UNIVERSIDADE D
COIMBRA

Maria Inês Coutinho Antunes

MODELO DE GESTÃO APLICADO AO PROCESSO DE CONTROLO DE LIGAÇÕES À REDE E REABILITAÇÃO DE ATIVOS

VOLUME I

Dissertação no âmbito do Mestrado Integrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores do Ramo de Energia orientada pelo Professor Doutor Humberto Manuel Matos Jorge e Engenheiro Hugo Miguel Plácido Ribeiro e apresentada ao Departamento de Engenharia Eletrotécnica e de Computadores da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.

julho de 2020

FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE D
COIMBRA

MODELO DE GESTÃO APLICADO AO PROCESSO DE CONTROLO DE LIGAÇÕES À REDE E REABILITAÇÃO DE ATIVOS

Maria Inês Coutinho Antunes

VOLUME 1

Dissertação no âmbito do Mestrado Integrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores do Ramo de Energia orientada pelo Professor Doutor Humberto Manuel Matos Jorge e Engenheiro Hugo Miguel Plácido Ribeiro e apresentada ao Departamento de Engenharia Eletrotécnica e de Computadores da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.

Presidente do Júri – Professor Doutor Carlos Alberto Henggeler de Carvalho Antunes
Vogal – Professor Doutor André Manuel dos Santos Mendes

julho de 2020

edp distribuição

"Põe quanto és no mínimo que fazes."

Fernando Pessoa, Odes de Ricardo Reis. Lisboa: Ática. 1946 (imp.1994)

Agradecimentos

Em primeiro lugar, um agradecimento especial a toda a minha família, em particular aos meus pais e avós maternos, pelos valores e princípios transmitidos ao longo da vida que me tornaram na pessoa que sou hoje. Quero também agradecer ao meu irmão por todo o apoio incondicional neste momento crucial da minha vida académica.

Ao orientador da presente dissertação, Professor Doutor Humberto Manuel Matos Jorge, que com a sua reconhecida experiência e conhecimentos, acompanhou, analisou e corrigiu o desenvolvimento deste trabalho final de Mestrado.

Um especial obrigada ao orientador por parte da EDP Distribuição, Engenheiro Hugo Miguel Plácido Ribeiro, por toda a atenção e compreensão disponibilizada, que me acompanhou durante este período e se mostrou sempre preocupado com a minha integração e bem-estar, transmitindo-me variados valores intelectuais e humanos fundamentais nestes primeiros passos da minha vida profissional. Agradecer também por toda a ajuda e transmissão de conhecimentos por parte dos restantes colaboradores da Área de Ligações à Rede da Unidade da Guarda.

Gostava ainda de agradecer a todos os professores da Universidade de Coimbra, por todo o conhecimento adquirido durante o meu percurso académico.

Por último, gostaria de agradecer também a todos os meus amigos e colegas que acompanharam de perto o meu percurso universitário e me proporcionaram momentos que nunca irei esquecer.

Resumo

A presente dissertação contribuiu para o término da formação académica de Mestrado Integrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores (MIEEC), da Universidade de Coimbra, e, sendo realizada em ambiente empresarial, permitiu também a integração gradual na estrutura e no ambiente do grupo EDP Distribuição (EDPD). Teve como objetivo principal a criação de um Modelo de Gestão para Controlo de Processos que engloba a renovação de ativos obsoletos.

Atualmente, a EDPD tem vindo a sofrer uma remodelação, no modelo organizativo, com vista a ser uma empresa mais ágil, próxima, focada, eficiente e resiliente, tendo como principal foco a oportunidade para adequar o modelo organizativo ao contexto atual e aos desafios do futuro. Contribuíram para adequar o modelo organizativo à realidade atual e aos desafios futuros, a crescente exigência de dados e serviços do Operador de Rede de Distribuição (ORD) para suporte à evolução do mercado, a estratégia de renovação de concessões assente na importância de uma operação integrada das redes de MT e de BT, a pressão regulatória para aumento da eficiência e exigência de novos serviços, aliada à forte dinâmica de evolução tecnológica, potenciada pela digitalização e desenvolvimento de redes inteligentes. Com o aumento exponencial da quantidade de dados a analisar, torna-se necessário a criação de um modelo de controlo processual de apoio à gestão dos processos de Novas Ligações. Derivado às dificuldades inerentes ao controlo das Novas Ligações, é necessário a implementação de um modelo de gestão e controlo de processos, que permita uma visão global de todo o processo.

