípulo de comando na posição de OFF. No fim do procedimento, a máquina purificadora indica no seu painel de instrumentos, se o óleo já se encontra purificado e filtrado. Este procedimento é um pouco demorado e varia de transformador para transformador, em função do volume e quantidade de óleo que o transformador de potência possui.

Com a realização deste trabalho para o cliente, foi possível retirar, filtrar e recuperar a totalidade do óleo existente no transformador, voltando este ao transformador após a sua filtração e limpeza. Foi recolhida uma amostra do óleo existente no transformador, para posterior análise em laboratório credenciado pela empresa subcontratada. A empresa subcontratada deve fazer um relatório da purificação e filtração do óleo do transformador, com o intuito de informar o cliente de todos os parâmetros existentes que o óleo apresenta, para bom funcionamento do transformador de potência. Este relatório deve ser entregue posteriormente ao cliente, neste caso em específico a Águas da Figueira S.A.

A Figura 6.4 a) permite visualizar a entrada e a saída do óleo isolante do transformador de potência e a Figura 6.4 b) permite visualizar o interruptor seccionador-fusível desligado, para salvaguarda da segurança dos trabalhadores e execução da atividade.



Figura 6.4 – a) Entrada e saída do óleo isolante do transformador de potência, b) interruptor seccionador-fusível desligado.

O óleo tratado e existente no transformador é do tipo isolante e tem como função atuar como um dielétrico ou extintor de arco elétrico, permitindo também que o calor gerado no seu interior seja trocado com o meio ambiente. Os óleos tradicionais são de origem mineral, sendo que estes representam um risco grave à saúde, ao meio ambiente e principalmente de incêndio. Deste modo o transformador de potência é mais produtivo, eficiente, seguro e sustentável [54].

Antes de ligar o QGBT realizou-se uma medição e registo da resistência de contacto dos eléctrodos de terra, com recurso ao método das estacas ou da queda de tensão e depois para poder confirmar esses valores realizou-se uma outra medição com recurso ao método das pinças ou de medida sem estacas. Estes métodos já foram enunciados no capítulo 5 – Postos de Transformação.

Para esta situação em específico obteve-se para a terra de serviço uma medição de $7,95 \Omega$, pelo método das estacas, estando esse valor correto, já que se encontra abaixo dos 10Ω exigidos pela EDP. Pelo método das pinças obteve-se para a terra de serviço uma medição de $7,25 \Omega$, o que também está correto, visto que se encontra abaixo dos 10Ω exigidos pela EDP.

No caso da terra de proteção obteve-se uma medição de $6,88 \Omega$, pelo método das estacas, estando este valor correto, já que se encontra abaixo dos 20Ω exigidos pela EDP. Pelo método das pinças obteve-se para a terra de proteção uma medição de $8,2 \Omega$, o que apesar de estar um pouco acima do valor anterior, encontra-se correto, visto que se encontra abaixo dos 20Ω exigidos pela EDP.

Após a execução do trabalho pela empresa subcontratada, para fazer a purificação e filtração ao óleo do transformador de potência, teve que se desligar a máquina purificadora e recolher o respetivo material de ligação ao transformador de potência. Retirou-se a delimitação da zona de trabalhos e as proteções contra as peças em tensão que estavam na zona de trabalhos. Além

disto, confirmou-se que o interruptor seccionador-fusível se encontrava aberto e bloqueado e confirmou-se que o QGBT se encontrava desligado e bloqueado. Depois fechou-se o interruptor seccionador-fusível do PT, com posterior bloqueio do órgão de comando do interruptor seccionador-fusível com um cadeado, ficando este na posição de ligado. De seguida desligou-se o gerador (GMS) do QGBT do respetivo PT, assim como a ligação do gerador à terra de proteção do PT em causa e retirou-se as ligações à terra e em curto-circuito a montante e a jusante da zona de trabalhos. A seguir procedeu-se à ligação dos arcos da linha aérea de MT que alimenta o respetivo PTC, retirou-se o cadeado do manípulo do QGBT e fechou-se o QGBT (deixar o manípulo de comando do QGBT na posição de ON). Por último, verificou-se a existência de tensão nos barramentos de fases e de neutro do QGBT, arrumou-se devidamente todo o material e deu-se ordem de fecho do Regime Especial de Exploração (REE) à EDP Distribuição. Após a conclusão do trabalho, o PTC deve ser deixado limpo e com a porta fechada.

O trabalho finaliza-se com a entrega da instalação elétrica ao cliente, neste caso em específico, a Águas da Figueira S.A.

A Figura 6.5 a) permite visualizar a máquina purificadora do óleo isolante e a Figura 6.5 b) permite visualizar a inserção da máquina purificadora no seu veículo de transporte, assim como o material associado à realização do trabalho.



Figura 6.5 – a) Máquina purificadora do óleo, b) inserção da máquina purificadora no seu veículo de transporte.

A Figura 6.6 a) permite visualizar o valor obtido na medição da resistência de terra de serviço pelo método das pinças e a Figura 6.6 b) permite visualizar a medição da resistência de terra de serviço pelo método das estacas.

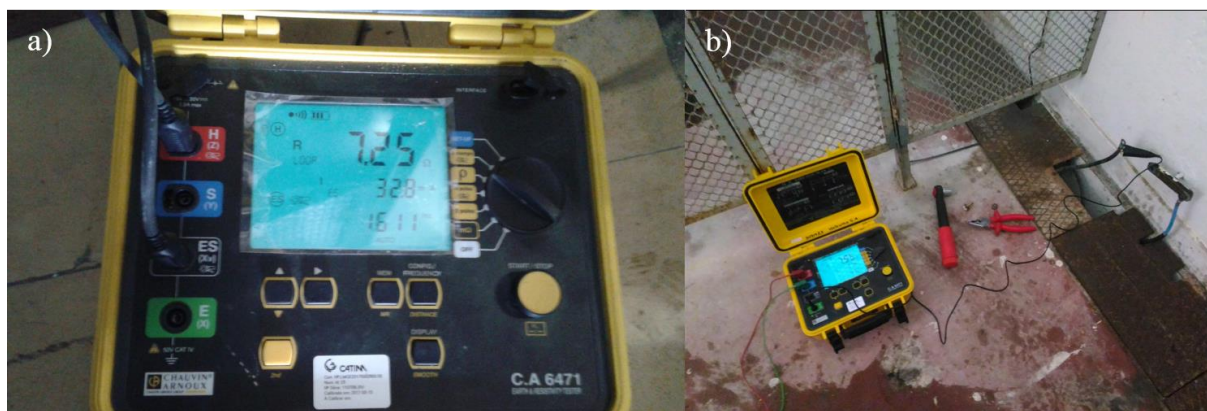


Figura 6.6 – a) Valor obtido da terra de serviço pelo método das pinças, b) medição da resistência de terra de serviço pelo método das estacas.

A Figura 6.7 a) permite observar a ligação dos arcos na linha aérea de MT e a retirada de terras provisórias e a Figura 6.7 b) permite observar o gerador (GMS) em funcionamento, em cima da viatura de transporte.

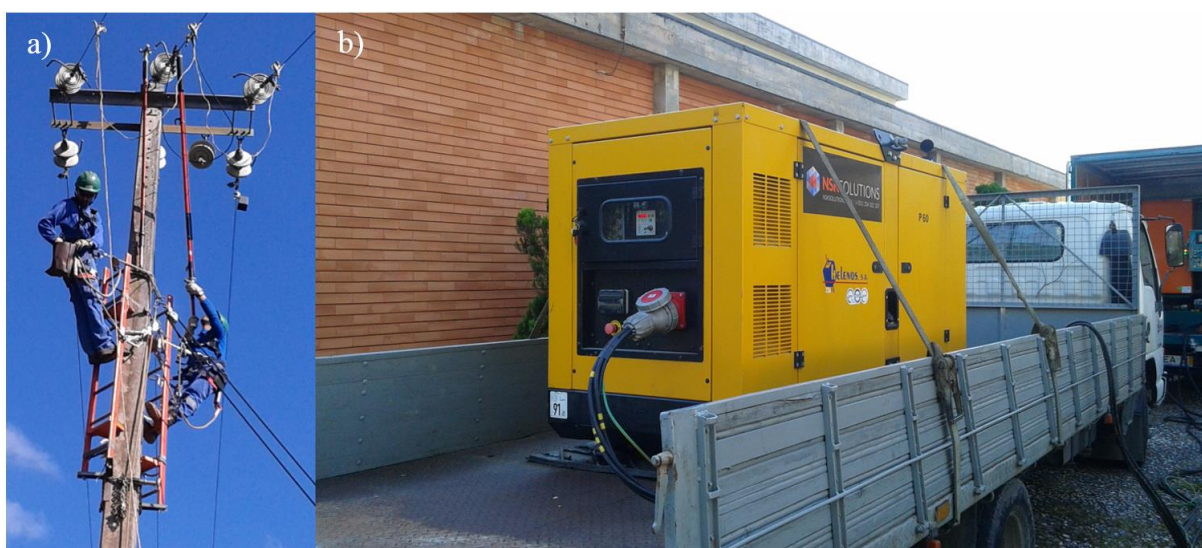


Figura 6.7 – a) Ligação dos arcos na linha aérea de MT, b) gerador em funcionamento.

6.4. Obra de Trabalhos de Limpeza e Conservação em TET do PTD PNL 59 – Penela

Unidade Organizativa: 4630 – AOCBR – Área Operacional de Coimbra

Local: 0614 – Coimbra – Penela

Empreitada: Trabalhos de Limpeza e Conservação de Postos de Transformação TET BT/MT

Classe de Obra: BT – Posto de Transformação com Interruptor Seccionador-Fusível

Empreiteiro: REDE – Empresas de Energia, ACE

Cliente: EDP Distribuição, S.A.

Número de Transformadores: 1

Potência Instalada: 400 kVA

Tipo Construtivo: Cabine alta

A obra acima indicada consiste na limpeza e conservação em TET do PTD PNL 59 (Posto de Transformação e Distribuição N° 59 do concelho de Penela). A realização do trabalho decorreu ao longo de uma manhã durante cerca de 3 horas, aproximadamente, com mobilização de um meio de transporte exclusivo para este tipo de trabalhos e respetivo equipamento associado à atividade, assim como 3 meios humanos, incluindo o Responsável de Trabalhos.

A linha de MT de 15 kV que alimenta este PTD foi colocada em Regime Especial de Exploração (REE) para realização de todo o trabalho, do início ao fim do mesmo. A subestação de alimentação do respetivo PTD é a de Miranda do Corvo.

Modo operativo:

1) Preparação da zona de trabalhos:

Em primeiro lugar foi delimitada a área de intervenção e foi sinalizada a zona de trabalhos, tendo sido depois feita uma análise visual do estado das condições em que se encontrava a porta de acesso às instalações elétricas do PT.

Posteriormente, entrou-se no interior do PT, analisando todas as celas existentes (neste PT só existe a cela do transformador de potência), com especial atenção aos defeitos que possam existir nos aparelhos e cabos de ligação em serviço no PT. Verificou-se se existiam peças metálicas perdidas no interior do PT e retiraram-se as mesmas para o exterior. Foram também verificadas as grades das celas no interior do PT.

Foi preenchida a ficha de riscos associados ao meio envolvente e confirmou-se a existência de luvas isolantes no PT. De seguida foi pedido o Regime Especial de Exploração (REE) à EDP Distribuição, para dar início à realização dos trabalhos.

Através de um aparelho de termovisão (termovisor ou medidor de temperatura laser) fez-se as leituras das temperaturas dos barramentos de MT, do transformador de potência, dos fusíveis, dos ligadores, dos terminais e dos pontos de contacto, as quais foram anotadas.

Foi feita a preparação do material, das ferramentas, dos equipamentos, dos acessórios, dos líquidos de limpeza, da massa neutra, das luvas isolantes e do aparelho de medida da resistência de contacto dos eléctodos de terra (medidor de terras). Depois fez-se o isolamento do QGBT, com recurso a uma manta vinílica de 0,3 mm de espessura, para TET em BT. Na cela do transformador de potência foram também colocados tapetes e estrados isolantes, antes de aspirar a zona de movimentação. Na utilização de escadote isolante é necessário fixá-lo com corda isolante.

2) Início dos trabalhos:

Começou-se por fazer a limpeza das teias de aranha existentes no PT, removendo as teias de aranha de cima para baixo e as poeiras por meio de aspiração, através de um aspirador de potência apropriada, na área de movimentação das pessoas e no chão das respetivas celas do PT. A limpeza do teto, das paredes, do pavimento, assim como dos componentes eléctricos deve ser sempre executada com escovas isolantes e com o soprador, sem tocar nos barramentos em tensão. Para esta situação, foi necessário manter uma distância de tensão superior ou igual a 10 cm, para peças em tensão de MT de 15 kV.

Com as varas isolantes de manobra e um escovilhão inserido nas mesmas, procedeu-se à remoção das teias de aranha e dos resíduos existentes nos barramentos em tensão, da cela do transformador de potência. Esta operação foi efetuada de maneira a não provocar esforços nos barramentos em tensão.

Foram utilizadas escovas apropriadas (escovilhões) nas varas isolantes e embebendo-as em PER-SOL 60E (solvente dieléctrico de limpeza) procedeu-se à lavagem dos barramentos em tensão em cada cela, tendo em conta o máximo cuidado relativamente aos aparelhos de manobra automática. Esta operação também pode ser executada com auxílio de um compressor manual, com pulverização a jato, sendo a mais segura e aconselhada, em relação às escovas.

Foi verificada a temperatura do óleo do transformador de potência, assim como o estado da sílica gel (verificação visual), para que caso estivesse em deterioração, fosse feita a sua substituição, o que nesta situação tal não foi necessário. Foram verificados os apertos mecânicos do transformador de potência, foi verificada a ligação à terra de proteção das portas e do gradeamento de vedação das celas no interior do PT.

3) Limpeza e conservação do QGBT:

Nesta etapa foi retirado o equipamento isolante do QGBT (manta vinílica para TET em BT), a seguir reapertou-se todos os pontos de ligação, removeu-se todas as impurezas existentes no QGBT através de uma vassoura isolante e foi feita aspiração com um aspirador de potência apropriada.

Procedeu-se à soproagem com pistola de sopro, para secagem dos componentes do QGBT. Verificou-se a conservação dos contactos e dos pontos de ligação dos cabos com massa neutra. Foi feita lubrificação das dobradiças e fechaduras das portas existentes no PT.

Anotou-se as anomalias detetadas nas instalações do PT, incluindo o estado da iluminação interior e comunicou-se posteriormente as mesmas à EDP Distribuição. Preencheu-se a ficha de inspeção a postos de transformação da DGEG, anotando todas essas anomalias, assim como as boas condições de funcionamento do PT.

4) Conclusão dos trabalhos:

Os trabalhos terminam quando se faz a medição e registo da resistência de contacto dos eléctrodos de terra. De seguida retirou-se todo o equipamento e as ferramentas necessárias à execução da atividade, limpando-os e arrumando-os cuidadosamente nos locais correspondentes dentro da viatura de transporte de TET em MT/BT para LZT (Limpeza e Conservação de Postos de Transformação). Fez-se uma última inspeção visual ao PT no final do trabalho e fechou-se a porta. Finalmente deu-se ordem de fecho do Regime Especial de Exploração (REE) à EDP Distribuição.

A Figura 6.8 a) permite observar o transformador de potência e o interruptor seccionador-fusível fechado, depois de ser efetuada uma limpeza para conservação do PT e a Figura 6.8 b) permite observar a viatura de transporte de material para TET em MT/BT para LZT.



Figura 6.8 – a) Transformador de potência após a limpeza, b) viatura de transporte de material para TET.

Para a realização deste tipo de trabalhos é necessário a equipa estar dotada de uma viatura de TET para LZT. Nenhum trabalhador pode participar num trabalho em tensão, se não tiver ao seu dispor, na zona de trabalhos, toda a sua documentação profissional (certidão profissional e título de habilitação profissional), assim como os equipamentos homologados previstos nos modos operatórios que terá de aplicar, incluindo os EPI's exigidos para execução do trabalho.

A Figura 6.9 a) permite observar um transformador de potência antes de ser efetuada uma limpeza para conservação do PTD LSA 106 (aqui a visualização de um outro trabalho de limpeza e conservação em TET, de um PT de cabine baixa em edifício próprio na Lousã, com uma potência instalada de 250 kVA) e a Figura 6.9 b) permite observar o mesmo transformador de potência após a limpeza já efetuada.



Figura 6.9 – a) Transformador de potência antes da limpeza, b) transformador de potência depois da limpeza.

6.5. Obra de Manutenção de Serviço no PTC da Central de Águas de Outil

Unidade Organizativa: 4630 – AOCBR – Área Operacional de Coimbra

Local: 0602 – Coimbra – Cantanhede

Empreitada: Substituição do Apoio do PT Aéreo da Central de Águas de Outil

Classe de Obra: BT – Posto de Transformação com Seccionador

Empreiteiro: Helenos, S.A.

Cliente: HelSuntec, S.A.

Número de Transformadores: 1

Potência Instalada: 25 kVA

Tipo Construtivo: Aéreo do tipo AS

A obra acima indicada consiste na substituição do apoio de um PTAS existente na Central de Águas de Outil, existente no concelho de Cantanhede, onde foi possível fazer uma intervenção de manutenção ao PTAS. Nesta obra foi substituído o apoio existente por um novo apoio, com substituição do seccionador tripolar vertical existente por um novo, assim como o QGBT que também teve que ser substituído por um novo. O transformador de potência não precisou de ser substituído, visto este se encontrar ainda em boas condições de funcionamento e não apresentar nenhuma degradação visível no seu exterior.

Para a execução desta obra foi necessário a mobilização de um meio de transporte com gerador (GMS), para socorro da rede de BT e respetivo equipamento associado à atividade, assim como sete meios humanos, incluindo o Responsável de Trabalhos. A realização do trabalho decorreu ao longo de um dia, durante cerca de 8 horas, aproximadamente. Para este trabalho foi necessário recorrer a um gerador (GMS), que possuía uma potência aparente máxima de 60 kVA. A linha de MT de 15 kV que alimenta este PTC foi colocada em Regime Especial de Exploração (REE) para realização de todo o trabalho, do início ao fim do mesmo. Para a realização dos trabalhos foi necessário interromper o fornecimento de energia, com corte de corrente na linha aérea de MT de 15 kV, com intervenção de TET em MT, a qual foi autorizada pelo cliente da EDP. Esta interrupção teve uma duração de cerca de 8 horas. A subestação de alimentação do respetivo PTC é a de Cantanhede.

Procedimento de execução de obra:

Em primeiro lugar tem que se garantir a segurança de todas as pessoas presentes no local de obra e para isso acontecer é necessário cumprir as 5 Regras de Ouro, para os trabalhos fora de tensão (mencionadas no capítulo 4 – Trabalhos em Tensão).

Foi preenchida a ficha de riscos associados ao meio envolvente e de seguida foi pedido o Regime Especial de Exploração (REE) à EDP Distribuição, para dar início à realização dos trabalhos.

A execução do presente trabalho inicia-se com a abertura no QGBT (deixar o manípulo de comando do QGBT na posição de OFF) no respetivo PTAS. Depois o gerador (GMS)

requisitado é ligado à Central de Águas de Outil, para a poder alimentar. Este passo do procedimento do trabalho deve ser executado o mais breve possível, com o objetivo de minimizar a interrupção da alimentação da Central de Águas de Outil, garantindo assim o fornecimento de energia elétrica. Além disto, deve ainda ser feita uma ligação do gerador à terra de proteção do PT, no entanto, nesta situação em específico tal não foi possível, então procedeu-se à execução de terras provisórias, recorrendo a uma estaca.

De seguida teve que se desligar os arcos da linha de MT de 15 kV, que alimenta o PTAS da Central de Águas de Outil, teve que se colocar terras provisórias (fazer ligações à terra e em curto-circuito), teve que se abrir o seccionador da linha aérea de MT de 15 kV, de modo que este fique na posição de desligado, bloqueando o órgão de comando do seccionador com um cadeado, com o objetivo de ninguém mexer irrefletidamente neste. A seguir verificou-se a ausência de tensão nos barramentos de fases do lado de MT e delimitou-se a zona de trabalhos, onde se intervém. Só o Responsável de Trabalhos pode colocar e retirar o cadeado do comando do seccionador, depois de se certificar que o deve fazer.

Posteriormente foi feito o apeamento/retirada de serviço da linha aérea de MT em Alumínio/Aço de 50 mm² de secção, com 333 m de distância entre apoios. Desmontou-se as cadeias de amarração da linha aérea de MT, desmontou-se o seccionador do PTAS, com abertura previamente feita pela EDP Distribuição, em relação à linha de MT de 15 kV, desmontou-se o equipamento elétrico do PTAS, retirou-se o transformador de potência, retirou-se o QGBT, incluindo todo o equipamento no seu interior, retirou-se as respetivas ligações ao transformador de potência e retirou-se a terra de proteção. A seguir desmontou-se o maciço de betão, com um volume aproximado de intervenção de cerca de 6 m³ e só depois se desmontou o apoio de betão do tipo TP4 de 14 m de altura. Depois fez-se a regularização da cova, para colocação do apoio de betão, com uma profundidade de cerca de 1,9 m. A profundidade do apoio é obtida através da expressão (6.1) [12] [22].

$$h_e = H / 10 + 0,5 \text{ para } 8m \leq H \leq 15m \quad (6.1)$$

Legenda:

h_e: profundidade mínima de enterramento do apoio;

H: altura total do apoio.