O processo de ligações à rede, tanto de BT como de MT, é bastante complexo, extenso e bastante burocrático. No entanto, algumas etapas são cruciais durante a sua concretização. Na criação de um novo ativo MT, é necessário executar oito fases distintas: planeamento, estudo, autorizações, cálculo, desenho, orçamentação, licenciamento e obra. Por outro lado, a criação de um ativo BT é um processo mais agilizado, sem necessidade de executar a fase de licenciamento. A necessidade de resposta aos novos desafios, na área da energia, requer uma capacidade de transformação significativa das atuais redes elétricas. Assim, as redes inteligentes de energia, *smart grids*, surgem como uma visão integrada para o futuro das redes elétricas bidirecionais que, progressivamente, darão resposta a estes desafios de instabilidade da rede e às constantes oscilações entre a oferta e procura.

A temática abordada na presente dissertação é de primordial importância para a gestão do processo intrínseco das Novas Ligações e para a evolução pessoal ao nível de criação de ativos MT e BT.

Palavras-chave

Big Data; Gestão de Processos; Ligações à Rede; Modelo de Gestão e Controlo; *Smart Grids*.

Abstract

This dissertation aims to complete the Master Degree in Electrotechnical and Computer Engineering, awarded by University of Coimbra, and, because it was held in a business environment, it has also allowed the gradual integration into EDP Distribuição (EDPD) group structure and environment. It had as its main goal the establishment of a Management Model to Monitoring Process which includes the renovation of obsolete assets.

EDPD has been currently undergone some rearrangement, in the organisational model, in order to become a more dynamic, close, focused, efficient and resilient company, which has as its main attention the opportunity to adjust its organisational model to the current world and to future challenges. It has also contributed to adjust the organisational model to the growing demand of both data and services of the Distribution System Operator (DSO) as support to expected market development, the strategy of renewal of concessions based on the importance of an integrated operation of MT and BT networks, the regulatory pressure to increase the efficiency growth and demand of new services, associated with the strong dynamic of the technological evolution, enhanced by the digitalisation and development of intelligent networks. Due to the exponential growth of the amount of information, it has become essential to establish a monitoring process to support the process management of New Connections. It is also necessary to implement a management model and monitoring process which allows the global vision of the whole process, owing to the fact that it is extremely difficult to monitor New Connections.

The process of network connections, both of BT and MT, is considerably complex, long and rather bureaucratic. Nevertheless, certain stages are crucial throughout its implementation. To establish a new MT asset, it is necessary to perform eight different stages: planning, study, authorisation, calculation, drawing, budget, licensing and work. On the other hand, to establish a BT asset, the process is much quicker, since the licensing stage is not needed. The necessity to meet new challenges, in the energy field, requires the significant transformation capacity of the current electricity supply system. Therefore, the smart grids appear as an integrated vision of the future two-way electricity supply system which will gradually meet not only the challenges of instable electricity supply systems but also the variations between supply and demand.

The areas of work dealt in this dissertation are of prime importance to the process management intrinsic to New Connections and to personal development in creating MT and BT assets.

Key words

Big Data; Process Management; Network Connections; Management and Monitoring Model; Smart Grids.

Índice

Agradecimentos ..... **i**

Resumo ..... **iii**

Abstract ..... **v**

Índice ..... **vii**

Lista de Figuras ..... **xi**

Lista de Tabelas ..... **xvii**

Abreviaturas e Símbolos ..... **xix**

1. Introdução **1**

1.1. Contextualização 1

1.2. Motivação e Objetivos 3

1.3. Estrutura da Dissertação 4

2. Processo de Ligações à Rede **7**

2.1. Enquadramento 7

2.2. Processos de Ligações 7

2.3. Tipos de Investimentos 8

2.4. Tipos de Pedidos 8

2.5. Etapas do Programa Corporativo JUMP 9

2.6. Obras de Investimento Obrigatório 10

2.6.1. Pedidos de Fornecimento Abaixo dos 2 MVA – PF 10

2.6.2. Pedidos de Iluminação Pública – PI 12

2.6.3. Pedidos de Desvio de Rede – PB 13

2.6.4. Ligação de Casos Especiais 14

2.7. Criação de um Ativo na Rede 15

2.7.1. Início de Vida do Ativo 15

2.7.2. Materialização da Necessidade 16

2.7.3. Transformação em Património 17

2.7.4. Fase Produtiva do Ativo 17

2.7.5. Fim de Vida do Ativo 17
2.8. Análise de Estudo de Rede 18
2.9. Introdução das *Smart Grids* 22
3. Estudos de Caso de Reabilitação de Ativos Obsoletos e Ligações à Rede 25
3.1. Enquadramento 25
3.2. Acompanhamento da Fase de Execução de Obras de Reabilitação de Ativos Obsoletos 25
3.3. Projeto e Orçamentação de Obras de Investimento Obrigatório 28
3.3.1. Estudo de Caso – Corujeira/Guarda 28
3.3.2. Estudo de Caso – Matança/Fornos de Algodres 29
3.3.3. Estudo de Caso – Marialva/Mêda 31
3.3.4. Estudo de Caso – Covilhã 33
4. Modelo de Gestão Aplicado ao Processo de Controlo de Ligações à Rede 35
4.1. Enquadramento 35
4.2. Situação Atual 35
4.3. Desenho do Modelo de Gestão e Controlo de Processos 37
4.4. Implementação do Modelo de Gestão e Controlo de Processos 39
4.4.1. Submenu Atualização 40
4.4.2. Submenu Relatórios 41
4.4.3. Submenu Administrador 42
4.4.4. Botões Menu Principal 43
4.5. Testes ao Modelo de Gestão e Controlo de Processos 43
4.6. *Dashboard* 44
4.6.1. Modelo de Dados 44
4.6.2. Implementação do *Dashboard* 45
4.7. Automatização do Modelo de Gestão e Controlo de Processos 47
5. Conclusão 49
Bibliografia 51
Apêndice A 55
Apêndice B 87

Apêndice C **115**

Apêndice D **137**

Apêndice E **147**

Apêndice F **157**

Anexo A **167**

Anexo B **171**

Anexo C **181**

Anexo D **197**

Lista de Figuras

Figura 1-1. Subdivisão do Grupo EDP. 2
Figura 1-2. Área de Ligações à Rede da AAM. 3
Figura 2-1. Ciclo de vida de um ativo. 15
Figura 2-2. Matriz de análise de estudo de rede. 19
Figura 2-3. Fluxograma de Processo de análise do estudo de rede. 20
Figura 2-4. Arquitetura do projeto *InovGrid*. 23
Figura 3-1. Simulação inicial, em *Dplan*, da rede do PTD 0907D2002000. 26
Figura 3-2. Situação final, em Dplan, da rede da aldeia 27
Figura 3-3. Perfil da LAMT e respetivo PTD 0907D2055500 CORUJEIRA ETAR. 29
Figura 3-4. Perfil da LAMT e respetivo PTD 0905D2009100 MATANÇA IV. 30
Figura 3-5. Simulação após a inserção do cliente e respetivos contratos eventuais. 32
Figura 3-6. Solução 4 do desvio da rede BT, em AutoCad. 34
Figura 4-1. Diagrama atual do controlo processual das Novas Ligações. 36
Figura 4-2. Menu principal da macro em funcionamento na ALR-UGD. 37
Figura 4-3. Diagrama do Modelo de Gestão e Controlo Processual a implementar. 38
Figura 4-4. Menu de *Member Login* do Modelo de Gestão e Controlo de Processos. 39
Figura 4-5. Mensagem de alerta após pressionar o botão *cancel*. 40
Figura 4-6. Mensagem de alerta aquando da introdução das credenciais erradas. 40
Figura 4-7. Mensagem de alerta quando o utilizador não preenche o campo *user* e/ou *password*. 40
Figura 4-8. Janela do submenu Atualização. 41
Figura 4-9. Janela do submenu Relatórios. 42
Figura 4-10. Janela do submenu Administrador. 42
Figura 4-11. Tabelas de apoio ao modelo de dados. 44
Figura 4-12. Modelo de dados de suporte ao Dashboard. 45
Figura 4-13. *Dashboard* do separador "Baixa Tensão". 46
Figura 4-14. *Dashboard* do separador "Média Tensão". 47
Figura A-1. Resultados obtidos através de monitorização dos valores de tensão referentes ao requerente A... 55
Figura A-2. Resultados obtidos através de monitorização dos valores de tensão referentes ao requerente B... 56
Figura A-3. Situação inicial da rede do PTD 0907D2002000. 57
Figura A-4. Situação após remodelação da rede, no âmbito do programa Corrente Programável. 58
Figura A-5. Situação após ampliação da RABT e IP. 59
Figura A-6. Situação final. 59
Figura A-7. Circuito 1 do PTD 0907D2002000 após remodelação. 61
Figura A-8. Circuito 4 do PTD 0907D2002000 após remodelação. 61