A seguir montou-se o apoio de betão novo do tipo TP4 de 14 m de altura, já com o seccionador tripolar vertical exterior de 17,5 kV/400 A de corte em vazio, substituído e devidamente montado no apoio em causa. De seguida procedeu-se ao enterramento e interligação do elétrodo de terra de proteção e fez-se depois a execução do maciço de betão. Foram colocadas 3 cadeias de amarração de MT e fez-se a regulação da linha aérea em Alumínio/Aço de 50 mm² de secção, com 333 m de distância entre apoios. Posteriormente montou-se o transformador de potência no apoio de betão, com este já colocado na cova, através de uma grua de elevação e fez-se a ligação do transformador de potência, ao seccionador tripolar vertical exterior.

A Figura 6.10 a) permite visualizar a montagem de um apoio de betão do tipo TP4 de 14 m de altura, a Figura 6.10 b) e a Figura 6.10 c) permitem mostrar a montagem do transformador de potência com auxílio de uma grua de elevação e de dois meios humanos.

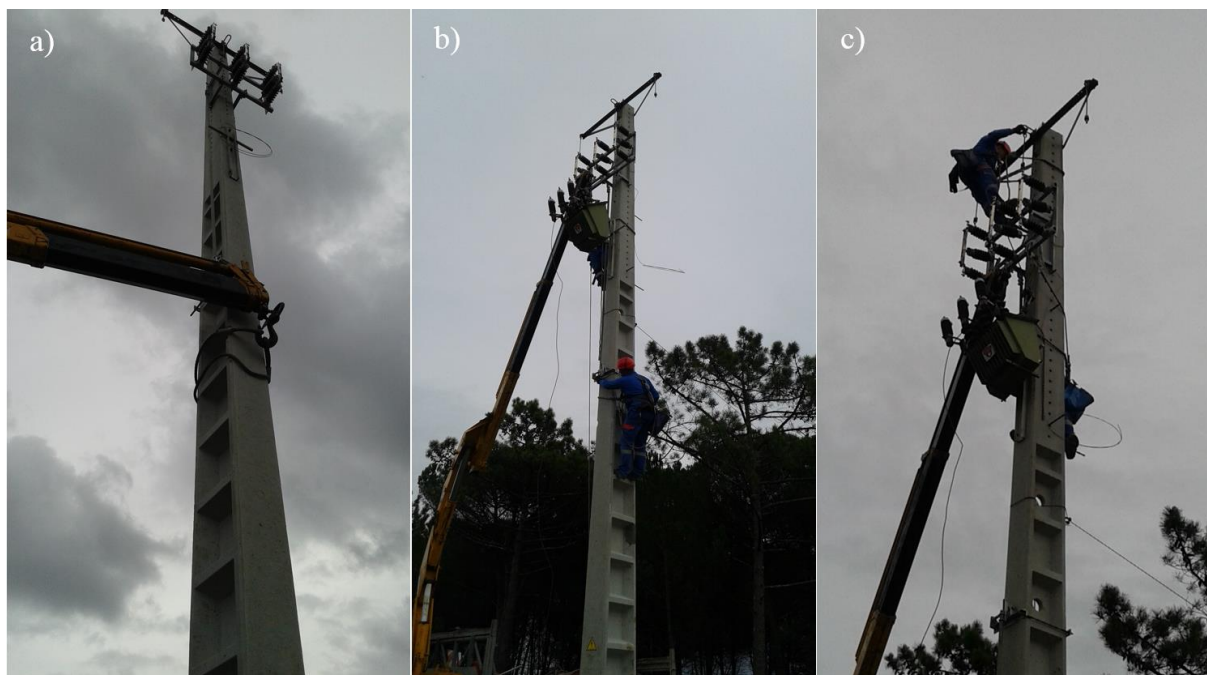


Figura 6.10 – a) Montagem de um apoio de betão, b), c) montagem do transformador de potência.

Após este passo do procedimento de execução, apurou-se o apoio de betão (confirma-se se o apoio de betão está verticalmente bem colocado, ou se está fora do eixo/prumo), fez-se a montagem do QGBT no apoio de betão, devidamente equipado no seu interior e fez-se a ligação do transformador de potência ao QGBT e respetivos equipamentos elétricos, através de tubos em PVC, os quais ficaram presos por colocação de fita *band-it* em aço inox. Procedeu-se às restantes ligações elétricas inerentes à atividade e fez-se a ligação da instalação elétrica, ao eletrodo de terra de proteção.

Nesta fase do procedimento de execução montou-se duas plataformas de manobra, sobre o maciço do apoio de betão, um pouco acima do nível do solo. Depois tapou-se os furos e aplicou-se a sinalização de aviso na porta do QGBT de “Perigo de Morte”.

No fim dos trabalhos, fechou-se o seccionador tripolar vertical exterior da linha aérea de MT de 15 kV, com posterior bloqueio do órgão de comando do seccionador com um cadeado, ficando este na posição de ligado. De seguida teve que se desligar o gerador (GMS) da Central de Águas de Outil, assim como a ligação do gerador às terras provisórias executadas através de uma estaca. Retirou-se as terras provisórias da linha de MT de 15 kV (desligar as ligações feitas à terra e em curto-circuito). A seguir procedeu-se à ligação dos arcos da linha de MT, que alimenta o PTAS da Central de Águas de Outil e só no fim fechou-se o QGBT (deixar o

manípulo de comando do QGBT na posição de ON). Por último, verificou-se a existência de tensão nos barramentos de fases e de neutro do QGBT, fez-se a medição de cargas e verificou-se o sentido de rotação das fases usando como aparelho, um sequenciador de fases. Arrumou-se devidamente todo o material e deu-se ordem de fecho do Regime Especial de Exploração (REE) à EDP Distribuição.

Regularizou-se e repôs-se o terreno com a envolvente. Fez-se a limpeza do local de intervenção, recolha, acondicionamento, transporte e armazenamento de todos os resíduos resultantes da atividade. Carregou-se o gerador (GMS) para a viatura de transporte, assim como os materiais desmontados da rede reutilizáveis, ou com possibilidade de reparação, sobrantes no local de obra, para armazém da Helenos, S.A. Preencheu-se os documentos de transporte dos resíduos (guias de acompanhamento de resíduos).

O trabalho finaliza-se com a entrega da instalação elétrica ao cliente, neste caso em específico, a HelSunTec, S.A.

A Figura 6.11 a) permite visualizar a execução do maciço de betão, aqui ainda com o eletrodo de terra de proteção à vista, a Figura 6.11 b) permite visualizar a colocação do QGBT e a Figura 6.11 c) permite visualizar o transformador de potência já colocado no apoio de betão.

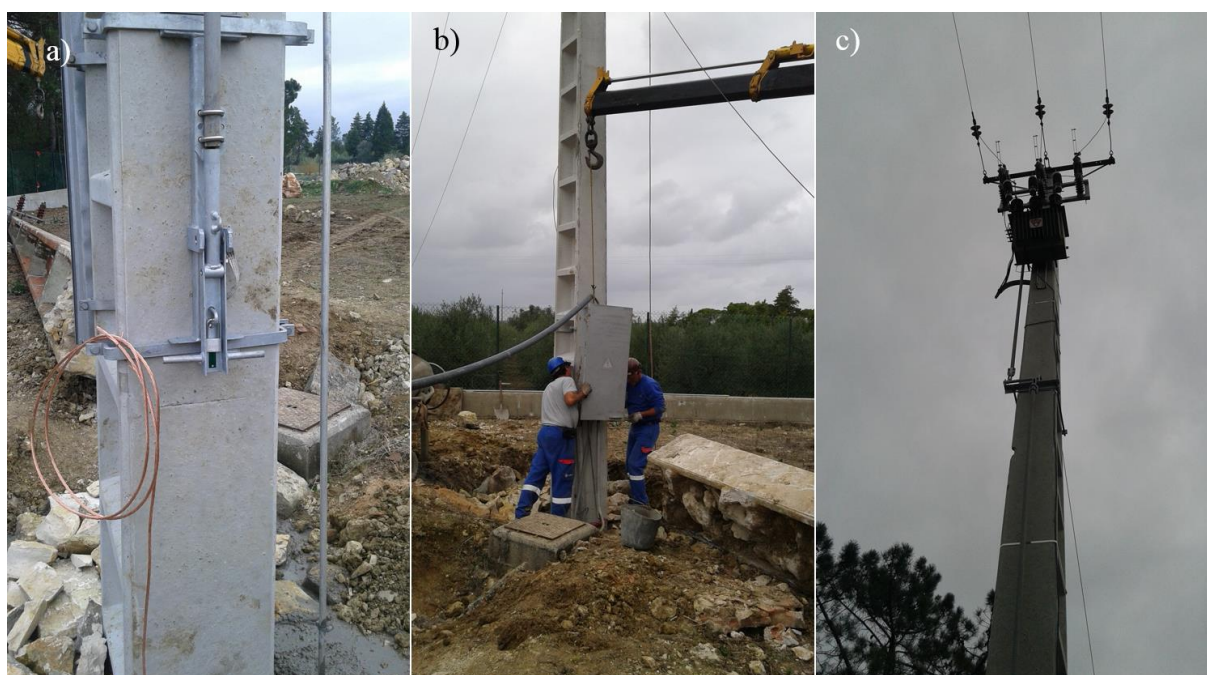


Figura 6.11 – a) Execução do maciço de betão, b) colocação do QGBT, c) transformador de potência colocado no apoio de betão.

6.6. Obra de Manutenção de Serviço no PTD CBR 014 de Coimbra no Parque de Santa Cruz

Unidade Organizativa: 4630 – AOCBR – Área Operacional de Coimbra

Local: 0603 – Coimbra – Coimbra

Empreitada: Manutenção de Serviço no PTD CBR 014 no Parque de Santa Cruz

Classe de Obra: BT – Posto de Transformação com Interruptor Seccionador-Fusível

Empreiteiro: REDE – Empresas de Energia, ACE

Cliente: EDP Distribuição, S.A.

Número de Transformadores: 1

Potência Instalada: 400 kVA

Tipo Construtivo: Cabine baixa em edifício próprio

A obra acima indicada consiste na substituição do interruptor seccionador-fusível, que se encontrava com avaria, na limpeza das celas, na substituição de vidros partidos e na montagem de uma caixa terminal monopolar termo retrátil para cabo seco, para montagem interior no PTD CBR 014 (Posto de Transformação e Distribuição N° 14 do concelho de Coimbra).

Para a execução desta obra foi necessário a mobilização de um meio de transporte com gerador (GMS), para socorro da rede de BT e respetivo equipamento associado à atividade, assim como 3 meios humanos, incluindo o Responsável de Trabalhos. A realização do trabalho decorreu ao longo de um dia, durante cerca de 7 horas, aproximadamente. O gerador possuía uma potência aparente máxima de 400 kVA. Para a realização dos trabalhos foi necessário interromper o fornecimento de energia, com corte de corrente no QGBT do presente PTD. Esta interrupção teve uma duração de cerca de 7 horas. O fornecimento de energia elétrica foi assegurado pela ligação do gerador (GMS) ao QGBT, assegurando desta maneira que os clientes não ficassem sem energia elétrica, durante o decorrer dos trabalhos de manutenção de serviço ao PT.

Procedimento de execução de obra:

Em primeiro lugar tem que se garantir a segurança de todas as pessoas presentes no local de obra e para isso acontecer é necessário cumprir as 5 Regras de Ouro, para os trabalhos fora de tensão (mencionadas no capítulo 4 – Trabalhos em Tensão). Além disto, foi preenchida a ficha de riscos associados ao meio envolvente.

A execução do presente trabalho inicia-se com a abertura e posterior bloqueio, com cadeado no manípulo de comando do interruptor seccionador-fusível, para o lado do PTD CBR 014 no Parque de Santa Cruz. A seguir abriu-se no QGBT (deixar o manípulo de comando do QGBT na posição de OFF) e bloqueou-se na posição de aberto, com recurso a outro cadeado, o qual só o Responsável de Trabalhos pode colocar e retirar, depois de se certificar que o deve fazer. Depois o gerador (GMS) requisitado é ligado ao QGBT do PTD CBR 014, para o poder alimentar. Este passo do procedimento do trabalho deve ser executado o mais breve possível, com o objetivo de minimizar a interrupção da alimentação do PT. Além disto, fez-se ainda uma ligação do gerador à terra de proteção do PT. Posteriormente, fez-se a passagem da cela do

transformador de potência para o modo manual/manutenção (1), no QGBT do respectivo PTD. Efetuou-se ligações à terra e em curto-circuito nos cabos de BT a jusante do transformador de potência. A seguir confirmou-se a ausência de tensão no local de trabalhos e nos barramentos de fases do lado de MT. Efetuou-se ligações à terra e em curto-circuito a montante e a jusante da zona de trabalhos, protegeu-se contra as peças em tensão e delimitou-se a respectiva zona de trabalhos.

A Figura 6.12 a) permite observar o interruptor seccionador-fusível existente com danos de sobreaquecimento, a Figura 6.12 b) permite observar a colocação e fixação do novo interruptor seccionador-fusível na parede com auxílio de uma corda e a Figura 6.12 c) permite observar o interruptor seccionador-fusível já colocado e fixo, com os barramentos de MT inseridos e ligados ao transformador de potência do PT.

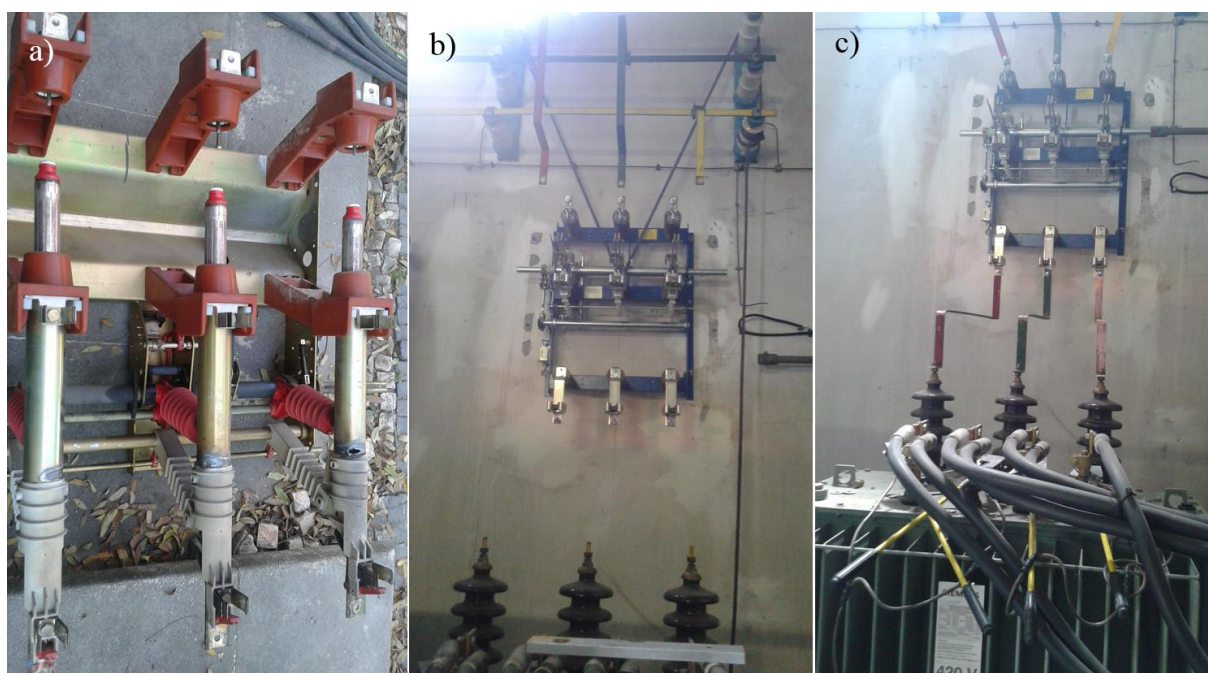


Figura 6.12 – a) Interruptor seccionador-fusível existente, b) colocação do novo interruptor seccionador-fusível na parede, c) barramentos ligados ao transformador de potência.

Procedeu-se à substituição das lâmpadas incandescentes existentes no PT, por lâmpadas fluorescentes de 220/240 V, 36 W de arranque rápido com cor clara. De seguida retirou-se os 3 fusíveis HH cilíndricos de MT do interruptor seccionador-fusível, desmontou-se o interruptor seccionador-fusível existente no PT de cabine baixa, desligou-se a terra de proteção do interruptor seccionador-fusível, desmontou-se as ferragens de fixação da aparelhagem (chumbadouros) e desmontou-se o comando mecânico à distância e respetivos acessórios de fixação e de suporte. A seguir montou-se o novo interruptor seccionador-fusível, o punho de comando, os barramentos de ligação do transformador de potência até ao interruptor seccionador-fusível e o comando mecânico à distância em tubo de ferro galvanizado. Depois colocou-se os 3 fusíveis HH cilíndricos de MT no interruptor seccionador-fusível, ligou-se o

circuito de terra de proteção ao interruptor seccionador-fusível e fez-se uma afinação e adaptação do interruptor seccionador-fusível e do respetivo comando mecânico.

Posteriormente desmontou-se 6 vidros partidos existentes numa janela e limpou-se o caixilho. Montou-se de seguida 6 vidros novos cortados à medida precisa, colocados com mastique apropriado e limpou-se as superfícies a tratar.

De seguida procedeu-se à limpeza dos isoladores de travessia no interior da cabine, isoladores de apoio de barramento, paredes, placa e persianas de ventilação, celas de seccionamento, cela de transformação, cela de proteção, seccionadores das celas, interruptor seccionador-fusível, descarregadores de sobretensão, equipamento de MT, QGBT, barramentos de MT, tudo com produtos desengordurantes adequados e também com recurso ao PER-SOL E60. Além disto, limpou-se ainda o transformador de potência, as portas do PT, a sujidade e as poeiras no pavimento e ainda o acesso ao PT. Depois lubrificou-se o equipamento de MT, os manípulos de comando dos seccionadores, as portas, as vedações, o interruptor seccionador-fusível e o respetivo comando.

No âmbito dos cabos subterrâneos de MT procedeu-se à substituição de 3 caixas terminais monoplares termo retráteis para cabos secos, para montagem interior. No seguimento desta tarefa desligou-se os cabos secos e fez-se o corte dos cabos junto à extremidade das caixas terminais. Preparou-se a extremidade dos cabos segundo as especificações do fabricante das caixas terminais, procedeu-se à cravação de terminais utilizando ferramentas adequadas e fez-se a execução das 3 caixas terminais. A seguir fixou-se os cabos à parede, fixou-se os cabos e as caixas à ferragem de suporte, ligou-se a bainha metálica dos cabos secos à terra de proteção da ferragem e colocou-se todos os acessórios necessários à execução e fixação das caixas terminais.

Após a conclusão dos trabalhos, retirou-se a delimitação da zona de trabalhos e as proteções contra peças em tensão que estavam na zona de trabalhos. Além disto, retirou-se as ligações à terra e em curto-circuito nos cabos de BT a jusante do transformador de potência. Desligou-se o gerador (GMS) do QGBT do PTD CBR 014 e desligou-se o gerador da terra de proteção do PT. De seguida fez-se a passagem da cela do transformador de potência para o modo automático (2), no QGBT do respetivo PTD. Após este passo do procedimento, fechou-se o QGBT (deixar o manípulo de comando do QGBT na posição de ON). Por último, verificou-se a existência de tensão nos barramentos de fases e de neutro do QGBT e arrumou-se devidamente todo o material. Fez-se a limpeza do local de intervenção, recolha, acondicionamento, transporte e armazenamento de todos os resíduos resultantes da atividade. Preencheu-se os documentos de transporte dos resíduos (guias de acompanhamento de resíduos).

O trabalho finaliza-se com a entrega da instalação elétrica à EDP Distribuição.

A Figura 6.13 a) permite visualizar os cabos secos com as caixas terminais existentes, a Figura 6.13 b) permite visualizar as caixas terminais novas já executadas em cabos secos e a Figura 6.13 c) permite visualizar as caixas terminais novas colocadas e fixas às ferragens de suporte na parede do PT.