Figura A-9. Circuito 2 do PTD 0907D2002000 após remodelação. 62
Figura A-10. Circuito 3 do PTD 0907D2002000 após remodelação. 62
Figura A-11. Luminária LUMLED VCA F 4250 - *Schréder*. 63
Figura A-12. Circuito 1 do novo PTD após a Ampliação da RABT. 63
Figura A-13. Circuito 2 do novo PTD após a Ampliação da RABT. 64
Figura A-14. Circuito 3 do novo PTD após a remodelação da RABT. 67
Figura A-15. Circuito 1 do novo PTD após a remodelação da RABT 67
Figura A-16. Ligação do PTD 0907D2055200. 68
Figura A-17. Medição da terra de proteção e terra de serviço. 70
Figura A-18. Registo fotográfico do antes (esquerda) e depois da execução da obra (direita). 71
Figura A-19. Folha de Orçamentação da obra de Corrente Programável. 72
Figura A-20. Folha de Orçamentação da obra de Corrente Programável (continuação). 73
Figura A-21. Folha de Orçamentação da obra de Ampliação RABT. 74
Figura A-22. Folha de Orçamentação da obra de Ampliação RABT (continuação). 75
Figura A-23. Folha de Orçamentação da obra de MT. 76
Figura A-24. Folha de Orçamentação da obra de PTD. 77
Figura A-25. Folha de Orçamentação da obra de Corrente Urgente. 78
Figura A-26. Folha de Orçamentação da obra de Corrente Urgente (continuação). 79
Figura A-27. Perfil da LAMT do PTD 0907D2055200. 80
Figura A-28. Perfil da RABT do PTD 0907D2055200 81
Figura A-29. Esquema Unifilar do PTD 0907D2055200. 82
Figura A-30. Memória Descritiva e Justificativa da LAMT. 83
Figura A-31. Memória Descritiva e Justificativa da RABT. 84
Figura A-32. Esquema de Distribuição de Energia. 85
Figura B-33. Croqui de localização do ponto de rede e ligação. 87
Figura B-34. Situação inicial da rede do PTD 0907D2006800. 88
Figura B-35. Situação inicial após a inserção do cliente. 88
Figura B-36. Situação proposta. 89
Figura B-37. Nós de identificação dos ramos em análise. 89
Figura B-38. Simulação da análise de proteção de curto-circuito. 90
Figura B-39. Simulação da análise de proteção de sobrecarga 91
Figura B-40. Simulação da análise de proteção de pessoas. 91
Figura B-41. Traçado de linha de 15 kV - Guarda 92
Figura B-42. Levantamento da nova RABT. 94
Figura B-43. Localização do ponto de ligação com a respetiva portinhola e caixa de contador. 95
Figura B-44. Análise gráfica da ferramenta VEMA: (a) - apoio n. º1, (b) - apoio n. º2 e (c) - apoio em fim de linha. 101