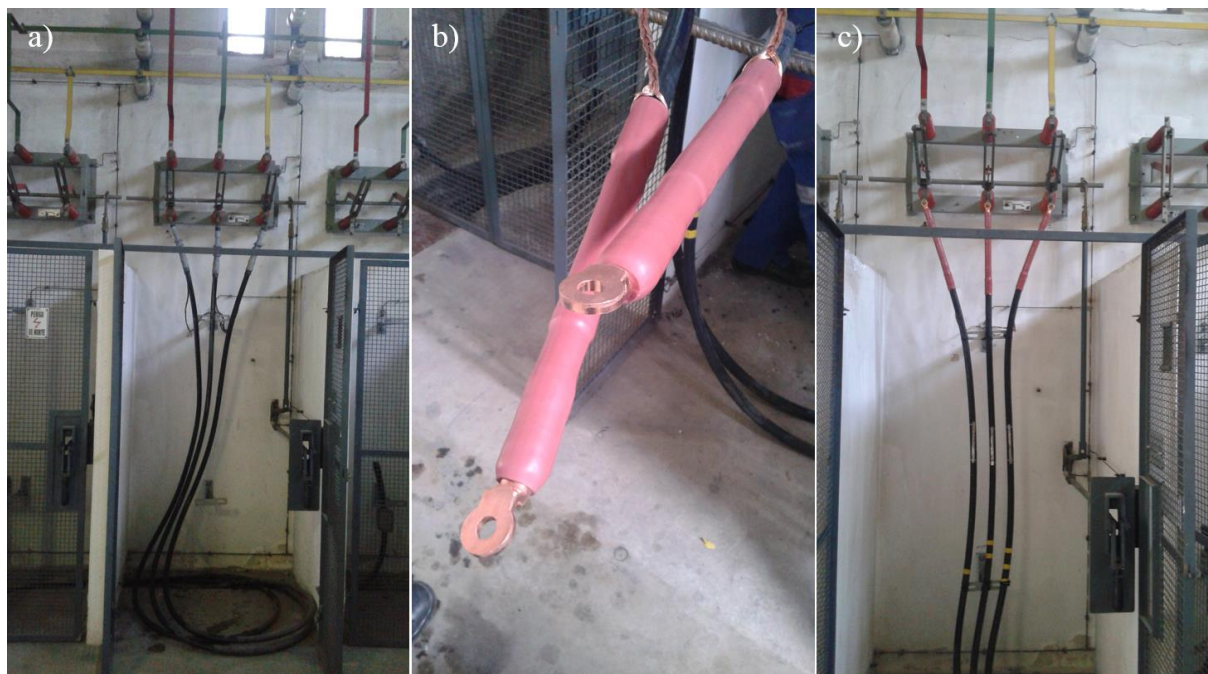


Figura 6.13 – a) Caixas terminais existentes, b) caixas terminais novas, c) caixas terminais novas fixas ao suporte na parede.

A Figura 6.14 a) permite observar os fusíveis HH de MT e de alta capacidade de rutura, que são utilizados no interruptor seccionador-fusível, para proteção do transformador de potência e a Figura 6.14 b) permite observar o gerador (GMS) em local de obra.



Figura 6.14 – a) Fusíveis HH utilizados, b) gerador em local de obra.

6.7. Obra de Aumento de Potência no PTD FIG 228 – Figueira da Foz – Ervedinho

Unidade Organizativa: 4630 – AOCBR – Área Operacional de Coimbra

Local: 0605 – Coimbra – Figueira da Foz

Empreitada: Aumento de Potência do PTD FIG 228 no Ervedinho

Classe de Obra: BT – Posto de Transformação com Interruptor Seccionador

Empreiteiro: REDE – Empresas de Energia, ACE

Cliente: EDP Distribuição, S.A.

Número de Transformadores: 1

Potência Instalada: 250 kVA

Tipo Construtivo: Aéreo do tipo AI

A obra acima indicada consiste no aumento de potência do transformador de potência do PTD FIG 228 (Posto de Transformação e Distribuição N° 228 do concelho da Figueira da Foz), onde foi possível fazer uma intervenção de manutenção ao respetivo PT. Foi substituído o PTAS de 100 kVA existente no local, por um PTAI de 250 kVA de potência aparente.

Para a execução desta obra foi necessário a mobilização de um meio de transporte com gerador (GMS), para socorro da rede de BT e respetivo equipamento associado à atividade, assim como 6 meios humanos, incluindo o Responsável de Trabalhos. A realização do trabalho decorreu ao longo de um dia, durante cerca de 9 horas, aproximadamente. O gerador possuía uma potência aparente máxima de 160 kVA. A linha aérea de MT de 15 kV que alimenta este PTD foi colocada em Regime Especial de Exploração (REE) para realização de todo o trabalho, do início ao fim do mesmo. Para a realização dos trabalhos foi necessário interromper o fornecimento de energia, com corte de corrente no QGBT do presente PTD. Esta interrupção teve uma duração de cerca de 9 horas. O fornecimento de energia elétrica foi assegurado pela ligação do gerador (GMS) ao QGBT, assegurando desta maneira que os clientes não ficassem sem energia elétrica, durante o decorrer dos trabalhos de manutenção de serviço ao PT.

Procedimento de execução de obra:

Em primeiro lugar tem que se garantir a segurança de todas as pessoas presentes no local de obra e para isso acontecer é necessário cumprir as 5 Regras de Ouro, para os trabalhos fora de tensão (mencionadas no capítulo 4 – Trabalhos em Tensão).

Foi preenchida a ficha de riscos associados ao meio envolvente e de seguida foi pedido o Regime Especial de Exploração (REE) à EDP Distribuição, para dar início à realização dos trabalhos.

A execução do presente trabalho inicia-se com a abertura no QGBT (deixar o manípulo de comando do QGBT na posição de OFF) e bloqueio na posição de aberto, com recurso a um cadeado, o qual só o Responsável de Trabalhos pode colocar e retirar, depois de se certificar que o deve fazer. A seguir abriu-se os arcos da linha aérea de MT, que alimenta este PT, colocou-se terras provisórias (fazer ligações à terra e em curto-circuito), abriu-se e bloqueou-se

posteriormente, com cadeado o manípulo de comando do interruptor seccionador do PTD FIG 228. De seguida confirmou-se o corte visível entre o QGBT e a rede de BT. A seguir o gerador (GMS) requisitado é ligado ao QGBT do PTD FIG 228, para o poder alimentar. Este passo do procedimento do trabalho deve ser executado o mais breve possível, com o objetivo de minimizar a interrupção da alimentação do PT, garantindo assim o fornecimento de energia elétrica. Além disto, para fazer a ligação do gerador à terra de proteção, procedeu-se à execução de terras provisórias, recorrendo a uma estaca. Posteriormente, confirmou-se a ausência de tensão no local de trabalhos, efetuou-se ligações à terra e em curto-circuito a montante e a jusante da zona de trabalhos, protegeu-se contra as peças em tensão e delimitou-se a respetiva zona de trabalhos.

A Figura 6.15 a) permite visualizar os executantes a ligar o transformador de potência ao QGBT e a fazer as respetivas ligações inerentes à atividade, a Figura 6.15 b) permite visualizar o executante a fazer ligações no QGBT e a cravar terminais bimetálicos e a Figura 6.15 c) permite observar um terminal bimetálico, para fazer ligações elétricas.



Figura 6.15 – a) Ligações do transformador de potência ao QGBT, b) ligações no QGBT, c) terminal bimetálico.

De seguida desligou-se os condutores de MT dos bornes do interruptor seccionador, do transformador e dos descarregadores de sobretensão, desligou-se os cabos de BT da ligação do transformador de potência ao QGBT e desligou-se as saídas de BT do QGBT. A seguir fez-se a desmontagem do transformador de potência, das ferragens em suspensão, dos descarregadores de sobretensão, incluindo as ligações à linha de MT, do circuito de terra de proteção, da ligação do transformador de potência ao QGBT, do QGBT, das abraçadeiras de fixação ao apoio, incluindo tubos de proteção mecânica e condutores das saídas de BT. Após este passo do

procedimento de execução, procedeu-se à execução do maciço para assentamento do QGBT. De seguida fez-se a montagem do interruptor seccionador com respetivo comando mecânico, da ligação dos condutores de MT ao interruptor seccionador, do transformador de potência, da respetiva ferragem de apoio do transformador de potência, do QGBT, dos contadores no novo QGBT, da ligação do transformador de potência ao QGBT em condutores isolados em feixe do tipo torçada LXS 4x95 mm², dos descarregadores de sobretensão, da chapa de identificação do PT, dos fusíveis de BT e do cadeado de segurança. Depois foram feitas as ligações das saídas de BT após a mudança do QGBT, assim como as ligações à terra de proteção da ferragem do interruptor seccionador, da cuba e tampa do transformador de potência, da ferragem de suspensão do transformador de potência, dos descarregadores de sobretensão, do QGBT e dos acessórios de fixação. Foi feita a regularização do circuito de terra de proteção do PT, afinou-se o interruptor seccionador e o respetivo comando mecânico.

A Figura 6.16 a) permite visualizar o interior do QGBT, com todo o seu equipamento já montado, manípulo de comando, barramentos, triblocos seccionáveis de corte em carga de BT, relógio astronómico, condutores de interligação da aparelhagem, relé de telecomando, terminais bimetálicos e acessórios de fixação, a Figura 6.16 b) permite visualizar a colocação das ferragens de aperto dos tubos de proteção mecânica no apoio e a Figura 6.16 c) permite visualizar o QGBT já devidamente colocado e com plataforma de manobra já montada.

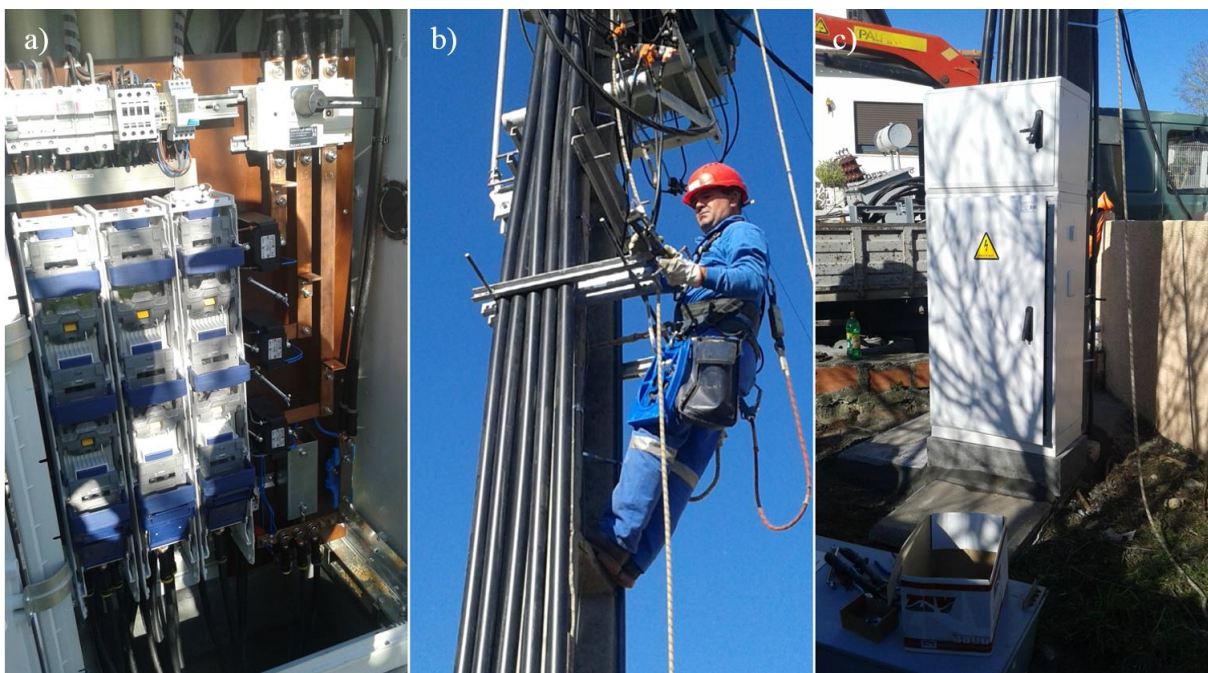


Figura 6.16 – a) Interior do QGBT, b) colocação das ferragens de aperto dos tubos de proteção mecânica, c) QGBT devidamente colocado.

A seguir fez-se a montagem do relógio astronómico, do relé de telecomando, dos acessórios de fixação e do condutor para interligação da aparelhagem. Posteriormente, fez-se as ligações elétricas inerentes à atividade, fez-se a execução da base de assentamento, para sustentação de uma plataforma de manobra e montou-se a plataforma de manobra. Ligou-se o terminal da plataforma de manobra ao terminal da terra de proteção, colocado na parte inferior do apoio e fez-se a regularização do terreno com a envolvente e limpeza do local após o trabalho.

Após a conclusão dos trabalhos, retirou-se a delimitação da zona de trabalhos e as proteções contra peças em tensão que estavam na zona de trabalhos. Além disto, confirmou-se que o interruptor seccionador se encontrava aberto e bloqueado e confirmou-se que o QGBT se encontrava desligado e bloqueado. Depois fechou-se o interruptor seccionador da linha aérea de MT de 15 kV, com posterior bloqueio do órgão de comando do interruptor seccionador com um cadeado, ficando este na posição de ligado. De seguida desligou-se o gerador (GMS) do QGBT do PTD FIG 228, assim como a ligação do gerador às terras provisórias executadas através de uma estaca. Retirou-se as terras provisórias da linha de MT (desligar as ligações feitas à terra e em curto-circuito). A seguir procedeu-se à ligação dos arcos da linha de MT, que alimenta o PTD FIG 228 e só no fim fechou-se o QGBT (deixar o manípulo de comando do QGBT na posição de ON). Por último, verificou-se a existência de tensão nos barramentos de fases e de neutro do QGBT, arrumou-se devidamente todo o material e deu-se ordem de fecho do Regime Especial de Exploração (REE) à EDP Distribuição.

Regularizou-se e repôs-se o terreno com a envolvente. Fez-se a limpeza do local de intervenção, recolha, acondicionamento, transporte e armazenamento de todos os resíduos resultantes da atividade. Carregou-se o gerador (GMS) para a viatura de transporte, assim como os materiais desmontados da rede reutilizáveis, ou com possibilidade de reparação, sobrantes no local de obra, para armazém da Helenos, S.A. Preencheu-se os documentos de transporte dos resíduos (guias de acompanhamento de resíduos).

O trabalho finaliza-se com a entrega da instalação elétrica à EDP Distribuição.

A Figura 6.17 permite observar o veículo de transporte com os materiais desmontados da rede.



Figura 6.17 – Veículo de transporte com os materiais desmontados da rede.

6.8. Obra de Manutenção de Serviço no PTD FIG 408 – Substituição do QGBT – Lagoa da Vela

Unidade Organizativa: 4630 – AOCBR – Área Operacional de Coimbra

Local: 0605 – Coimbra – Figueira da Foz

Empreitada: Manutenção de Serviço no PTD FIG 408 na Lagoa da Vela

Classe de Obra: BT – Posto de Transformação com Interruptor Seccionador

Empreiteiro: REDE – Empresas de Energia, ACE

Cliente: EDP Distribuição, S.A.

Número de Transformadores: 1

Potência Instalada: 50 kVA

Tipo Construtivo: Aéreo do tipo AI

A obra acima indicada consiste na substituição do QGBT em PT do tipo aéreo com interruptor seccionador, devido a corrosão do QGBT existente, substituição de tubos de proteção para PT aéreo e substituição parcial de um circuito de terra de proteção que se encontrava danificado, incluindo tubo de proteção no PTD FIG 408 (Posto de Transformação e Distribuição N° 408 do concelho da Figueira da Foz).

Para a execução desta obra foi necessário a mobilização de um meio de transporte com o respetivo equipamento associado à atividade, assim como 3 meios humanos, incluindo o Responsável de Trabalhos. Para a realização desta obra, não foi necessário a requisição de nenhum meio de transporte com gerador (GMS) para socorro da rede de BT, visto que a carga a que estava sujeito o PT não o justificava, sendo esta muito baixa para o local em questão. A realização do trabalho decorreu ao longo de uma manhã, durante cerca de 4 horas, aproximadamente. Para a realização dos trabalhos foi necessário interromper o fornecimento de energia, com corte de corrente no QGBT do presente PTD. Esta interrupção teve uma duração de cerca de 4 horas. A linha de MT de 15 kV que alimenta este PTD foi colocada em Regime Especial de Exploração (REE) para a realização de todo o trabalho, do início ao fim do mesmo.

Procedimento de execução de obra:

Em primeiro lugar tem que se garantir a segurança de todas as pessoas presentes no local de obra e para isso acontecer é necessário cumprir as 5 Regras de Ouro, para os trabalhos fora de tensão (mencionadas no capítulo 4 – Trabalhos em Tensão).

Foi preenchida a ficha de riscos associados ao meio envolvente e de seguida foi pedido o Regime Especial de Exploração (REE) à EDP Distribuição, para dar início à realização dos trabalhos.

A execução do presente trabalho inicia-se com a anotação do sentido de rotação das fases em BT, seguindo-se a abertura no QGBT (deixar o manípulo de comando de corte geral do QGBT na posição de OFF). Após desligar o QGBT, teve que se desligar os arcos da linha de MT que

alimentava o PTD FIG 408, abrir o interruptor seccionador, de modo que este fique na posição de desligado, bloqueando o órgão de comando do interruptor seccionador com um cadeado, com o objetivo de ninguém mexer irrefletidamente neste, verificar a ausência de tensão nos barramentos de fases e de neutro do QGBT, colocar terras provisórias a jusante da abertura de arcos (fazer ligações à terra e em curto-circuito) e delimitar a zona de trabalhos onde se intervém. Só o Responsável de Trabalhos pode colocar e retirar o cadeado do órgão de comando do interruptor seccionador, depois de se certificar que o deve fazer.

A Figura 6.18 a) permite visualizar o interior do armário do QGBT existente, já num elevado estado de corrosão e degradação ao longo do seu tempo de utilização, sujeitando o seu equipamento a possíveis avarias e a Figura 6.18 b) permite visualizar o exterior do armário do QGBT existente, o qual também se encontrava muito degradado, o que não pode acontecer, segundo as regras por parte da EDP Distribuição.



Figura 6.18 – a) Interior do armário do QGBT existente com elevada corrosão, b) exterior do armário do QGBT existente.

De seguida para substituir os tubos de proteção, desligou-se os condutores entre o transformador de potência e o QGBT e desligou-se as saídas de BT. Desmontou-se os tubos de proteção existentes e montou-se os tubos de proteção novos do tipo PVC rígidos de 63 mm de diâmetro, com as respetivas curvas e tubos de reserva. Depois montou-se as ferragens dos tubos de proteção do PT e ligou-se todas as partes metálicas do topo do apoio à terra de proteção.

A seguir para substituir a ligação do transformador de potência ao QGBT, desmontou-se os cabos de ligação existentes entre o transformador de potência e o QGBT. Montou-se e ligou-se os condutores LXS 4x70 mm². Para isto, montou-se os terminais de compressão bimetálicos de 70 mm², correspondentes à secção das três fases e do neutro. Posteriormente, introduziu-se os condutores nos tubos de proteção novos, ligou-se os condutores ao transformador de potência

e ligou-se os condutores à entrada do QGBT. A fixação dos condutores ao apoio é feita através da colocação de fita *band-it* e abraçadeiras.

Para a substituição parcial do circuito de terra de proteção, montou-se os terminais de compressão e colocou-se tubo de proteção PVC de 25 mm de diâmetro, para evitar furtos de cabo de terra.

Para substituir o QGBT existente por um QGBT novo, desligou-se os cabos de ligação do transformador de potência ao QGBT, desligou-se as saídas de BT e o circuito de terra de proteção do QGBT. De seguida desmontou-se o QGBT existente e montou-se o QGBT novo, com substituição dos fusíveis de BT, ligou-se o circuito de terra de proteção do QGBT, ligou-se os cabos de ligação do transformador de potência ao QGBT, com substituição dos terminais de ligação e ligou-se as saídas de BT. Montou-se a chapa de identificação do PT e fez-se as respetivas ligações do equipamento do QGBT novo. Depois fez-se a substituição da ficha de registo da verificação da resistência de contacto dos elétrodos de terra. Foram executados trabalhos de construção civil inerentes à atividade, assim como retoques finais de acabamento.

No fim desta atividade realizou-se uma medição e registo de contacto do elétrodo de terra, com recurso ao método das estacas ou da queda de tensão. Este método já foi enunciado no capítulo 5 – Postos de Transformação. Para esta situação em específico obteve-se para a terra de proteção um valor de $8,66 \Omega$, pelo método das estacas, estando este valor correto, já que se encontra abaixo dos 20Ω exigidos pela EDP .

A Figura 6.19 a) permite observar uma medição da resistência de contacto do elétrodo de terra, com recurso ao método das estacas e com auxílio do medidor de terras e a Figura 6.19 b) permite observar a ligação do medidor de terras (cabo verde) ao elétrodo de terra sob teste no QGBT, durante a medição.



Figura 6.19 – a) Medição da resistência de contacto do elétrodo de terra de proteção, b) ligação do medidor de terras ao elétrodo de terra sob teste no QGBT.

Após a conclusão dos trabalhos, retirou-se a delimitação da zona de trabalhos, confirmou-se que o interruptor seccionador se encontrava aberto e bloqueado e confirmou-se que o QGBT se encontrava desligado. Depois fechou-se o interruptor seccionador da linha aérea de MT de 15 kV, com posterior bloqueio do órgão de comando do interruptor seccionador com um cadeado, ficando este na posição de ligado e retirou-se as terras provisórias da linha de MT (desligar as ligações feitas à terra e em curto-circuito). A seguir procedeu-se à ligação dos arcos da linha de MT, que alimenta o PTD FIG 408 e só no fim fechou-se o QGBT (deixar o manípulo de comando do QGBT na posição de ON). Por último, verificou-se a existência de tensão nos barramentos de fases e de neutro do QGBT, mediu-se as cargas e verificou-se o sentido de rotação das fases em BT, com recurso a um sequenciador de fases. Arrumou-se devidamente todo o material e deu-se ordem de fecho do Regime Especial de Exploração (REE) à EDP Distribuição.

Regularizou-se o terreno com a envolvente. Fez-se a limpeza do local de intervenção, recolha, acondicionamento, transporte e armazenamento de todos os resíduos resultantes da atividade. Carregou-se os materiais desmontados da rede reutilizáveis, ou com possibilidade de reparação, sobrantes no local de obra, para armazém da Helenos, S.A. Preencheu-se os documentos de transporte dos resíduos (guias de acompanhamento de resíduos).

O trabalho finaliza-se com a entrega da instalação elétrica à EDP Distribuição.