Figura B-45. Protótipo de Relatório de Prejuízos. 103
Figura B-46. Protótipo de Declaração de Indeminização a Terceiros. 104
Figura B-47. Perfil da LAMT do PTD 0907D2055500 CORUJEIRA ETAR. 105
Figura B-48. Perfil do PTD 0907D2055500 CORUJEIRA ETAR - Zona REN. 106
Figura B-49. RABT do PTD 0907D2055500 CORUJEIRA ETAR. 107
Figura B-50. Esquema unifilar do PTD R100 CORUJEIRA ETAR. 108
Figura B-51. Memória Descritiva e Justificativa da LAMT. 109
Figura B-52. Memória Descritiva e Justificativa da RABT. 110
Figura B-53. Memória Descritiva e Justificativa da condicionante REN. 111
Figura B-54. Folha de Orçamentação da LAMT. 112
Figura B-55. Folha de Orçamentação PTD. 113
Figura B-56. Folha de Orçamentação RABT. 114
Figura C-57. Croqui de localização do ponto de rede e ligação. 115
Figura C-58. Localização do futuro cliente a alimentar. 116
Figura C-59. Nós de identificação dos ramos em análise. 116
Figura C-60. Simulação da análise de proteção de curto-circuito. 117
Figura C-61. Simulação da análise de proteção de sobrecarga. 118
Figura C-62. Simulação da análise de proteção de pessoas. 118
Figura C-63. Proposta de localização do novo PTD. 119
Figura C-64. Levantamento topográfico da LAMT e PTD. 120
Figura C-65. Perfil da LAMT do PTD 0905D2009100 MATANÇA IV. 125
Figura C-66. Perfil do PTD 0905D2009100 MATANÇA IV - Zona REN. 126
Figura C-67. Perfil do PTD 0905D2009100 MATANÇA IV - Zona RAN. 127
Figura C-68. RABT do PTD 0905D2009100 MATANÇA IV. 128
Figura C-69. Esquema unifilar do PTD R100 MATANÇA IV. 129
Figura C-70. Memória Descritiva e Justificativa da LAMT. 130
Figura C-71. Memória Descritiva e Justificativa da RABT. 131
Figura C-72. Memória Descritiva e Justificativa da condicionante REN. 132
Figura C-73. Memória Descritiva e Justificativa da condicionante RAN. 133
Figura C-74. Folha de Orçamentação da LAMT. 134
Figura C-75. Folha de Orçamentação do PTD. 135
Figura C-76. Folha de Orçamentação da RABT e IP. 136
Figura D-77. Projeto elétrica no âmbito do programa de recuperação de aldeias históricas. 137
Figura D-78. Situação inicial da rede do PTD 0909D3008500. 138
Figura D-79. Situação inicial após a inserção do cliente. 139
Figura D-80. Situação inicial após a inserção do cliente e respetivos contratos eventuais. 139
Figura D-81. Solução proposta. 140

Figura D-82. Projeto da solução proposta, em AutoCad. 143
Figura D-83. Perfil de vala MT. 144
Figura D-84. Perfil de vala BT. 145
Figura D-85. Caixa de visita para a rede subterrâneas. 146
Figura E-86. Croqui da localização da rede a modificar. 147
Figura E-87. Hipótese 1 da modificação da rede BT, em AutoCad. 150
Figura E-88. Hipótese 2 da modificação da rede BT, em AutoCad. 151
Figura E-89. Hipótese 3 da modificação da rede BT, em AutoCad. 152
Figura E-90. Hipótese 4 da modificação da rede BT, em AutoCad. 153
Figura E-91. Folha de Orçamentação da modificação da rede BT. 154
Figura E-92. Caixa de visita para redes subterrâneas 155
Figura E-93. Perfil de vala da rede MT. 156
Figura F-94. Diretoria do Modelo de Gestão e Controlo de Processos. 157
Figura F-95. Menu *Member Login*. 158
Figura F-96. Mensagem de alerta de credenciais erradas. 158
Figura F-97. Mensagem de alerta após pressionar o botão *CANCEL*. 158
Figura F-98. Botão HISTÓRICO. 159
Figura F-99. Botão GUARDAR. 159
Figura F-100. Mensagem de alerta após pressionar o botão GUARDAR. 160
Figura F-101. Botão SAIR. 160
Figura F-102. Mensagem de alerta após pressionar o botão SAIR. 160
Figura F-103. Mensagem de alerta após o utilizador pressionar o botão SIM. 161
Figura F-104. Diretoria dos ficheiros de suporte. 161
Figura F-105. Botão ATUALIZAR. 161
Figura F-106. Mensagem de alerta após conclusão da Atualização. 162
Figura F-107. Botão GERAR BOLSA DIÁRIA. 162
Figura F-108. Mensagem de alerta após conclusão da Bolsa Diária de BT. 162
Figura F-109. Botão GERAR REL. SIMPLIFICADO. 163
Figura F-110. Mensagem de alerta após conclusão do Relatório Simplificado. 163
Figura F-111. Botão GERAR REL. COMPLETO. 163
Figura F-112. Mensagem de alerta após conclusão do Relatório Completo. 164
Figura F-113. Botão OK do Submenu Administrador. 164
Figura F-114. Mensagem informativa após abertura de todo o modelo. 164
Figura F-115. Mensagem de alerta caso o utilizador introduza as credenciais de administrador incorretas... 165
Figura A-116. Organograma simplificado da estrutura da EDPD. 167
Figura A-117. Organograma da estrutura da EDPD. 167
Figura A-118. Organograma da DSAN 168