A Figura 6.20 a) permite visualizar os retoques finais de acabamento de construção civil inerentes à atividade, a Figura 6.20 b) permite visualizar o interior do QGBT, com todo o seu equipamento colocado e devidamente ligado, estando o manípulo de comando de corte geral do QGBT na posição de OFF e a Figura 6.20 c) permite visualizar os tubos de proteção dos condutores, devidamente colocados e fitados no cimo do apoio, que permitem ligar o transformador de potência ao QGBT do presente PT.

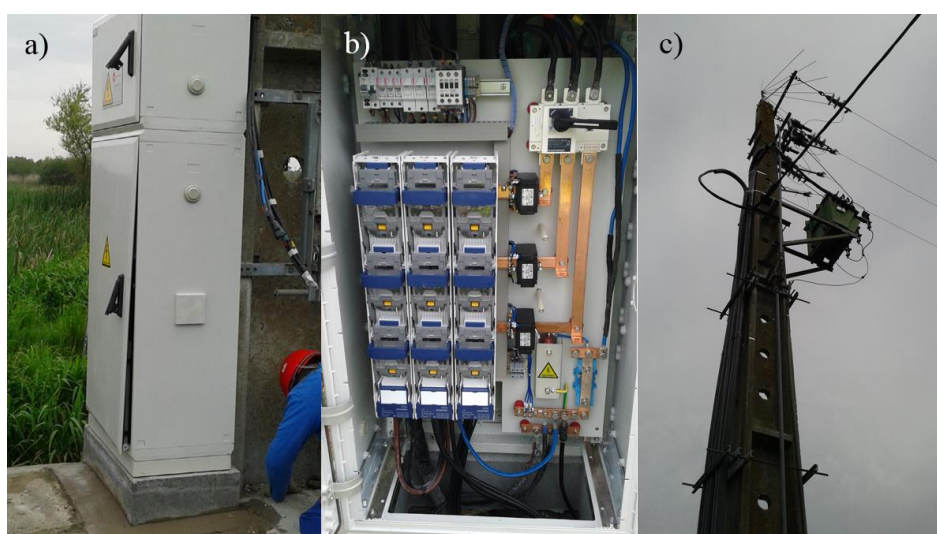


Figura 6.20 – a) Retoques finais de acabamento de construção civil, b) interior do QGBT, c) tubos de proteção dos condutores do PT.

6.9. Obra da Ponte Edgar Cardoso – Figueira da Foz

Unidade Organizativa: 4630 – AOCBR – Área Operacional de Coimbra

Local: 0605 – Coimbra – Figueira da Foz

Empreitada: Substituição de Lâmpadas e Balastros Eletrónicos de Iluminação Pública

Classe de Obra: Iluminação Pública

Empreiteiro: REDE – Empresas de Energia, ACE

Cliente: EDP Distribuição, S.A.

A obra acima indicada teve como intuito proceder à substituição de lâmpadas e balastros eletrónicos em todas as luminárias existentes na ponte Edgar Cardoso da Figueira da Foz. A realização do trabalho decorreu ao longo de dois dias, com mobilização de um meio de transporte exclusivo para este tipo de trabalhos e respetivo equipamento associado à atividade, assim como 3 meios humanos, incluindo o Responsável de Trabalhos.

O trabalho foi feito através de ligação da rede de IP existente na ponte Edgar Cardoso, em ambos os sentidos de circulação da ponte, de modo a poder verificar quais as lâmpadas que estavam a funcionar e as que estavam fundidas/danificadas. Para a execução do respetivo trabalho foi necessário a utilização de uma barquinha para se proceder à substituição de lâmpada e balastro eletrónico em todas as luminárias existentes, independentemente de estarem a funcionar corretamente ou não. Procedeu-se também à inspeção visual do fusível de proteção de cada luminária, que se encontrava na base da coluna, para substituição caso fosse necessário, no entanto, para a obra em causa tal não foi preciso.

Procedimento de execução de obra:

Em primeiro lugar tem que se garantir a segurança de todas as pessoas presentes no local de obra e para isso acontecer foi necessário delimitar a respetiva zona de trabalhos e sinalizar a via de trânsito de acordo com a legislação em vigor. Para tal foi subcontratada a empresa Infraestruturas de Portugal para poder realizar a sinalização na via de trânsito, com o intuito de proceder à realização dos trabalhos com a devida normalidade. De seguida foi preenchida a ficha de riscos associados ao meio envolvente.

Após a sinalização de toda a via onde irão decorrer os respetivos trabalhos, começa-se por ligar todos os focos de IP em todas as colunas da ponte, no respetivo PTD de alimentação (PTD FIG 243). A seguir com recurso a uma barquinha subiu-se às colunas de IP e procedeu-se à substituição da lâmpada e do balastro eletrónico existentes por novos, em cada luminária presente na ponte. No total a ponte apresenta 70 focos de IP, os quais todos eles foram alvo de intervenção de substituição de lâmpada e de balastro eletrónico, fazendo um sentido da via num dia, mudando cerca de 35 focos de IP e noutro dia fazendo o sentido contrário da via, mudando os restantes 35 focos de IP, por ordem da EDP Distribuição.

Após a conclusão dos trabalhos, retirou-se a delimitação da zona de trabalhos e arrumou-se devidamente todo o material. A empresa Infraestruturas de Portugal retirou a sinalização na via de trânsito da ponte que estava a ser intervencionada, ficando esta aberta ao trânsito existente.

Posteriormente, fez-se a recolha, armazenamento e transporte de todos os resíduos resultantes da atividade em causa. Preencheu-se os documentos de transporte dos resíduos (guias de acompanhamento de resíduos).

O trabalho finaliza-se com a entrega da instalação elétrica à EDP Distribuição.

A Figura 6.21 a) permite observar a existência do fusível numa coluna de IP e a Figura 6.21 b) permite observar a substituição da lâmpada e do balastro eletrónico existentes por novos, nas colunas existentes da rede de IP da ponte Edgar Cardoso da Figueira da Foz.

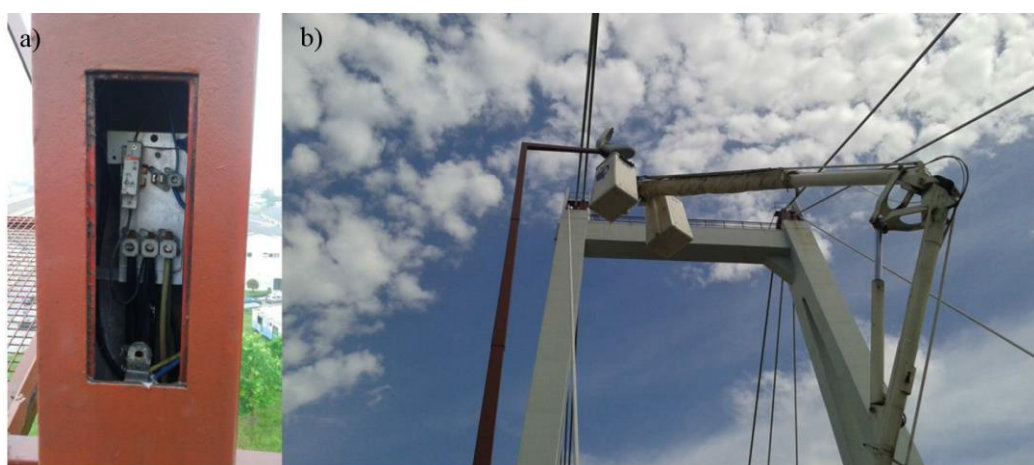


Figura 6.21 – a) Verificação do fusível, b) substituição da lâmpada e do balastro eletrónico das colunas de IP da ponte Edgar Cardoso.

A Figura 6.22 a) e a Figura 6.22 b) permitem observar a subida às colunas da rede de IP, com recurso a uma barquinha, para execução de trabalhos em altura.

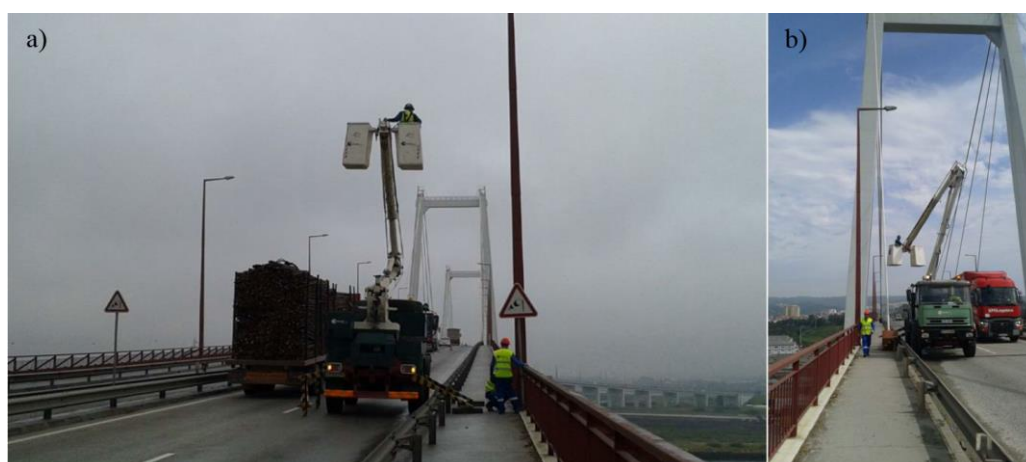


Figura 6.22 – a), b) Subida às colunas da rede de IP, da ponte Edgar Cardoso.

6.10. Obra da Ponte de Santa Clara – Coimbra

Unidade Organizativa: 4630 – AOCBR – Área Operacional de Coimbra

Local: 0603 – Coimbra – Coimbra

Empreitada: Instalação de Cabo de Linha Subterrânea de BT sob a Ponte de Santa Clara

Classe de Obra: BT – Cabos Subterrâneos

Empreiteiro: REDE – Empresas de Energia, ACE

Cliente: EDP Distribuição, S.A.

A obra acima indicada consiste na instalação e fixação de um cabo novo de uma linha subterrânea de BT, responsável pela alimentação da rede de IP da zona de Santa Clara, que ficará suspenso, sob o tabuleiro da ponte de Santa Clara e na retirada de um cabo de BT inutilizado/avariado, também suspenso sob o tabuleiro da ponte de Santa Clara.

Para a execução desta obra foi necessário a mobilização de 6 meios humanos, incluindo o Responsável de Trabalhos, o Responsável pelo Departamento Técnico de Higiene e Segurança no Trabalho e o Manobrador da grua *under bridge*. A realização do trabalho decorreu ao longo de dois dias, durante cerca de 8 horas por dia, aproximadamente. Para a realização dos trabalhos não foi necessário interromper o fornecimento de energia, no entanto, foi necessário subcontratar equipamento a uma empresa especializada neste tipo de serviço, para poder passar a linha subterrânea sob a ponte, neste caso uma grua *under bridge*, ou mais especificamente uma *under bridge unit*. A linha subterrânea de BT instalada é composta por um cabo tripolar de BT LSVAV 4x16 mm², sob o tabuleiro da ponte de Santa Clara.

Procedimento de execução de obra:

Em primeiro lugar tem que se garantir a segurança de todas as pessoas presentes no local de obra e para isso acontecer é necessário cumprir as 5 Regras de Ouro, para os trabalhos fora de tensão (mencionadas no capítulo 4 – Trabalhos em Tensão).

Foi preenchida a ficha de riscos associados ao meio envolvente e de seguida procedeu-se à sinalização e delimitação da zona de trabalhos, de acordo com a legislação em vigor. Este tipo de obra em específico implica a cedência de equipamento (grua *under bridge*) e de combustível, necessário ao seu funcionamento. Além disto, implica a cedência de mão-de-obra de eletricista, mão-de-obra de encarregado de eletricista e mão-de-obra de trabalhador com especialização em manobrar este tipo de gruas, para a atividade em causa e horário definido.

De modo a minimizar as condicionantes técnicas na realização do trabalho, como as condicionantes na circulação pedonal e automóvel, teve que ser ponderada uma solução que exigisse melhor eficácia e facilidade no acesso à parte inferior do tabuleiro da ponte, para a instalação do cabo novo e remoção do cabo inutilizado/avariado, proporcionando o menor constrangimento possível à circulação pedonal e automóvel na ponte. Assim, a EDP optou pela utilização de uma grua *under bridge*. Este tipo de equipamento consiste numa grua hidráulica articulada, fixa sobre um camião de grandes dimensões, com uma plataforma que se movimenta

na ponta do braço. Esta plataforma, quando instalada sob a ponte, permite o acesso de técnicos, equipamentos e material, à parte inferior do tabuleiro da ponte de Santa Clara.

No primeiro dia de trabalho foi colocado o cabo tripolar de BT LSVAV 4x16 mm², ao longo de uma extensão do tabuleiro da ponte de cerca de 200 m, aproximadamente. No segundo dia de trabalho foi retirado um cabo de BT inutilizado/avariado e suspenso sob a ponte de Santa Clara, também ao longo de uma extensão do tabuleiro da ponte de cerca de 200 m, aproximadamente. Para o primeiro dia de trabalho foi necessário interromper uma via de circulação num dos lados da ponte, enquanto que no segundo dia de trabalho foi necessário interromper uma via de circulação do outro lado da ponte, para realização de todo o trabalho. Para retirar o cabo de BT inutilizado/avariado, este teve que ser cortado e removido ao longo dos lanços da ponte, para melhor remoção e puxado através de dois homens no cimo da ponte, com recurso a uma corda, recolhendo este em partes ao longo do trajeto do tabuleiro.

Esta obra teve um custo bastante elevado pela utilização de uma grua *under bridge*, no entanto permitiu uma rápida intervenção e substituição de todo o cabo suspenso, sob o tabuleiro da ponte de Santa Clara, sendo o mesmo responsável pela alimentação da rede de IP, da zona de Santa Clara. Não houve grandes constrangimentos à circulação pedonal e automóvel, durante o decorrer dos trabalhos.

Após a conclusão dos trabalhos, retirou-se a sinalização e a delimitação da zona de trabalhos. Posteriormente, procedeu-se à recolha, acondicionamento, transporte e armazenamento de todos os resíduos resultantes da atividade. Carregou-se o cabo de BT inutilizado/avariado da rede subterrânea existente, sobrando no local de obra, para armazém da Helenos, S.A. Preencheu-se os documentos de transporte dos resíduos (guias de acompanhamento de resíduos).

O trabalho finaliza-se com a entrega da instalação elétrica à EDP Distribuição.

A Figura 6.23 a) permite visualizar a bobina com o cabo novo tripolar da linha subterrânea de BT da rede de IP, a ser instalado durante o decorrer dos trabalhos e a Figura 6.23 b) permite visualizar a grua *under bridge* na ponte de Santa Clara, em execução de trabalho.

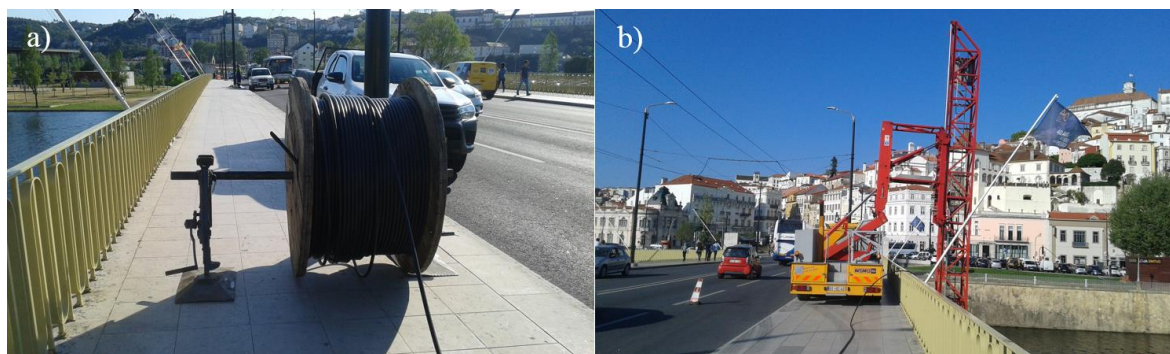


Figura 6.23 – a) Bobina com cabo tripolar de BT da rede de IP instalado, b) grua *under bridge* em execução de trabalho.

A Figura 6.24 a) permite visualizar a grua *under bridge* em execução de trabalho, visto do cima da ponte de Santa Clara, a Figura 6.24 b) permite visualizar a instalação do cabo novo tripolar de BT da rede de IP, sob a ponte e a Figura 6.24 c) permite visualizar a grua *under bridge* a ser recolhida no camião, para poder avançar no tabuleiro da ponte e continuar a execução do trabalho planeado.

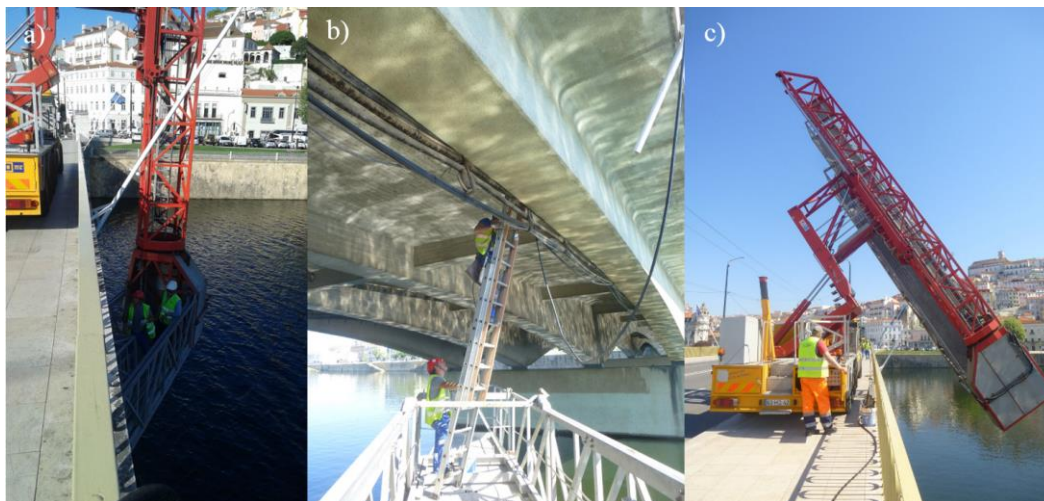


Figura 6.24 – a) Grua *under bridge* em execução de trabalho, b) instalação do cabo novo tripolar de BT da rede de IP, c) grua *under bridge* a ser recolhida.

A Figura 6.25 a) permite visualizar a grua *under bridge* a avançar ao longo da ponte de Santa Clara, a Figura 6.25 b) permite visualizar a grua *under bridge* a baixar a sua plataforma hidráulica, para continuação dos trabalhos na ponte e a Figura 6.25 c) permite visualizar os acessos da grua *under bridge* à plataforma na ponta do braço, através de escadas.



Figura 6.25 – a) Grua *under bridge* a avançar na ponte, b) grua *under bridge* a baixar a sua plataforma hidráulica, c) acessos da grua *under bridge*.

7. CONCLUSÕES

Neste último capítulo serão apresentadas as principais conclusões relativas ao trabalho desenvolvido.

O presente estágio teve como principal objetivo fazer o acompanhamento de trabalhos de construção e manutenção de infraestruturas e instalações elétricas de distribuição de energia elétrica de Média e Baixa Tensão, além do conhecimento do caderno de encargos da EDP Distribuição, a que a Helenos, S.A. se comprometeu a cumprir. Após a elaboração do presente relatório de estágio, conclui-se que foi atingido com sucesso, o objetivo primordial do estágio.

As atividades efetivamente desenvolvidas em local de obra foram o acompanhamento de trabalhos das equipas executantes da Helenos, S.A. e a forma como estas se organizam no terreno, observando em contexto real a aplicação das tarefas do caderno de encargos da EDP Distribuição, existentes nos mapas de medições de cada obra.

Durante o período de estágio na empresa Helenos, S.A. foi possível consolidar muitos dos conhecimentos adquiridos nas unidades curriculares da Licenciatura em Engenharia Eletrotécnica e do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica.

O contacto direto com vários profissionais da área, em destaque a classe operária (eletricistas, encarregados de obras e engenheiros eletrotécnicos), membros de gestão da empresa Helenos, S.A. e colaboradores dos diversos departamentos da empresa permitiram ao autor adquirir novas competências profissionais e técnicas, em contexto de obras e também de escritório.

As diversas deslocações aos locais de obras, onde se executaram os diversos trabalhos, contribuíram para enriquecer a experiência profissional e tomar consciência, que nem sempre as melhores soluções técnicas são as ideais a aplicar. Atualmente tem que se ter em conta os fatores económicos e a satisfação do cliente, sendo que estes fatores são considerados os mais importantes, na sociedade em que estamos inseridos, nunca descartando os aspetos técnicos e os respetivos critérios de regulamentação.

Em função da legislação atual, é necessário ter em atenção, o impacte ambiental na zona onde está a ser executada a obra e o impacto que as infraestruturas de instalações elétricas podem provocar no meio ambiente, tal que isto pode até provocar custos associados desnecessários.

Todos os trabalhos realizados em redes de Média e Baixa Tensão exigem que qualquer trabalhador dentro do local de obra contribua para melhorar a qualidade de serviço prestada, de forma a garantir a continuidade de serviço de energia elétrica.

É imprescindível que todas as pessoas dentro das delimitações da zona de trabalhos cumpram os requisitos de segurança pré-estabelecidos, como usar os EPI's, ou seja, capacete de

segurança, calçado de proteção, colete refletor com identificação da empresa e se possível, luvas de proteção mecânica. Deste modo, obtém-se uma linha de defesa perante o risco de acidente.

O cumprimento das 5 regras de ouro em todos os trabalhos de instalações elétricas é considerado indispensável, assegurando aos trabalhadores uma proteção quase total, contra o risco elétrico e contra as suas consequências. Assim, antes de iniciar qualquer trabalho, deve-se fazer uma avaliação de riscos presentes no local de obra, prevenindo as ocorrências potencialmente perigosas e as suas consequências.

A realização do estágio revelou-se um momento de aprendizagem essencial, sendo os novos desafios propostos encarados com rigor e responsabilidade, de modo a poder cumprir os objetivos propostos.

Em suma, o autor considera-se bastante satisfeito com o trabalho desenvolvido e com o conhecimento adquirido ao longo do período de estágio, estando sempre consciente que o mesmo resultou de um esforço genuíno da sua parte e da entidade acolhedora, que proporcionou uma oportunidade profissional de grande valor e mérito. O autor considera que este estágio foi produtivo, devido à orientação que teve com os profissionais que consigo trabalharam. Com este estágio, o autor verificou que tudo aquilo que aprendeu em contexto académico no ensino superior, não é suficiente para encarar o mundo do mercado de trabalho, com a devida competência exigida, sendo que considera o meio académico, uma preparação intelectual e mental, para a sua futura vida profissional.

O estágio revela-se um momento de aprendizagem extremamente importante e na opinião do autor é necessário para quem pretende iniciar-se no mundo do trabalho. Num futuro próximo, o autor tem como objetivo seguir carreira, onde tenha como funções o acompanhamento e planificação de obras de infraestruturas de transporte e de distribuição de energia elétrica.

Em virtude dos factos mencionados, conclui-se que o estágio realizado foi importante na formação profissional e pessoal do autor, dada a aquisição de diversas competências, não só sobre os temas expostos, mas também pela relação interpessoal com os diversos profissionais nesta área e pelo acompanhamento das diversas obras de engenharia, de uma das empresas de referência em Portugal perante a EDP Distribuição como a Helenos, S.A., revelando-se uma mais-valia para futuras realizações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Paiva, José Pedro Sucena. (Dezembro, 2007). *Redes de Energia Elétrica – Uma análise sistémica*. Instituto Superior Técnico (IST) Press, 2ª Edição.
- [2] Antunes, Jorge M. D. (Dezembro, 2012). *Conceção de Redes de Distribuição de Energia*. Relatório de Estágio para obtenção do grau de Mestre em Automação e Comunicações em Sistemas de Energia, Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, Coimbra.
- [3] Brás, Nelson M. C. (Dezembro, 2011). *Intervenção em Redes Elétricas de Distribuição de Energia*. Relatório de Estágio para obtenção do grau de Mestre em Automação e Comunicações em Sistemas de Energia, Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, Coimbra.
- [4] Helenos, S.A. (2017). Página Principal. [Online].
<http://www.helenos.com.pt/empresa2.html>. [Maio, 2017].
- [5] Helenos, S.A. (2017). Atividades. [Online].
<http://www.helenos.com.pt/actividades.html>. [Maio, 2017].
- [6] Helenos, S.A. (2017). Recursos Humanos. [Online].
<http://www.helenos.com.pt/recursos.html>. [Maio, 2017].
- [7] Helenos, S.A. (2017). Código de Ética da Helenos, S.A. [Online].
<http://www.helenos.com.pt/images/etica.pdf>. [Maio, 2017].
- [8] Helenos, S.A. (2017). Sistema de Gestão Integrado. [Online].
<http://www.helenos.com.pt/qualif.html>. [Maio, 2017].
- [9] Helenos, S.A. (2017). *Manual do Sistema de Gestão Integrado da Helenos, S.A.* [Maio, 2017].
- [10] Helenos, S.A. (2017). *Documentação interna da Helenos, S.A.* [Maio, 2017].
- [11] Quanta Geração S.A. (2016). Produção, Transmissão, Distribuição e Consumo de Energia Elétrica. (2017). [Online].
<http://www.quantageracao.com.br/perguntas-frequentes>. [Julho, 2017].
- [12] Ministérios da Indústria e Energia e do Equipamento Social. (1984). *Regulamento de Segurança de Redes de Distribuição de Energia Elétrica em Baixa Tensão*. Decreto Regulamentar n.º 90/84 de 26 de Dezembro de 1984. [Julho, 2017].
- [13] EDP Distribuição, S.A. (2015). *Obras de Construção, Reparação e Manutenção de Redes de Distribuição AT, MT e BT em Regime de Empreitada Contínua. Condições Especiais do Contrato – CEC, Anexo I – Atividades*. [Julho, 2017].

- [14] EDP Distribuição, S.A. (2011). *Guia de boas práticas para a integração paisagística de infraestruturas elétricas, Volume 2. PPDA 2009 – 2011*. Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. [Julho, 2017].
- [15] EDP Distribuição, S.A. (2015). *Obras de Construção, Reparação e Manutenção de Redes de Distribuição AT, MT e BT em Regime de Empreitada Contínua. Especificações e Condições Técnicas – ECT, Anexo XII – Desenhos de execução e montagem*. [Julho, 2017].
- [16] AL – Fábrica de Material Elétrico, S.A. (2014). Placas de Proteção de Cabos. [Online]. <http://www.al-sa.pt/Produtos/StoreCAT/List/0/CategoryID/1057/Level/a>. [Julho, 2017].
- [17] MULTITUBOS, S.A. (2014). Tubo corrugado em PVC e tubo corrugado em PEAD. [Online]. https://www.google.pt/search?q=tubo+corrugado&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiVrZ6K6r3VAhVDbxQKH9QBrSQ_AUICigB&biw=1536&bih=753. [Julho, 2017].
- [18] EDP Distribuição, S.A. (2015). *Obras de Construção, Reparação e Manutenção de Redes de Distribuição AT, MT e BT em Regime de Empreitada Contínua. Especificações e Condições Técnicas – ECT, Anexo I – (LS) GO AT/MT/TS*. [Julho, 2017].
- [19] FEUP. (2017). Dados acerca de cabos de guarda. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto. [Online]. <https://web.fe.up.pt/~ee98096/cabos.htm>. [Julho, 2017].
- [20] INTERSERV. (2005). Imagens de linhas de MT. [Online]. http://www.interserv.pt/imagens/galeria/ima_42_g.jpg. [Julho, 2017].
- [21] EDP Distribuição, S.A. (2007). *Materiais para derivações e entrada BT – Armários de distribuição – Características e ensaios, 4ª Edição*. [Julho, 2017].
- [22] EDP Distribuição, S.A. (2014). *Obras de Construção, Reparação e Manutenção de Redes de Distribuição AT, MT e BT em Regime de Empreitada Contínua. Especificações e Condições Técnicas – ECT, Anexo VI – Projeto*. [Julho, 2017].
- [23] EDP Distribuição, S.A. (2015). *Guia técnico de terras – 1ª parte – Ligações à terra, 4ª Edição. Guia técnico de terras – 2ª parte – Eléctodos de terra, 1ª Edição*. [Julho, 2017].
- [24] EDP Distribuição, S.A. (2015). *Obras de Construção, Reparação e Manutenção de Redes de Distribuição AT, MT e BT em Regime de Empreitada Contínua. Condições Especiais do Contrato – CEC, Anexo VI – Fornecimento Bens Adjudicatário – Desenhos Técnicos*. [Julho, 2017].
- [25] Cabelte. (2000). *Cabos de Energia – Média Tensão*. [Julho, 2017].
- [26] INFOCERTIEL. (2002). *Condutores e Cabos [Parte I] – Ficha Técnica nº 2*. (2003) *Condutores e Cabos [Parte II] – Ficha Técnica nº 3*. [Julho, 2017].

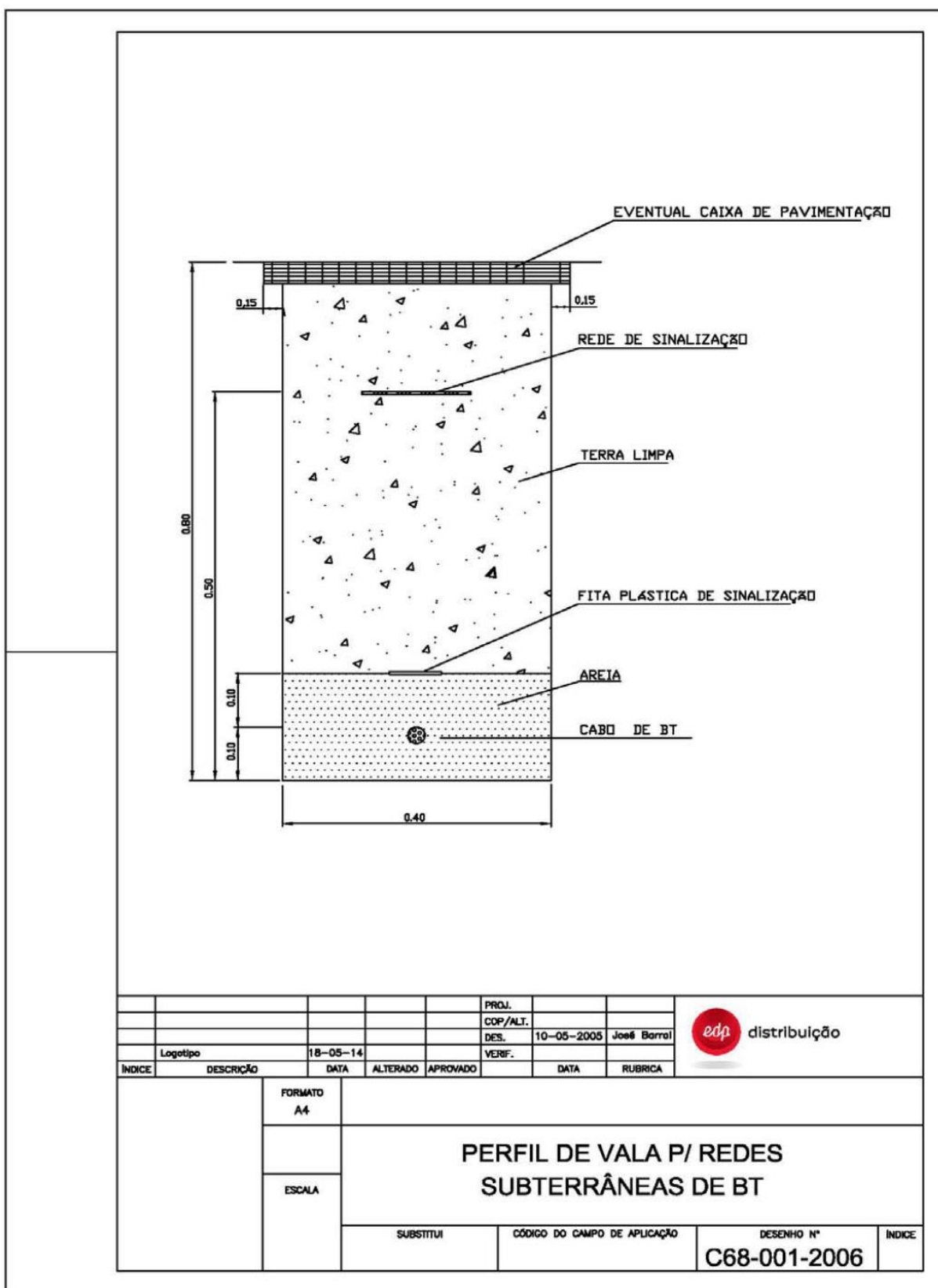
- [27] LinkedIn. (2016). Redes Aéreas BT. [Online].
<https://pt.linkedin.com/pulse/redes-a%C3%A9reas-bt-manuel-bolotinha>. [Julho, 2017].
- [28] Grupo Cabelte. (2017). Cabos de Média Tensão. [Online].
http://svrweb.cabelte.pt/pt-pt/produtos_servicos/cabos_energia/media_tensao.
[Julho, 2017].
- [29] Sargaço, José A. S. S. (Junho, 2007). *Trabalhos em Tensão*. Relatório Final de Estágio, Licenciatura em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores – Ramo de Sistemas de Energia, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto.
- [30] Oliveira, Diogo X. P. (2013). *Importância das Condições de Segurança nos Trabalhos em Tensão*. Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Segurança e Higiene Ocupacionais, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto.
- [31] Soares, Nuno M. A. (Junho, 2013). *Inspeções periódicas em equipamentos para trabalhos em tensão (TET) Ensaios Dielétricos*. Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto.
- [32] AEI CLUBE. (2017). Classificação de zonas de trabalho. [Online].
<http://www.aeiclube.com.br/eletrica/uma-visao-geral-da-norma-de-seguranca-eletrica-nr10>. [Julho, 2017].
- [33] Na Vida em Saúde Ambiental. (2014). Dados acerca de processos e tarefas de TET em MT. [Online].
http://tecnicosaudeambiental.blogspot.pt/2014/03/trabalhos-em-tensao-tet_21.html.
[Julho, 2017].
- [34] EPD Distribuição. (2009). Dados acerca do título de habilitação profissional. [Online].
<http://www.edpdistribuicao.pt/pt/profissionais/seguranca/competencias/atribuicaoTitulod eHabilitacao/Pages/actividadesqueexigemTitulodeHabilitacao.aspx>. [Julho, 2017].
- [35] EDP Distribuição, S.A. (2009). Dados acerca do código de habilitação para trabalhos em tensão. [Online].
<http://www.edpdistribuicao.pt/pt/profissionais/seguranca/competencias/atribuicaoTitulod eHabilitacao/Pages/codigosdahabilitacao.aspx>. [Julho, 2017].
- [36] EDP Distribuição, S.A. (2009). Quadro de habilitações, codificadas por letras e índices numéricos. [Online].
<http://www.edpdistribuicao.pt/pt/profissionais/seguranca/competencias/atribuicaoTitulod eHabilitacao/Pages/tabeladeHabilitacoes.aspx>. [Julho, 2017].

- [37] HR Proteção. (2008). Dados sobre equipamento de proteção, luvas de proteção elétrica. [Online].
<http://hrprotecao.com/userfiles/downloads/80090%20a%2080094%20rev.pdf>.
[Julho, 2017].
- [38] Sargaço, José A. S. (Junho, 2007). *Trabalhos em Tensão*. Trabalho Final de Curso 2006/2007, Licenciatura em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto. [Online].
http://paginas.fe.up.pt/~ee05235/poster_TET.pdf. [Julho, 2017].
- [39] Segurança online. (2013). Dados sobre os equipamentos de proteção individual. [Online].
<http://segurancaonline.com/gca/?id=1137>. [Julho, 2017].
- [40] Wikipédia. (2017). Dados sobre os equipamentos de proteção coletiva. [Online].
https://pt.wikipedia.org/wiki/Equipamento_de_prote%C3%A7%C3%A3o_coletiva.
[Julho, 2017].
- [41] in SlideShare. (2013). Definição de consignação e definição de desconsignação. [Online].
<https://pt.slideshare.net/JooPedro3/consignaes-definies>. [Julho, 2017].
- [42] EDP. (2009). Dados sobre as 5 regras de ouro em relação à EDP. [Online].
<http://www.edpdistribuicao.pt/pt/seguranca/Pages/instalacoesElectricas.aspx>.
[Julho, 2017].
- [43] Uma Aventura com a Saúde Ambiental. (2017). Dados acerca da avaliação de riscos. [Online].
<http://umaventuracomasaudeambiental.blogspot.pt/2014/03/caros-leitores-irei-dar-vos-conhecer.html>. [Julho, 2017].
- [44] ASC. (2013). Dados acerca do solvente dielétrico de limpeza. [Online].
<http://www.aschigiene.pt/linha-profissional/industria-e-manutencao/solventes/item/210-electric-solvente-dieletrico-de-limpeza>. [Julho, 2017].
- [45] Ministério da Economia, da Inovação e do Desenvolvimento. (2010). *Regulamento da Rede de Distribuição – Anexo II da Portaria nº 596/2010 de 30 de Julho de 2010*. [Julho, 2017].
- [46] Martins, L. Sousa. (2005). *Apontamentos para Projeto de Instalações Elétricas II – Engenharia Eletrotécnica*. Escola Superior de Tecnologia de Setúbal, Setúbal. [Julho, 2017].
- [47] Eletro Instaladora de Bairro. (2013). Quadros Abertos. [Online].
<http://www.eiblda.pt/pt/eib/conteudo?id=78>. [Julho, 2017].
- [48] EDP Distribuição, S.A. (2015). *Manual de Ligações à rede elétrica de serviço público – Guia técnico e logístico de boas práticas, 5ª Edição*. [Julho, 2017].

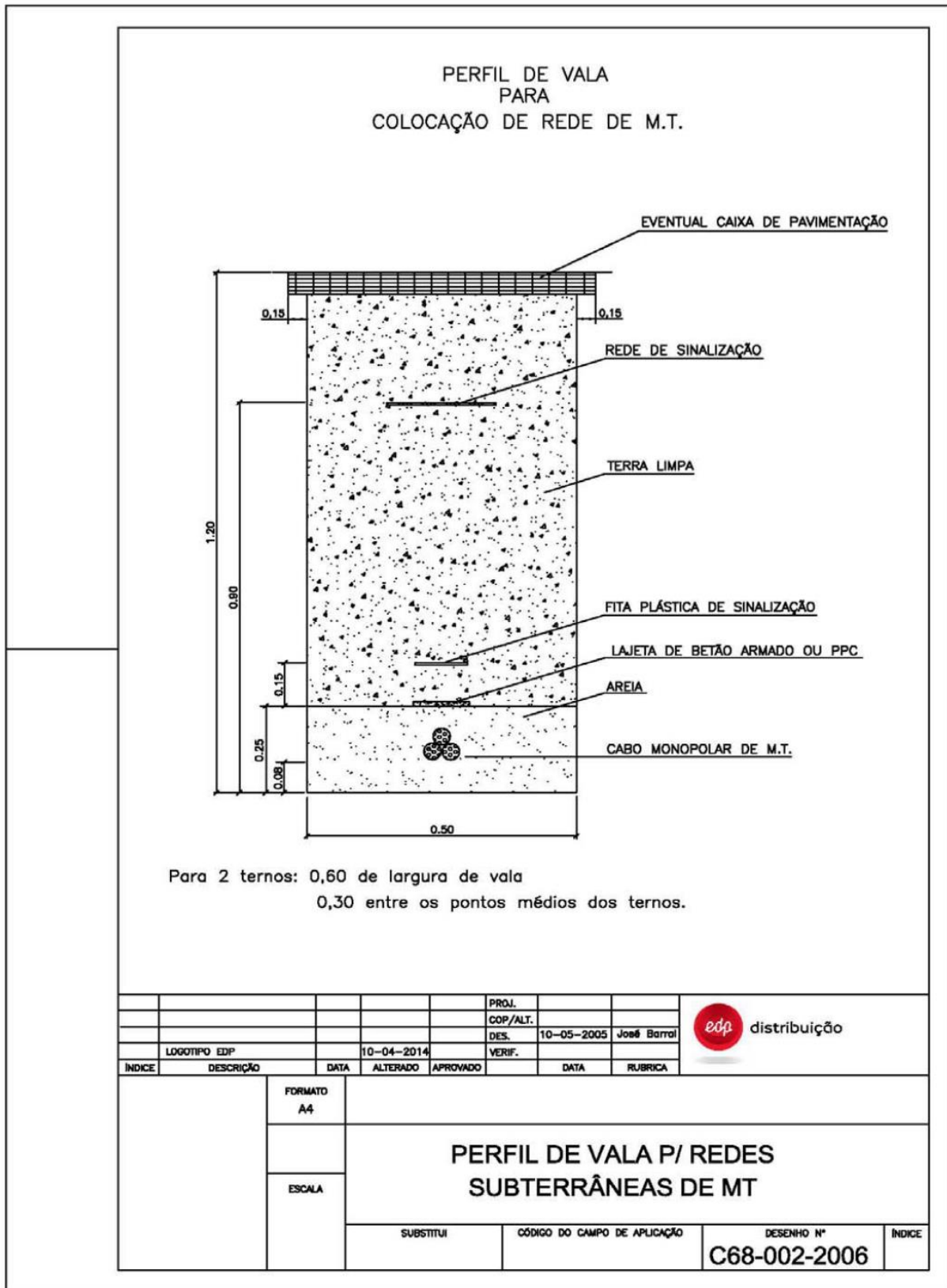
- [49] ebah. (2016). Plano de Manutenção de um Posto de Transformação. [Online].
<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAhD-cAH/plano-manutencao-posto-transformacao>. [Julho, 2017].
- [50] Silva, Henrique R. (2008). *Projeto de Postos de Transformação – 1.ª Parte – Postos Aéreos*. o eletricitista – revista técnico-profissional – Artigo Técnico, Vol. 25, pp. 129. [Julho, 2017].
- [51] Araújo, Lucínio Preza. (2007). *Medida da resistência do circuito de terra*. [Julho, 2017].
- [52] QEnergia. (2009). Catálogo Ioniflash – Sistemas de proteção contra descargas atmosféricas – Sistemas de terras. [Online]
<http://www.projectista.pt/wp-content/uploads/2011/12/Cat%C3%A1logo%20Ioniflash.pdf> [Agosto, 2017].
- [53] CLS Silicones Inc. (2017). Si-COAT 570 – Revestimento de isolador de alta voltagem. [Online].
<https://www.cslsilicones.com/pt/explore-by-sector/manufacturing-industrial/item/revestimento-de-isolador-de-alta-voltagem.html>. [Agosto, 2017].
- [54] Lorencini Brasil. (2017). Conheça o óleo isolante e suas funções em transformadores. [Online].
<http://www.lorencinibrasil.com.br/blog/conheca-o-oleo-isolante-e-suas-funcoes-em-transformadores/>. [Agosto, 2017].