Figura A-119. Organograma da AAM. 168
Figura A-120. Concelhos atribuídos aos diversos departamentos da AAM. 169
Figura A-121. Organograma da ALR. 169
Figura B-122. Resumo da tramitação da ligação à rede BT. 171
Figura B-123. Ponto de fronteira entre a rede pública e a instalação particular do tipo BTN (esquerda) e BTE (direita). 171
Figura B-124. Ponto de fronteira entre a rede pública e a instalação coletiva (sem portinhola > 400 A). 172
Figura B-125. Exemplo geral de ligação a partir da rede aérea. 173
Figura B-126. Exemplo de ligação a partir da rede aérea de edifícios com uma instalação de utilização dotados de muro com pilar. 173
Figura B-127. Exemplo de ligação a partir de rede aérea de edifícios com uma instalação de utilização dotados de muro sem pilar. 173
Figura B-128. Exemplo geral de ligação a partir da rede subterrânea. 174
Figura B-129. Exemplo de ligação a partir da rede subterrânea de uma instalação datada de muro com altura suficiente. 174
Figura B-130. Exemplo de ligação a partir da rede subterrânea de uma instalação datada de muro sem altura suficiente. 174
Figura B-131. Exemplo de ligação a partir de rede subterrânea de moradia geminadas, em banda ou bifamiliares dotadas de muro. 175
Figura B-132. Exemplo de ligação num edifício coletivo sem muro. 175
Figura B-133. Exemplo de ligação em BTE. 175
Figura B-134. Resumo da tramitação da ligação à rede MT. 176
Figura B-135. Ponto de fronteira de um PT aéreo do tipo R250/R100. 176
Figura B-136. Ponto de fronteira de uma Cabine Alta (CA2). 177
Figura B-137. Tipologia de ligação de PTC com Posto de Seccionamento associado a cela de medição em MT. 177
Figura B-138. Ponto de fronteira de uma Cabine Baixa (CB) com ramal misto, propriedade EDP, em MT. 177
Figura B-139. Ponto de fronteira de uma Cabine Baixa (CB) com ramal misto, do requerente, em MT. 178
Figura B-140. Resumo da tramitação da ligação de IP. 178
Figura B-141. Ligação através da RABT. 179
Figura B-142. Ligação através da RSBT. 179
Figura B-143. Ligação à rede elétrica de uma urbanização através da RSBT. 179
Figura B-144. Exemplo de ligação de um Centro Comercial à rede. 180
Figura C-145. Matriz de risco. 181
Figura C-146. Transformador hermético (esquerda) e transformador seco (direita). 186
Figura C-147. Esquema do projeto tipo do PT-Tipo R100. 190
Figura C-148. Esquema do projeto tipo do PT-Tipo R250. 191

Figura C-149. Exemplo de PT do Tipo Cabina Alta. 191
Figura C-150. Exemplo de PT do tipo Cabina Baixa em alvenaria de construção tradicional. 192
Figura C-151. Exemplo de PT do tipo Cabina Baixa pré-fabricada. 192
Figura C-152. Exemplo de PT do tipo Cabina Baixa em edifícios de outros usos. 193
Figura C-153. Projeto Tipo de PT R100. 194
Figura C-154. Projeto Tipo de PT R250. 195
Figura D-155. Constituição dos cabos torçada. 197
Figura D-156. Constituição dos cabos LSVAV. 197
Figura D-157. Orientações possíveis para os apoios. 198
Figura D-158. Orientações possíveis para os apoios (continuação). 199
Figura D-159. Número de luminárias por concelho da UGD, pelas diferentes tecnologias de iluminação. 201