ANEXOS – DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

ANEXO A.1: Perfil de vala para rede subterrânea de BT



ANEXO A.2: Perfil de vala para rede subterrânea de MT



ANEXO A.3: Autorização para Intervenção em Tensão (AIT)

edp distribuição

TRABALHOS EM TENSÃO AIT n° 2548 - DSR-AMC-UCR - 2017

P.I.T. N° 2548 - DSR-AMC-UCR - 2017

Passada ao Sr. _____ Responsável de Trabalhos com uma habilitação **B2TL,M2TDL,A2TD,** da equipa TET

Rede - Helenos, pelo Responsável da Condução, Sr. _____

Esta AIT é válida para o dia **13** de **Março** de **2017** ou para o período de _____ de _____ a _____ de _____

Início: 09:00
Fim: 17:00
Obra DM n°/ _____

AUTORIZAÇÃO DE TRABALHOS

O Responsável Dep. Condução AUTORIZA o Resp. de Trabalhos a ter acesso às instalações seguintes:

SE SAO JULIAO 2013-15009/AP. N.º 37

para executar os seguintes trabalhos em tensão:

ABRIR E FECHAR ARCOS NO APOIO N.º 37 PARA O LADO DO PTD FIG 0228 - ERVEDINHO

e ainda os seguintes trabalhos sem tensão:

PI n.º3409/2017 associado

CONSIGNAÇÕES

O Resp. Dep. Condução tendo em vista a execução dos trabalhos sem tensão descritos anteriormente, designa o Sr. _____

como Chefe ou Delegado de Consignação da instalação: _____

Aparelhos, arcos ou pontes a abrir	A abrir / Encravamento	Nº da Consignação
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES

Ligações de trabalho:

Centro de Condução - Telefone: _____

Resp. de Trabalhos - Telefone: _____

Outros meios: _____

Em caso de disparo o Resp. de Trabalhos deve contactar _____

Com o Centro de Condução pelo telefone _____

Outros meios: _____

e combinar para proceder à religação sem alterar o R.E.E.

Intensidade máxima _____ A

Transformadores em vazio _____ KVA

Cabos em vazio secção _____ mm² comprimento _____ m

Particularidades assinaladas ao Resp. de Trabalhos _____

_____ de _____ de _____

Assinaturas ou n.ºs de mensagens

O Responsável Dep. Condução _____

ou Delegado de Condução _____

Nº (_____)

O Responsável de Trabalhos _____

Nº (_____)

R.E.E. COMPROVAÇÃO

O Sr. _____ ATESTA que as instalações abaixo indicadas, à data de ____/____/____, pelas ____ h ____ estão em

REGIME ESPECIAL DE EXPLORAÇÃO

REE-MT A

REE-MT B

REE-AT

Subestação _____ S.J.L. PAINEL _____ 15009 Tensão _____ 15 KV

Subestação _____ PAINEL _____ Tensão _____ KV

Subestação _____ PAINEL _____ Tensão _____ KV

Potência afectada _____ KVA

Produtores Independentes _____

Assinaturas ou n.ºs de mensagens

O Responsável Dep. Condução _____

ou Delegado de Condução _____

Nº (_____)

O Responsável de Trabalhos Sr. _____

Informa o Sr. _____ que o R.E.E. estabelecido conforme descrição anterior pode ser interrompido, passando as instalações a Regime Normal de exploração

Assinaturas ou n.ºs de mensagens

O Responsável Dep. Condução _____

ou Delegado de Condução _____

Nº (_____)

O Sr. _____ ATESTA que as instalações abaixo indicadas, à data de ____/____/____, pelas ____ h ____ estão em

REGIME ESPECIAL DE EXPLORAÇÃO

REE-MT A

REE-MT B

REE-AT

Assinaturas ou n.ºs de mensagens

O Responsável Dep. Condução _____

ou Delegado de Condução _____

Nº (_____)

O Responsável de Trabalhos _____

Nº (_____)

ANEXO A.4: Processo de Consignação

 Centro de Condução	<h3>Processo de Consignação</h3>	Proc. Nº: _____ / _____ O M Nº: ____ - ____ - ____
---	----------------------------------	---

_____ _____ h ____ m _____ _____ h ____ m	PI Nº: _____ AIT Nº: _____ NOTA AVARIA PM: _____ SOLICITAÇÃO SAP PM: _____
--	---

Instalação a indisponibilizar:

Motivo da Consignação:


Responsável da Consignação: _____

Entidades Requisitantes: _____


Pedido de aviso de Clientes _____ <input type="checkbox"/> Avisados os Clientes _____ <input type="checkbox"/> Enviado a E.R. <input type="checkbox"/> Hier. R.C. <input type="checkbox"/> R.C. <input type="checkbox"/> D.C. <input type="checkbox"/> Emissão de _____ Boletins de Consignação <input type="checkbox"/> Atraso na Consignação _____ mn <input type="checkbox"/> Atraso na Desconsignação _____ mn <input type="checkbox"/> Estatística de exploração <input type="checkbox"/> Processo encerrado <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Abertura incidente/ocorrência <input type="checkbox"/> Actualização incidente/ocorrência <input type="checkbox"/> Validação A.I.T. _____ <input type="checkbox"/> Actualização BD PT <input type="checkbox"/> Actualização BD SGI/RA <input type="checkbox"/> Actualização Esq. Unifilar Mural <input type="checkbox"/> Actualização Esq. Unifilar Parcial <input type="checkbox"/> Actualização em SIT Esquemático <input type="checkbox"/> Validação SIT DM _____ <input type="checkbox"/>
---	--	--

<p style="text-align: center;">Arquive-se</p> <p>_____</p>	<p>Observações:</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>
---	---

ANEXO A.5: Boletim de Consignação – Trabalhos Fora de Tensão

	Boletim de Consignação Trabalhos fora de tensão	Consignação n°: ____ / ____ Dep. Emissor _____	
I Instalação a indisponibilizar: _____			
II Motivo da Consignação _____			
III Data(s) e Períodos acordados ____/____/____ das ____h____m às ____h____m ____/____/____ das ____h____m às ____h____m		IV Pedido por _____	
V Responsáveis e Delegados de Consignação			
1. Resp. de Consig. em a) _____ b) _____ substituído por b) _____ às ____h____m de ____/____/____			
2. Deleg. de Consig. 1 em a) _____ b) _____ substituído por b) _____ às ____h____m de ____/____/____			
2.1 Deleg. de Consig. 1 em a) _____ b) _____ substituído por b) _____ às ____h____m de ____/____/____			
2.2 Deleg. de Consig. 2 em a) _____ b) _____ substituído por b) _____ às ____h____m de ____/____/____			
Consignação - Etapa 1 (Responsável Consignação/Delegado de Consignação)			
VI Início da Consignação para trabalhos às ____h____m de ____/____/____ O Resp. de Consignação b) _____ O Operador do Centro de Condução b) _____			
VII Realização de manobras de separação completa (isolamento de todas as fontes de tensão), de protecção contra religação e, caso aplicável, de equipamentos fixos de ligação à terra			
n°	Hora	Executante	Manobras de Consignação
			Proteger contra a religação (Bloquear posição abertura e/ou adoptar medidas preventivas)
VIII Confirmação da conclusão das manobras de separação completa e protecção contra religação			
Entre Resp. e Deleg. 1 às ____h____m de ____/____/____ Deleg. 1 (b) _____			
Entre Resp. e Deleg. 2 às ____h____m de ____/____/____ Deleg. 2 (b) _____			
Entre Resp. e Deleg. 3 às ____h____m de ____/____/____ Deleg. 3 (b) _____			
Resp. de Consignação (b) _____			O Resp. de Trabalho X _____
Consignação - Etapa 2 (Responsável de Trabalhos)			
IX Implementação pelo Responsável de trabalhos das medidas de segurança na(s) zona(s) de Trabalho(s)			
n°	Hora	Executante	Medidas de Segurança
3			Verificação da Ausência de Tensão
4			Estabelecimento de Ligações à Terra e em Curto-Circuito (Terras Amovíveis)
5			Protecção contra Peças em Tensão que estejam na Zona de Trabalhos ou na sua proximidade (caso aplicável) e Delimitação da Zona de Trabalhos
Atenção: Os trabalhos ou ensaios só poderão ser iniciados depois da correspondente autorização do Responsável ou Delegado de Consignação ter sido devidamente registada na linha que se segue e após o Responsável de Trabalhos/Ensaios ter executado as medidas de segurança que lhe incumbe (ponto IX deste boletim)			
X Confirmação da conclusão da implementação das medidas de segurança e passagem da autorização para trabalhos/ensaios			
Autorização para Trabalhos/Ensaios dada às ____h____m de ____/____/____ Pessoal/Telefónica/Rádio _____			
O Responsável/Delegado de Consignação _____, O Resp. de Trabalhos X _____			
RT substituído por b) _____ às ____h____m de ____/____/____ Cancelado às ____h____m de ____/____/____			
<small>Legenda: a) Localização / Nº rádio Telefone, b) Nome / Nº trabalhador</small>			

ANEXO A.6: Boletim de Consignação – Trabalhos Fora de Tensão

	<h3>Boletim de Consignação</h3> <h4>Trabalhos Fora de Tensão</h4>	Consignação n.º: _____ / _____ Dep. Emissor: _____
---	---	---

Informação por parte do Responsável de Trabalhos sobre a conclusão dos Trabalhos/Ensaios XI

Informação de conclusão dos Trabalhos/Ensaios dada às ____ h ____ m de ____ / ____ / ____ Pessoal/Telefónica/Rádio.
 O Respons./Delegado de Consignação _____, O Resp. de Trabalhos X _____

Desconsignação - Remoção das medidas da Etapa 2 (Responsável de Trabalhos)

Remoção pelo Responsável de Trabalhos das Medidas de Segurança na(s) Zona(s) de Trabalho(s) XII

N.º	HORA	EXECUTANTE	MEDIDAS DE SEGURANÇA
5			Retirar a Delimitação da Zona de Trabalhos e Protecções contra Peças em Tensão que estejam na Zona de Trabalhos ou na sua proximidade (caso aplicável).
4			Retirar as Ligações à Terra e em Curto-Circuito (Terras Amovíveis).

Confirmação da Remoção das Medidas de Segurança na(s) Zona(s) de Trabalho(s) XIII

Informação de Remoção das Medidas de Segurança dada às ____ h ____ m de ____ / ____ / ____ Pessoal/Telefónica/Rádio.
 O Respons./Delegado de Consignação _____, O Resp. de Trabalhos X _____

Desconsignação - Manobras Inversas às da Etapa 1 (Responsável Consignação/Delegado Consignação)

Início da Consignação às ____ h ____ m de ____ / ____ / ____ XIV

O Responsável de Consignação b) _____ O Operador do Centro de Condução _____

Realização de Manobras de abertura de equipamentos fixos ligados à terra, de remoção das medidas de protecção contra religação da separação completa XV

N.º	HORA	EXECUTANTE	MANOBRAS DE DESCONSIGNAÇÃO

Entre Resp. e Delegado 1 às ____ h ____ m de ____ / ____ / ____ Deleg. 1 (b) _____ XVI

Entre Resp. e Delegado 2 às ____ h ____ m de ____ / ____ / ____ Deleg. 2 (b) _____

Entre Resp. e Delegado 3 às ____ h ____ m de ____ / ____ / ____ Deleg. 3 (b) _____

Resp. de Consignação (b) _____

A Instalação está "disponível" e foi devolvida à condução às ____ h ____ m de ____ / ____ / ____ XVII


Resp. de Consignação (b) _____ O Operador de Serviço no C.C. b) _____

A Instalação foi colocada ao serviço às ____ h ____ m de ____ / ____ / ____ XVIII

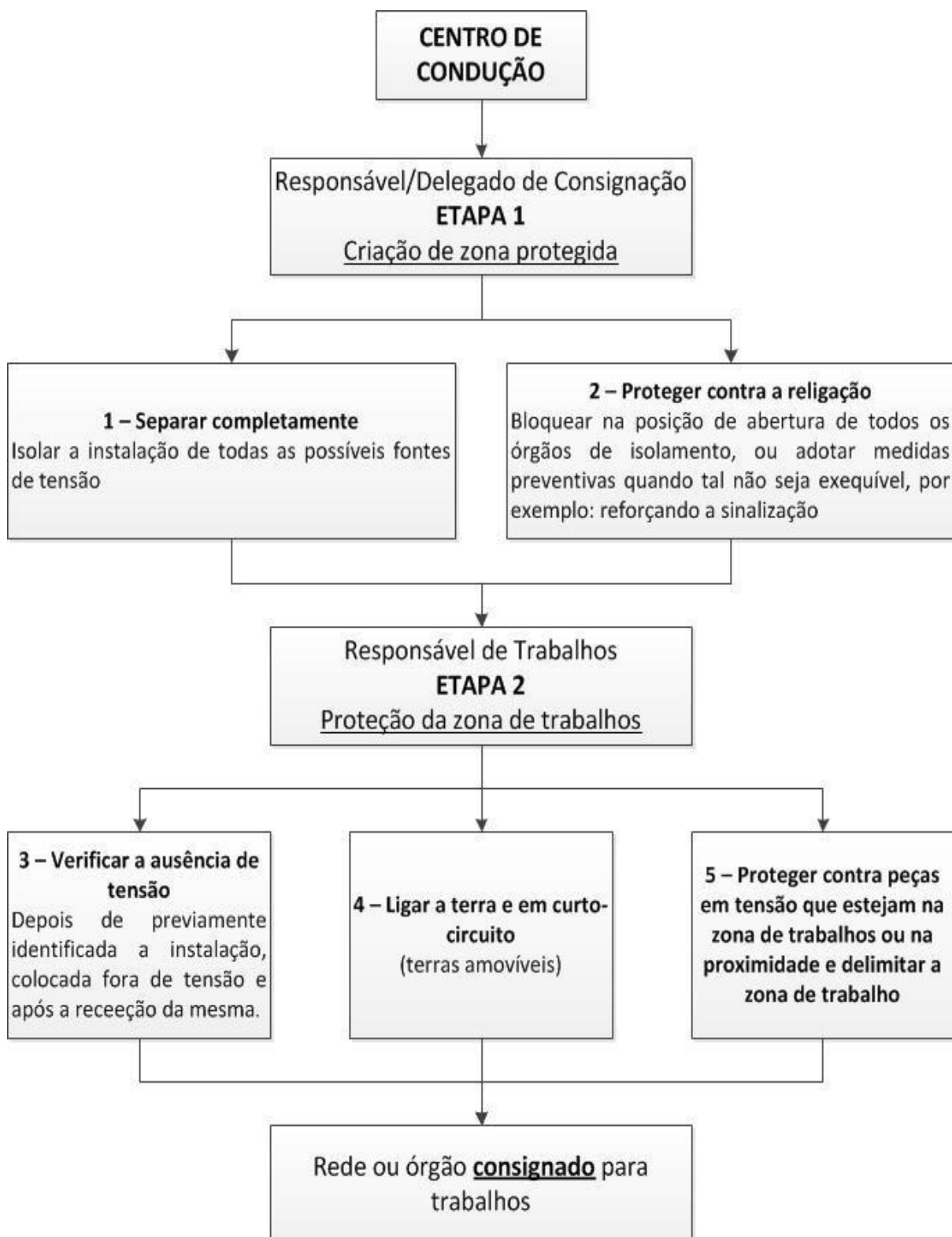
Observações: _____

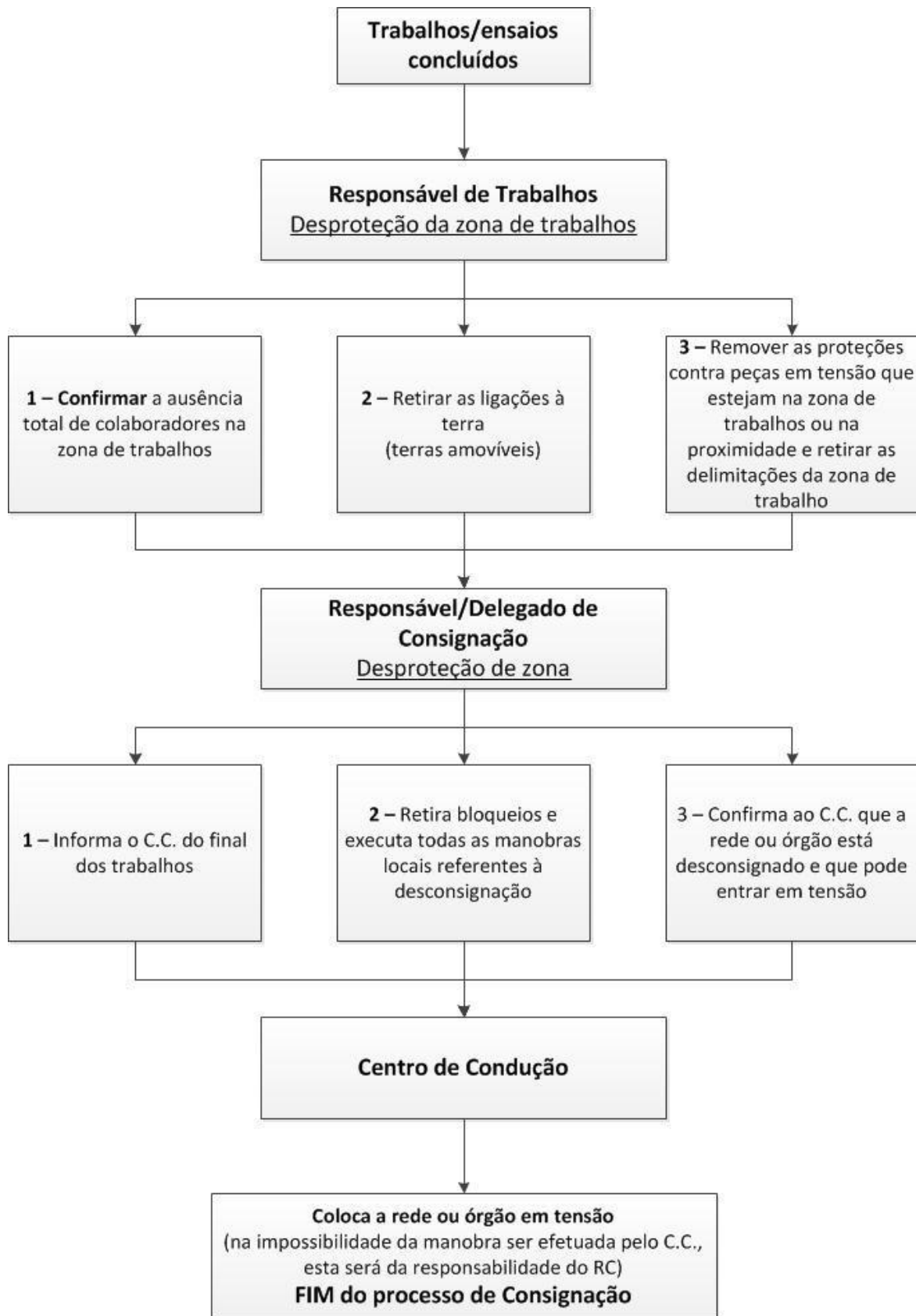
*1 - N.º de telemóvel ou meio de comunicação móvel.
 EDG - 405

ANEXO A.7: Ordem de Manobras

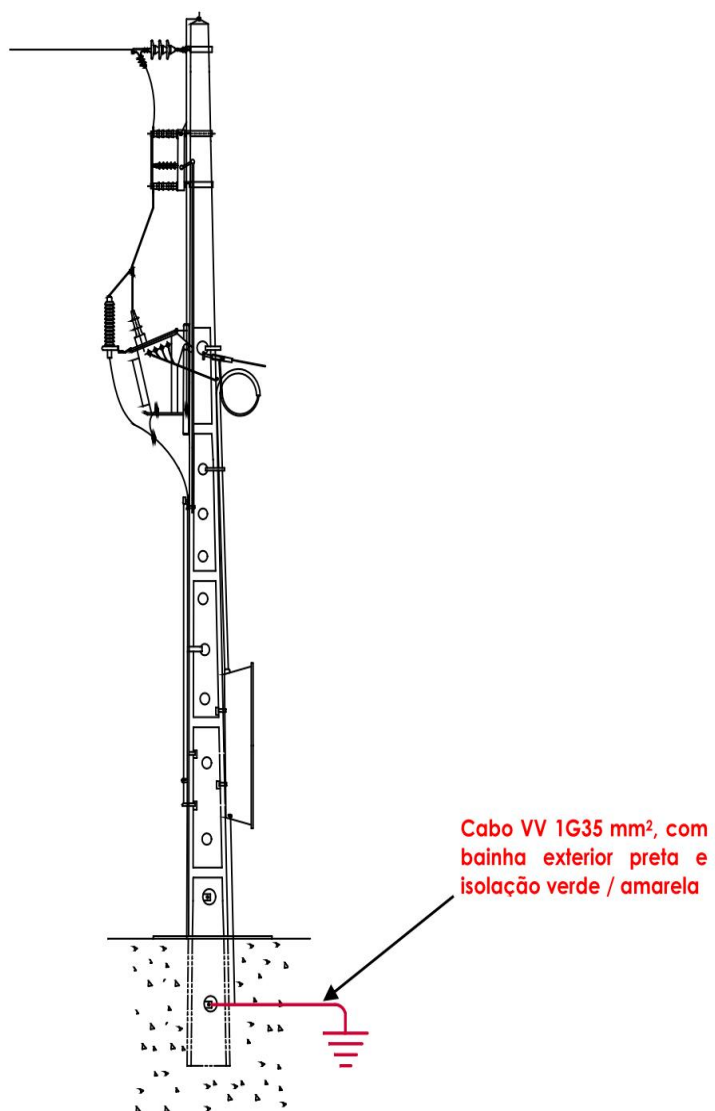
	<h2 style="margin: 0;">Ordem de Manobras</h2>	CENTRO CONDUÇÃO: _____ TELEF.: _____ Nº ORD. MAN.: _____																																																							
CONSIGNAÇÃO Nº: _____		FOLHA Nº: _____																																																							
Instalação a consignar: _____ Motivo da consignação: _____																																																									
DATAS(S) E PERÍODOS ACORDADOS(S) _____ / ____ / ____ das ____ h ____ m às ____ h ____ m _____ / ____ / ____ das ____ h ____ m às ____ h ____ m		PEDIDO POR: <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">RESP. DE CONSIGNAÇÃO:</td> <td style="width: 50%;">RESP. DE TRABALHOS 1:</td> </tr> <tr> <td>DELEGADO CONSIGNAÇÃO 1:</td> <td>RESP. DE TRABALHOS 2:</td> </tr> <tr> <td>DELEGADO CONSIGNAÇÃO 2:</td> <td>RESP. DE TRABALHOS 3:</td> </tr> </table>	RESP. DE CONSIGNAÇÃO:	RESP. DE TRABALHOS 1:	DELEGADO CONSIGNAÇÃO 1:	RESP. DE TRABALHOS 2:	DELEGADO CONSIGNAÇÃO 2:	RESP. DE TRABALHOS 3:																																																	
RESP. DE CONSIGNAÇÃO:	RESP. DE TRABALHOS 1:																																																								
DELEGADO CONSIGNAÇÃO 1:	RESP. DE TRABALHOS 2:																																																								
DELEGADO CONSIGNAÇÃO 2:	RESP. DE TRABALHOS 3:																																																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 5%;">Nº</th> <th style="width: 10%;">HORAS</th> <th style="width: 5%;">COD</th> <th style="width: 40%;">INSTALAÇÃO/EXECUTANTE</th> <th style="width: 40%;">SEQUÊNCIA DE MANOBRAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="padding: 2px;">Observações:</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="padding: 2px;">Observações:</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="padding: 2px;">Observações:</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="padding: 2px;">Observações:</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="padding: 2px;">Observações:</td> </tr> </tbody> </table>	Nº	HORAS	COD	INSTALAÇÃO/EXECUTANTE	SEQUÊNCIA DE MANOBRAS						Observações:										Observações:										Observações:										Observações:										Observações:						
Nº	HORAS	COD	INSTALAÇÃO/EXECUTANTE	SEQUÊNCIA DE MANOBRAS																																																					
Observações:																																																									
Observações:																																																									
Observações:																																																									
Observações:																																																									
Observações:																																																									
Visto do Centro de Condução _____ _____		O Responsável da CONDUÇÃO _____																																																							

ANEXO A.9: Fluxograma de Fase de Consignação

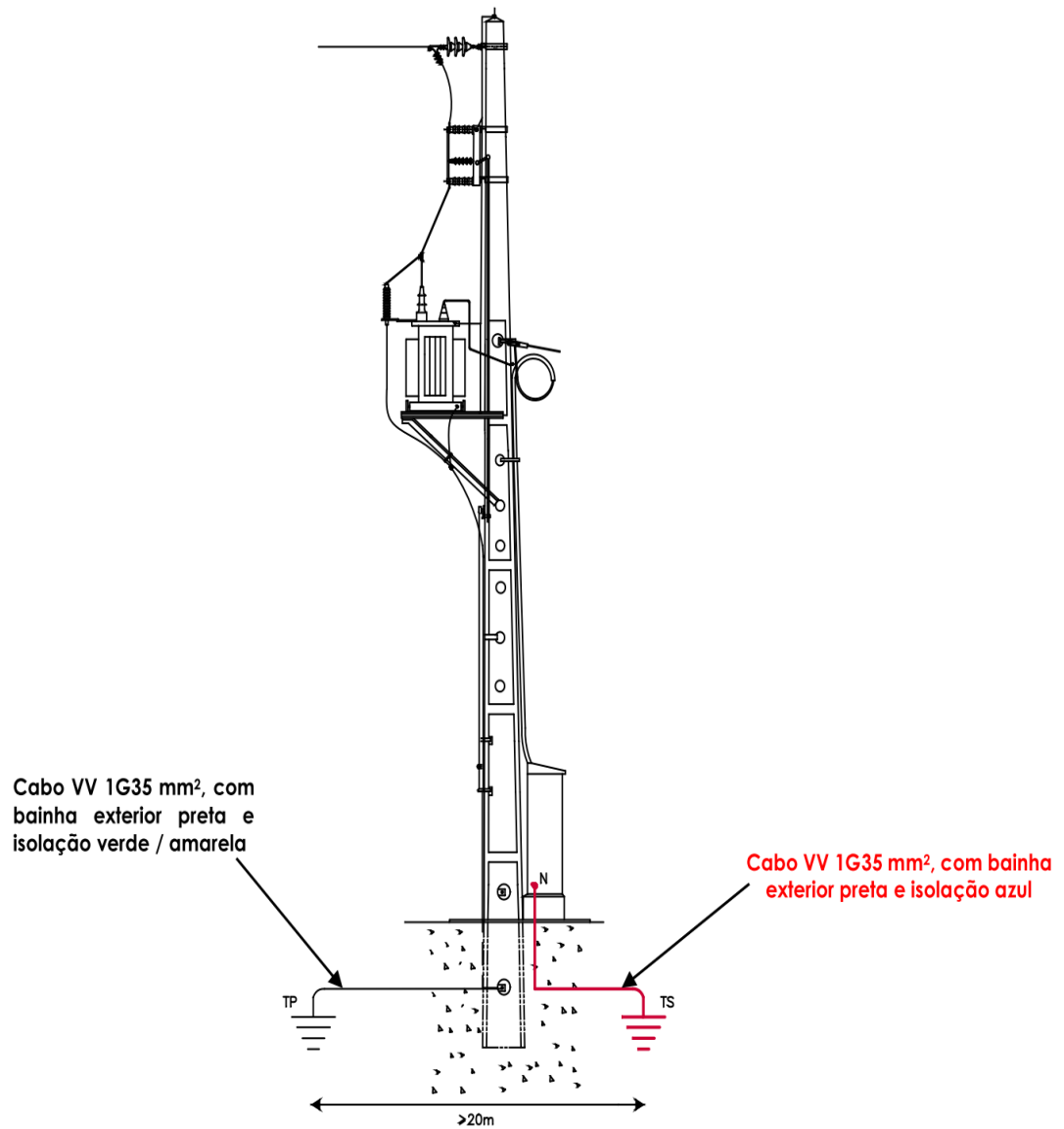


ANEXO A.10: Fluxograma de Fase de Desconsignação

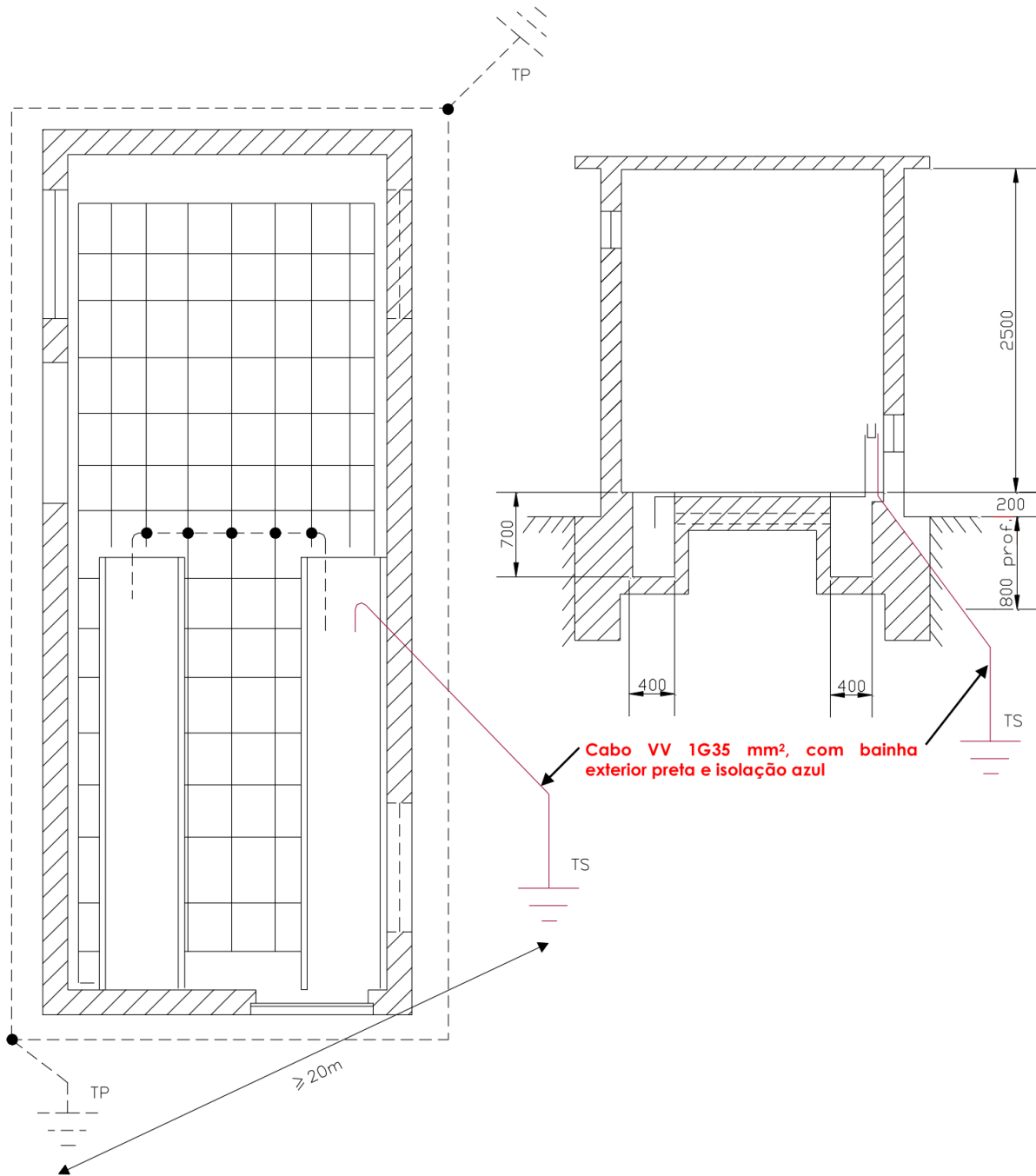
ANEXO A.11: Terra de Proteção para PTAS – Ligação do terminal inferior do poste ao elétrodo da terra de proteção



ANEXO A.13: Terra de Serviço para PTAI – Ligação do barramento de neutro do QGBT ao elétrodo da terra de serviço



ANEXO A.14: Terra de Serviço para PT Cabine Baixa – Ligação do barramento de neutro do QGBT ao elétrodo da terra de serviço



ANEXO A.15: Mapa de Medições



Data: 08-09-2016

Mapa de Medições

Unidade Organizativa: 4630 - AOCBR - ÁREA OPERACIONAL COIMBRA

Local: 0605 - Coimbra - Figueira da Foz

Projecto: EDIS-C2016-066367 - MS PTD FIG 313 ALTO BRENHA SUBST SECC

Empreitada: 62055706 - MS PTD FIG 313 ALTO BRENHA SUBST SECC

Classe Obra: BT-POST. TRANSF SECC

Empreiteiro: REDE - EMPRESAS DE ENERGIA, ACE

Código	Forn	Descrição	Quantidades	
			Planeado	Adjudicado
0201500	U	MOB GMS ATE 160 KVA	1,000	_____
122550	N	MOBILIZACAO GMS ATE 160 KVA	1,000 UN	_____
0201504	U	CEDNCIA E OPERACAO GMS 100 KVA	2,500	_____
122554	N	CEDECENCIA E OPERACAO GMS 100 KVA	2,500 HOR	_____
2029508	U	DESL+POST LIG RAM/ARCOS TET MT	1,000	_____
122482	N	DESLIG+POST LIG RAMAL/ARCOS TET MT	1,000 UN	_____
1101546	U	SUBT SECC 10-15KV PTD R100/AS	1,000	_____
118554	N	SUBST SECC/INT-SECC MT	1,000 UN	_____
276871	L	SEC FACAS S/T S15-IV 200A F	1,000 UN	_____
0000000	U	Materiais Diversos	1,000	_____
275912	L	LIG ANEL AL(20-70)/CU-AL	3,000 UN	_____

Data de conclusão prevista: 08.10.2016

Pelo empreiteiro: ____/____/____

Pela EDP: ____/____/____

Pág. 1 / 1

ANEXO A.16: Ficha de Valorização para Pedidos BT



distribuição

FICHA DE VALORIZAÇÃO PARA PEDIDOS BT

Ficha n.º

FT_CBR_190001673548

Dados do Projecto		Data
Def. Projecto	EDIS-C2017-011315	04-02-2017
Requerente		Telef./TIm
NIP		A executar até
Atribuído a	REDE_ACE CBR	21-02-2017
Dados de Ramal		
Nº Pedido Ramal	Tipo Pedido	Modificação local Contador
Rua	Nº	Contato ISU
Concelho	Lugar/Freguesia	PN
Ponto de entrega >600 m do PTD?	Integração em Loteamento	Nº do Processo
Potência Aprovada do Lote	Infraestruturas	Nº do Lote
	Em exploração	% de Execução das Infraestruturas
Dados Técnicos		
Potência Requistada	Potência Valorizada	Pot Máxima Atual
		Alimentação
		Trifásico
Coordenadas		
Formato	Ponto de ligação à Rede BT	Ponto de entrega
WGS84LatLong	Latitude	Latitude
	Longitude	Longitude
Proposta de Alimentação		
Alimentar a partir do PT	Rede	Potência Instalada do PT
Ponta	Nº do Circuito	Armário
		Tribloco
		Anexos
		<input type="checkbox"/> Estudo Dplan
		<input type="checkbox"/> Croquis
		<input type="checkbox"/> Plantas
		<input type="checkbox"/> Outros
Estudos de Rede - Parecer		
Dados de Valorização		
Elementos de Uso Exclusivo		Total
Aéreo	Subterrâneo	
Cabo	Cabo	
Comprimento	Comprimento	
Nº de Apoios		
Elementos de Uso Partilhado		Total
Aéreo	Subterrâneo	
Cabo	Cabo	
Comprimento	Comprimento	
Status		Custos planeados
Valorizado		V. Orçamento
Se pendente indicar motivo:		
Observações		Telecom's/Parecereres
		Op. Telecom 1
		Op. Telecom 2
		<input type="checkbox"/> Infraestruturas Portugal
		<input type="checkbox"/> Câmara Municipal
		<input type="checkbox"/> CP/REFER

13-04-2017

ANEXO A.17: Ficha de Croqui


distribuição

CROQUI

Ficha n.º
 FT_CBR_190001673548

Dados do Projecto

Nº Pedido Ramal	<input type="text"/>	Requerente	<input type="text"/>		Contato ISU	<input type="text"/>
NIP	<input type="text"/>	Tipo Pedido	MODKE	Modificação local Contador	Potência Requesitada	<input type="text"/>
Rua	<input type="text"/>				Nº	<input type="text"/>
Concelho	<input type="text"/>	Lugar/Freguesia	<input type="text"/>		Código Postal	<input type="text"/>

Coordenadas

Formato	Ponto de ligação à Rede BT		Ponto de entrega	
WGS84LatLong	Latitude	Longitude	Latitude	Longitude
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Alimentação

Alimentar a partir do PT	<input type="text"/>	Rede	Aérea	Nº do Circuito	<input type="text"/>	Armário	<input type="text"/>	Tribloco	<input type="text"/>
--------------------------	----------------------	------	-------	----------------	----------------------	---------	----------------------	----------	----------------------

(Fotografias/Plantas das Obras)

LEGENDA:

<ul style="list-style-type: none"> Rede Subterrânea Chegada Subterrânea Armário Terra de Serviço Luminária (...) Existente 	<ul style="list-style-type: none"> Rede Aérea Chegada Aérea Apoio Cx Rede Aérea (...) a Colocar (...) a Desmontar (...) a Substituir
--	--

13-04-2017

ANEXO A.20: Ficha de Riscos Associados ao Meio Envoltente – Lista de verificação para a identificação e controlo de riscos

RISCOS ASSOCIADOS AO MEIO ENVOLVENTE LISTA DE VERIFICAÇÃO PARA A IDENTIFICAÇÃO E CONTROLO DE RISCOS				
obra :				
	E	O	RISCOS/SITUAÇÕES PERIGOSAS	MEDIDAS DE PREVENÇÃO
Localização da obra / estaleiro				
Estradas e Acessos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Deterioração <input type="checkbox"/> Desabamentos <input type="checkbox"/> Zonas de acidentes frequentes <input type="checkbox"/> Zonas de trânsito congestionado <input type="checkbox"/> Restrições de circulação	<input type="checkbox"/> – FSS 10.1 - Delimitação e acessos ao estaleiro <input type="checkbox"/> – FSS 10.5 – Trabalhos junto à via pública <input type="checkbox"/> – Colocar sinalização e demarcar a zona <input type="checkbox"/> – Definir zonas de circulação <input type="checkbox"/> – Solicitar autorizações legais <input type="checkbox"/> – Criar trajectos alternativos
Geologia				
Geologia (solo, subsolo, lençóis de água, poços, etc.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Afogamento <input type="checkbox"/> Afundamento <input type="checkbox"/> Atolamento de máquinas <input type="checkbox"/> Capotamento de máquinas <input type="checkbox"/> Culturas <input type="checkbox"/> Desabamentos <input type="checkbox"/> Deslizamento ou aluimento <input type="checkbox"/> Despenhadeiros <input type="checkbox"/> Inundações <input type="checkbox"/> Produtos químicos <input type="checkbox"/> Quedas a nível diferente <input type="checkbox"/> Subida dos níveis freáticos <input type="checkbox"/> Vedações	<input type="checkbox"/> – FSS 2.4 - Cruzamento e travessia de obstáculos <input type="checkbox"/> – FSS 12.7 - Geologia <input type="checkbox"/> – FSS 12.8 - Relevo <input type="checkbox"/> – Reconhecimento / estudo preliminar geotécnico da natureza do solo <input type="checkbox"/> – Ancoragem de taludes <input type="checkbox"/> – Eliminação de elementos instáveis <input type="checkbox"/> – Colocar sinalização e demarcar a zona <input type="checkbox"/> –
Relevo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Terrenos agrícolas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Interferências com redes técnicas				
Proximidade de linhas aéreas de electricidade	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Acidente eléctrico / Queimaduras	<input type="checkbox"/> – FSS 2.2 - Trabalhos na vizinhança de instalações eléctricas em tensão <input type="checkbox"/> – FSS 2.4 - Cruzamento e travessia de obstáculos <input type="checkbox"/> –
Proximidade de redes subterráneas de electricidade	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Acidente eléctrico / Queimaduras <input type="checkbox"/> Incêndio	<input type="checkbox"/> – FSS 12.9 - Interferência com redes eléctricas subterráneas <input type="checkbox"/> –
Proximidade de linhas aéreas de telefones	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Corte de comunicações <input type="checkbox"/> Electrocussão	<input type="checkbox"/> – FSS 2.4 - Cruzamento / travessia de obstáculos <input type="checkbox"/> – FSS 12.5 - Interferência com redes telefónicas <input type="checkbox"/> –
Proximidade de redes subterráneas de telefones	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Proximidade de redes de águas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Rotura de condutas / Inundações <input type="checkbox"/> Desabamentos <input type="checkbox"/> Intoxicações/Infecções	<input type="checkbox"/> – FSS 12.3 - Interferência c/ redes de águas <input type="checkbox"/> – FSS 12.4 - Interferência c/ redes de esgotos <input type="checkbox"/> –
Proximidade de redes de esgotos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Proximidade de oleodutos e gasodutos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Rotura de condutas <input type="checkbox"/> Explosão/Projeção de objectos <input type="checkbox"/> Intoxicação/Asfixia	<input type="checkbox"/> – FSS 12.2 - Interferência com oleodutos e gasodutos <input type="checkbox"/> –
Cruzamentos / travessias				
Linhas eléctricas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Acidente eléctrico / Queimaduras	<input type="checkbox"/> – FSS 2.4 - Cruzamento e travessia de obstáculos <input type="checkbox"/> –
Caminhos de ferro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Catenárias (indução e electrocussão) <input type="checkbox"/> Atropelamentos	<input type="checkbox"/> – FSS 2.4 - Cruzamento e travessia de obstáculos <input type="checkbox"/> – FSS 12.6 - Proximidade de linhas de caminho de ferro <input type="checkbox"/> –
Linhas / Cursos de água	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Afogamento / Afundamento <input type="checkbox"/> Subida dos níveis freáticos <input type="checkbox"/> Inundações <input type="checkbox"/> Afogamento <input type="checkbox"/> Deslizamento / aluimento de terras <input type="checkbox"/> Capotamento de máquinas	<input type="checkbox"/> – FSS 2.4 - Cruzamento e travessia de obstáculos <input type="checkbox"/> – Estudo do relevo <input type="checkbox"/> – Medidas de salvamento aquático <input type="checkbox"/> –
Edifícios / habitações/muros	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Transposição de edifícios <input type="checkbox"/> Quedas de altura <input type="checkbox"/> Desmoronamento	<input type="checkbox"/> – FSS 2.4 - Cruzamento e travessia de obstáculos <input type="checkbox"/> – FSS 3.4 - Trabalhos em cobertura de edifícios <input type="checkbox"/> –

E - Estaleiro O - Obra

Data: ____ / ____ / ____

Rubrica: _____

ANEXO A.22: Ficha de Registo de Inspeções e Ensaios



REGISTO DE INSPECÇÕES E ENSAIOS

PROCESSO N.º	ORÇAMENTO N.º	OBRA N.º
Designação:		
Local:		
Dono da obra:	Contacto (Nome/Telefone)	
Morada:	NIFC	
Requerente/Urbanizador		

VALAS

Controlo do processo	Critério de Aceitação	Tolerância	DMM n.º	Valor Medido	NA	C	NC	Data/Assinatura	C	Data/Assinatura
----------------------	-----------------------	------------	---------	--------------	----	---	----	-----------------	---	-----------------

Abertura de valas

Comprimento total do troço (m)

		Troço inspeccionado								
Início	Profundidade (Trav/Pass) (m)	1,2/1,0/0,8	± 0,10m		a)			/ / /		/ / /
		1,2/1,0/0,8	± 0,10m		a)			/ / /		/ / /
		1,2/1,0/0,8	± 0,10m		a)			/ / /		/ / /

a) Na impossibilidade de cumprir os valores regulamentares, justificar.

Distância a outras infra-estruturas

		Troço inspeccionado								
Início	Telefones	20cm	+2cm		b)			/ / /		/ / /
	Água	20cm	+2cm		b)			/ / /		/ / /
	Gás	20cm	+2cm		b)			/ / /		/ / /
	Saneamento	50cm	+5cm		b)			/ / /		/ / /
Meio	Telefones	20cm	+2cm		b)			/ / /		/ / /
	Água	20cm	+2cm		b)			/ / /		/ / /
	Gás	20cm	+2cm		b)			/ / /		/ / /
	Saneamento	50cm	+5cm		b)			/ / /		/ / /
Fim	Telefones	20cm	+2cm		b)			/ / /		/ / /
	Água	20cm	+2cm		b)			/ / /		/ / /
	Gás	20cm	+2cm		b)			/ / /		/ / /
	Saneamento	50cm	+5cm		b)			/ / /		/ / /

b) Na impossibilidade de garantir o afastamento definido, colocar uma forra entre as infra estruturas.

JUSTIFICAÇÕES a) e b)

Colocação de almofadas de areia

		Troço inspeccionado								
Início	No leito da vala	0,10m	± 0,020m					/ / /		/ / /
	Por cima do cabo/tubo	0,30m						/ / /		/ / /
Meio	No leito da vala	0,10m						/ / /		/ / /
	Por cima do cabo/tubo	0,30m						/ / /		/ / /
Fim	No leito da vala	0,10m					/ / /		/ / /	
	Por cima do cabo/tubo	0,30m					/ / /		/ / /	

Verificações Visuais

Colocação de fita e rede de sinalização								/ / /		/ / /
Colocação dos cabos MT em Trevo								/ / /		/ / /
Colocação de lajetas de protecção mecânica								/ / /		/ / /
Reposição de pavimento								/ / /		/ / /
Verificação da limpeza do meio envolvente do trabalho efectuado								/ / /		/ / /
Cumprimento da Folha de Obra								/ / /		/ / /

Observações

Conformidade da Obra / / / / / /

O Responsável do Dept. Técnico	
Assinatura	Data
	/ / /

DMM - Dispositivos de Monitorização e Medição.
 NA - Não Aplicável C - Conforme NC - Não Conforme
 IHL081

ANEXO A.23: Instruções para os primeiros socorros em acidentes pessoais produzidos por correntes elétricas

INSTRUÇÕES PARA OS PRIMEIROS SOCORROS EM ACIDENTES PESSOAIS PRODUZIDOS POR CORRENTES ELÉTRICAS

A) Providências imediatas para subtrair a vítima à ação da corrente

1.º SUBTRAIR A VÍTIMA, o mais rapidamente possível, aos efeitos da corrente elétrica e afastar as pessoas desnecessárias, observando o seguinte:

a) **No caso de baixa tensão:**
Cortar imediatamente a corrente. Se for demorado a corte da corrente, afastar imediatamente a vítima dos condutores, tomando as precauções seguintes:
1) Isolar-se da terra, antes de tocar na vítima, colocando-se sobre uma superfície isolante, constituída por panos ou peças de vestuário secos, ou por tapete de borracha, ou por qualquer outro meio equivalente (tábua, barrotes ou calças de madeira, secas);
2) Afastar a vítima dos condutores, isolando as mãos por meio de luvas de borracha, panos ou peças de vestuário secos ou utilizando varas compridas de madeira bem seca, cordas bem secas, etc.

Ter em atenção que os riscos de electrocussão, ao proceder ao salvamento da vítima, são maiores se o pavimento ou solo estiver molhado ou húmido, pelo que deverá, nesse caso, proceder-se com o maior cuidado.

b) **No caso de alta tensão:**
Cortar imediatamente a corrente. Se a corrente não for cortada, é necessária a intervenção de pessoas conhecedoras do perigo para afastar a vítima dos condutores.

2.º SE A VÍTIMA FICOU SUSPENSA dos condutores, pode ser necessário atenuar os efeitos da queda, preparando uma camada de palha, ou uma rede ou pano esticado, etc.

B) Socorros a prestar à vítima até à chegada do médico

Logo que a vítima tenha sido afastada dos condutores e enquanto não chega o médico é da maior importância prestar à vítima os socorros seguintes, sem a mínima perda de tempo:

1.º **AREJAR** bem o local em que se encontra a vítima. Não perder tempo a transportar a vítima para outro local, a menos que seja para a subtrair a uma atmosfera viciada. Não permitir a permanência de mais de três ou quatro pessoas junto da vítima.

2.º **DESAPERTAR** todas as peças de vestuário que comprimam o corpo da vítima: colarinho, cinto, casaco, colete, etc.

3.º **RETRAI** da boca qualquer corpo estranho (por exemplo, placa de dentes artificiais). Limpar a boca e as narinas de sujidades.

4.º **APLICAR**, sem demora, a respiração artificial, que deverá ser mantida até que a natural se restabeleça regularmente, devendo, porém, ainda depois disso, a vítima continuar vigiada até à chegada do médico.

Caso não se restabeleça a respiração natural, deve manter-se a artificial, mesmo que ao fim de várias horas a vítima não dê sinais de vida.

A RESPIRAÇÃO ARTIFICIAL NÃO DEVERÁ SER INTERROMPIDA DURANTE O EVENTUAL TRANSPORTE DA VÍTIMA.

5.º **QUANDO A VÍTIMA SE REANIMAR**, evitar contrariar os primeiros movimentos respiratórios espontâneos, mas ficar pronto a recomençar a respiração artificial se a natural afrousar. Procurar-sevá ativar a circulação do sangue, borrifando o rosto e o peito com água fria, friccionando-o com um pano molhado e excitando as regiões vitais do coração com pancadas secas com a base do dedo polegar. Seguidamente deve transportar-se a vítima para uma cama, cobrindo-a bem e fazendo-a tomar algumas colheres de chá ou café bem quente ou de aguardente logo que esteja em condições de engolir.

Importante: Não obrigar a vítima a tomar qualquer bebida antes de estar reanimada.

6.º SE O ACIDENTE FOR EM ALTA TENSÃO, observar, depois de a vítima recuperar os sentidos, os seguintes cuidados, além dos anteriores:

a) Dar de beber à vítima, sem perda de tempo, uma colher (de chá) de bicarbonato de sódio dissolvido em 3 dl de água. Repetir esta dose de hora a hora.

Além disso, convém dar a beber à vítima muita água ligeiramente salgada (uma colher de sopa de sal para 1 l de água) ou açúcar (três colheres de sopa de açúcar para 1 l de água), assim como chá, sumo de frutas ou água alcalina (Vidago, por exemplo).

Salvo indicação médica em contrário, este regime deve prosseguir durante cinco ou seis dias, se passo que a administração da água bicarbonatada não passa dos primeiros 24 a 36 horas.

b) Manter a vítima sob vigilância e convenci-la da necessidade de estar sob a observação médica durante as 48 horas seguintes, em virtude dos efeitos nervosos ou renaís que podem sobrevir durante esse período;

c) Durante o transporte da vítima para o hospital poupar esta a qualquer esforço físico e continuar a dar-lhe a beber, de hora a hora, uma dose idêntica à dose inicial de água bicarbonatada. Assinalar à chegada ao hospital a quantidade de água ingerida.

d) Recolher a urina da vítima, especialmente a da primeira micção, e pô-la à disposição do médico, para análise (detecção eventual de mioglobina, que constitui o sintoma importante de acidentes graves).

Evitar as seguintes causas de insucesso da respiração artificial:
Demora a pôr em prática a respiração artificial. Esta demora constitui a causa da maioria dos insucessos, pelo que deve ler-se esta noção sempre bem presente no espírito.
Espasmo de despertar o vestuário ou de libertar as vias respiratórias de mucosidades.
Interrupção permuta da respiração artificial.
Má execução da respiração artificial por:
a) Aceleração do ritmo além do da respiração natural;
b) Obstrução das vias respiratórias resultante da posição deflexiva da cabeça.

No caso de o tórax da vítima não aumentar de volume durante a insuflação, verificar de novo a posição da cabeça e do queixo da vítima e corrigi-la, se necessário.

4.º AFASTAR A BOCA E DEIXAR DE OBTURAR AS NARINAS da vítima a fim de o ar poder sair dos pulmões pela boca e pelo nariz (Fig. 5).

5.º REPETIR AS OPERAÇÕES 3.º E 4.º, SUCESSIVAMENTE TODOS OS QUATRO A CINCO SEGUNDOS, ATÉ A RESPIRAÇÃO NATURAL DA VÍTIMA SE MANTER.

ii) **Respiração por insuflação boca e nariz:**
Proceder como no método anterior, mas insuflando ar pelo nariz, e não pela boca, da vítima, obturando, durante a insuflação, a boca da vítima com a mão que segura o queixo.
Se a vítima for uma criança, pode tornar-se mais cómodo insuflar o ar simultaneamente pela boca e pelo nariz da vítima.

iii) **Respiração por movimento dos braços (método de Sylvester-Bronck):**
1.º **DEITAR A VÍTIMA DE COSTAS** e colocá-la debaixo dos ombros uma almofada (peças de vestuário, por exemplo), de modo que a cabeça fique inclinada para trás.
2.º **SEGUIDAMENTE PÔR UM JOELHO NO CHÃO ATRÁS DA CABEÇA DA VÍTIMA**, agarrá-lo os braços, pelos pulsos, puzá-los para cima e, a seguir, para trás, por cima da cabeça até tocarem o chão (Fig. 6).

3.º **CONSERVAR OS BRAÇOS NESTA POSIÇÃO** durante dois a três segundos (contando, por exemplo, em voz alta os números, segundos, 151, 152).

4.º **APÓS ESTA PAUSA, MOVER OS BRAÇOS DA VÍTIMA** em sentido contrário até apoiar os antebraços no peito da vítima, comprimindo-o ligeiramente (Fig. 7).

5.º **FAZER NOVA PAUSA** de dois a três segundos (contando, por exemplo, em voz alta 153, 154).

6.º **REPETIR ESTES MOVIMENTOS** até a respiração natural da vítima se manter.

iv) **Excitação dos braços e respiração a sós:**
Deve dar-se a preferência para os métodos de insuflação boca e boca ou boca e nariz, porque são os melhores que o método de Sylvester-Bronck.

Importante: Nunca se deve abandonar a vítima sem ter aplicado imediatamente os primeiros socorros, não se deve perder o tempo a procurar equipamentos ou a esperar que alguém chegue.


Publicado em 1970, de 17 de Janeiro

Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia

Modelo n.º 488 (Edição de 1978, 3.ª e 4.ª)

92 - 630 260 - 4.300 000


ANEXO A.24: Poster informativo de TET



HELENOS, S.A.

TRABALHOS EM TENSÃO

João Tiago Veríssimo Ferreira
Mestrado em Engenharia Eletrotécnica
Instituto Superior de Engenharia de Coimbra



ISEC
ENGENHARIA

Introdução

Os trabalhos em tensão (TET) têm como objetivo evitar interrupções no fornecimento de energia, existindo assim um aumento do número de TET. Estes trabalhos impõem o recurso a meios humanos competentes, meios tecnológicos e equipamentos homologados e certificados.

Atualmente, a continuidade de serviço no fornecimento de energia elétrica é um dos aspetos de maior relevância para consumidores e distribuidores de energia elétrica. É de salientar a importância da aplicação e o desenvolvimento de técnicas e materiais para TET, minimizando o impacto das intervenções nas redes elétricas.

Os TET decorrem quando o trabalhador entra em contacto com elementos em tensão, ou entra numa zona considerada de perigo, com uma parte do seu corpo, ou até mesmo com ferramentas, equipamentos, dispositivos e materiais que manipula na execução dos trabalhos.

Métodos de TET para LZT, MT e AT

Os métodos de TET de execução são os seguintes:

- Método à **distância**;
- Método ao **contacto**;
- Método ao **potencial**.

Além destes métodos existe ainda a aplicação do método **global**, que resulta da combinação dos 3 métodos anteriores. Atualmente, o método mais utilizado é o método à distância, devido ao seu maior desenvolvimento ao nível de técnicas e equipamentos, sendo este o mais seguro.

A realização de TET orienta-se por regras gerais designadas nas condições de execução de trabalhos. São condições de execução que independentemente das regras específicas aplicáveis a cada um dos equipamentos e ferramentas utilizados, devem ser respeitadas pelos colaboradores TET que intervenham em instalações em tensão.

LZT	MT	AT
$Un \leq 30 \text{ kV}$	$1 \text{ kV} < Un \leq 45 \text{ kV}$	$45 \text{ kV} < Un \leq 110 \text{ kV}$

Distâncias de segurança para MT, AT e MAT usadas no método à distância

Tensão nominal (kV)	Distância de tensão (cm)	Distância de guarda (cm)	Distância de aproximação (cm)
6	10	50	60
10	10	50	60
15	10	50	60
30	20	50	70
60	30	50	80
110	60	50	110
150	80	50	130
220	110	50	160
400	200	50	250

Condições de Execução de Trabalhos

As condições de execução de trabalhos (CET) são um documento dinâmico, no qual estão apresentadas as regras gerais a respeitar para a realização de trabalhos em tensão:

- Regras de relacionamento entre o responsável de trabalhos com o responsável de exploração;
- Metodologias segundo as quais o trabalho deve ser preparado;
- Ferramentas e equipamentos a utilizar;
- Verificação da boa execução do trabalho;
- Regras relativas às condições atmosféricas;
- Regras relativas aos Regimes Especiais de Exploração.

Os trabalhadores a quem são confiados os TET devem dispor de equipamentos e ferragens adequadas e os necessários equipamentos de proteção e segurança, de forma a salvaguardarem a sua própria segurança e a de terceiros.

Processo de trabalho

1. Verificação no terreno se é possível ou não executar as tarefas pedidas em TET;
2. Pedido de Autorização de Intervenção em Tensão;
3. Elaboração do plano de trabalhos;
4. Arranjo e delimitação da zona de trabalhos;
5. Contacto com o responsável de exploração, para validação da Autorização de Intervenção em Tensão;
6. Informação aos executantes;
7. Preparação dos equipamentos e materiais necessários à intervenção;
8. Execução das tarefas TET;
9. Desmontagem e arrumação dos equipamentos usados;
10. Entrega da instalação elétrica.

Tarefas TET mais comuns para MT

- ✓ Abertura e fecho de arcos;
- ✓ Manutenção de seccionadores;
- ✓ Substituição de isoladores/cadeias de isoladores;
- ✓ Montagem de apoio em alinhamento;
- ✓ Colocação/remoção de travessas.

Limitações aos TET MT, AT em função das condições atmosféricas

Condições atmosféricas	Trabalhos em instalações – Método à Distância	
	Exteriores	Interiores
Precipitação pouco intensa	O Trabalho pode ser iniciado e acabado, se de curta duração	(não aplicável)
Precipitação intensa	O Trabalho não pode ser iniciado nem acabado	
Nevoeiro intenso		
Vento violento (*)		
Trovoada	O Trabalho não pode ser iniciado nem acabado	

(*) – os Modos Operatórios indicam, se for caso disso, o valor da força a partir do qual o vento é considerado violento

Trabalho desenvolvido sob orientação do Eng.º Pedro Cunha, no âmbito do Estágio Curricular, Trabalho Final de Curso 2016/2017

ANEXO A.25: Poster informativo de TET



TRABALHOS EM TENSÃO

João Tiago Veríssimo Ferreira
Mestrado em Engenharia Eletrotécnica
Instituto Superior de Engenharia de Coimbra



Limitações aos TET LZT em função das condições atmosféricas

Condições atmosféricas	Trabalhos em instalações	
	Exteriores	Interiores
Precipitação pouco intensa	Os Trabalhos não devem ser iniciados nem acabados	Os Trabalhos podem ser iniciados e acabados
Precipitação intensa		
Nevoeiro intenso		
Vento violento (*)		
Trovoada		Os Trabalhos não podem ser iniciados nem acabados
(*) – os Modos Operatórios indicam, se for caso disso, o valor da força a partir do qual o vento é considerado violento		

1. Disparo automático do(s) disjuntor(es) que protege(m) a zona de trabalhos, no caso de ocorrência de um defeito na instalação onde decorre o trabalho;
2. Supressão de todas as religações automáticas da(s) saída(s) afetada(s) pelo trabalho;
3. Eliminação das temporizações das proteções seletivas dessa(s) saída(s);

A modificação intencional das proteções deve ser materializada nos painéis de comando da instalação, por meio de sinalização avisadora dessa situação, de modo que ninguém possa alterar essa modificação irrefletidamente.

A colocação da instalação elétrica em REE pode ser efetuada localmente ou por meio de telecomando, a partir do centro de Comando/Despacho.

Após a atuação de uma proteção, caso a instalação se encontre em REE, o responsável de exploração só pode dar ordem de reposição da tensão na instalação, depois de ter recebido do responsável de trabalhos uma indicação de que o pode fazer e sabendo que essas manobras não possam causar algum tipo de perigo, para ele e para a restante equipa de trabalhos.

Autorização para Intervenção em Tensão

A Autorização para Intervenção em Tensão (AIT) é o documento mais importante nos TET. Sem ela, o responsável de trabalhos não pode fazer nenhum tipo de TET. Esta autorização é passada pelo responsável de exploração, que nomeia o responsável de trabalhos da equipa que vai executar a intervenção em tensão. A cada trabalho corresponde uma AIT.

Plano de Trabalhos

O plano de trabalhos deverá ser constituído por:

- Identificação da instalação elétrica;
- Natureza do trabalho a efetuar e meios particulares que possam ser necessários;
- Possibilidades de acesso e de estacionamento;
- Necessidade de colocação da instalação em Regime Especial de Exploração;

Antes de se iniciar qualquer trabalho, é necessário verificar o estado de limpeza e do bom funcionamento dos equipamentos e das ferramentas de trabalho. Todos os equipamentos devem ser verificados visualmente na zona de trabalhos pelos seus executantes sob a sua própria responsabilidade, como por exemplo, as luvas mecânicas, o capacete e o arnés de segurança.

A verificação dos equipamentos e das ferramentas de uso coletivo deve ser efetuada pelo responsável de trabalhos.

Regime Especial de Exploração

O Regime Especial de Exploração (REE) é uma situação em que é colocado um elemento da rede, ou uma instalação elétrica, durante a realização de TET, ou na vizinhança de tensão, de modo a diminuir o risco elétrico e minimizar os seus efeitos. Assim, evita-se as reposições de tensão automáticas, ou voluntárias, no seguimento do disparo das proteções.

O REE assegura as seguintes situações:

Habilitação para trabalhos em tensão

A atribuição de um título de habilitação exige que o trabalhador tenha competência técnica e humana, relativamente às precauções a tomar, para prevenir os acidentes de origem elétrica, ou outros associados à realização dos trabalhos, ou tarefas que lhe são confiadas. Além disto, um executante TET deve possuir aptidão médica, para poder realizar as tarefas que lhe vão ser confiadas, estando esta mencionada na sua Ficha de Aptidão Médica.

Avaliação de Riscos

A avaliação de riscos resume-se ao exame de uma instalação (em projeto ou laboração), permitindo identificar os riscos presentes no sistema, como também as ocorrências potencialmente perigosas e as suas consequências. O seu principal objetivo é a redução de riscos e danos. Logo, analisar um risco é identificar, discutir e avaliar as possibilidades de ocorrência de acidentes, na tentativa de evitar que estes aconteçam. Na infelicidade destes ocorrerem, devem ser definidas as alternativas, que minimizem os danos causados por estes acontecimentos.

Conclusões

O processo de TET é um processo complexo e de elevada exigência organizacional. Exige a interação de todos os intervenientes no processo, desde o início até ao fim dos trabalhos. Estes trabalhos são indispensáveis à manutenção, conservação e modificação das redes de energia elétrica.

Trabalho desenvolvido sob orientação do Eng.º Pedro Cunha, no âmbito do Estágio Curricular, Trabalho Final de Curso 2016/2017