Lista de Tabelas

Tabela 2-1. Caracterização dos níveis de tensão AT, MT e BT. 8
Tabela 2-2. Tipos de Pedidos. 8
Tabela 2-3. Tipos de Pedidos (continuação). 9
Tabela 2-4. Etapas do programa corporativo JUMP. 9
Tabela 3-1. Variação de tensão máxima (situação inicial). 26
Tabela 3-2. Variação de tensão máxima (situação final). 27
Tabela 4-1. Resultados obtidos após simulações. 43
Tabela A-1. Variação de tensão máxima (situação inicial). 57
Tabela A-2. Variação de tensão máxima (situação após remodelação). 58
Tabela A-3. Variação de tensão máxima (situação após ampliação da RABT e IP). 59
Tabela A-4. Variação de tensão máxima (situação final). 60
Tabela A-5. Cenário simulado através do programa *Dialux*. 63
Tabela B-6. Potências de curto-circuito. 90
Tabela B-7. Caracterização dos ramos do estudo de caso. 93
Tabela B-8. Valores da queda de tensão em cada ramo. 93
Tabela B-9. Valores de corrente de curto-circuito e dimensionamento de fusíveis em cada ramo. 93
Tabela B-10. Características gerais do projeto da LAMT. 96
Tabela B-11. Resultado do coeficiente de autoindução. 97
Tabela B-12. Resultado da resistência do condutor. 97
Tabela B-13. Resultado da reatância do condutor. 97
Tabela B-14. Resultado da queda de tensão. 98
Tabela B-15. Simulação dos apoios através da ferramenta VEMA. 100
Tabela C-16. Potências de curto-circuito. 117
Tabela C-17. Simulação dos apoios através da ferramenta VEMA. 124
Tabela C-18. Apoios de betão normalizados. 183
Tabela C-19. Profundidade de enterramento em função da altura de apoio. 184
Tabela C-20. Armações normalizadas para apoios de betão. 184
Tabela C-21. Fixação dos condutores e tipo de isolamento. 185
Tabela C-22. Tipos de condutores ALACO. 186
Tabela C-23. Características da rede de MT. 187
Tabela D-24. Tabela resumo dos cabos torçada e fusível correspondente. 197
Tabela D-25. Tabela resumo dos cabos subterrâneos e fusível correspondente. 198
Tabela D-26. Tabela resumo de apoios normalizados. 198
Tabela D-27. Características dos armários de distribuição. 199

Tabela D-28. Proteção dos condutores por elementos de substituição do tipo gG 200
Tabela D-29. Luminárias LED de uso corrente. 201
Tabela D-30. Luminárias LED de uso corrente (continuação). 202
Tabela D-31. Luminárias LED de uso corrente. (continuação). 203

Abreviaturas e Símbolos

Abreviaturas

AAM	Área de Ativos Mondego
ALACO	Alumínio-Aço
ALR	Área de Ligações à Rede
AT	Alta Tensão
BT	Baixa Tensão
BTE	Baixa Tensão Especial
BTN	Baixa Tensão Normal
CTT	Temperatura de Cor
DAPR	Direção de Ativos e Planeamento de Rede
DGEG	Direção Geral de Energia e Geologia
DSAN	Direção de Serviços de Ativos Norte
DST	Descarregadores de Sobretensões
DTC	*Distribution Transformer Controller*
EDP	Energias de Portugal
EDPD	EDP Distribuição
ELTC	Eletricamente Concluída
EPLR	*Easy*, *Efficient*, *Enable*, *Empower and Engage* PLR
ERSE	Entidade Reguladora de Serviços Energéticos
FCTUC	Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra
IEC	*International Electrotechnical Commission*
IGESPAR	Instituto de Gestão do Património Arquitetónico e Arqueológico
IP	Iluminação Pública
IRC	Índice de Restituição de Cor
LAMT	Linha Aérea de Média Tensão
LAN	*Local Area Network*
LED	*Light-Emitting Diode*
LMT	Linha de Média Tensão
LSMT	Linha Subterrânea de Média Tensão
MIEEC	Mestrado Integrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores
MT	Média Tensão
NA	Normalmente Aberto
NIP	Número de Identificação do Prédio
ORD	Operador de Rede de Distribuição

PB	Pedido de Desvio de Rede
PF	Pedido de Fornecimento de Energia
PI	Pedido de Iluminação Pública
PIT	Pedido de Intervenção em Tensão
PLR	Pedido de Ligação à Rede
PRE	Produtores em Regime Especial
PS	Posto de Seccionamento
PSE	Prestador de Serviços Externos
PT	Posto de Transformação
PTC	Posto de Transformação de Cliente
PTD	Posto de Transformação de Distribuição
QEE	Qualidade de Energia Elétrica
QGBT	Quadro Geral de Baixa Tensão
QST	Qualidade de Serviço Técnico
RABT	Rede Aérea de Baixa Tensão
RAN	Rede Agrícola Nacional
REN	Rede Ecológica Nacional
RND	Rede Nacional de Distribuição
RSBT	Rede Subterrânea de Baixa Tensão
RSLEAT	Regulamento de Segurança de Linhas Elétricas de Alta Tensão
SF6	Hexafluoreto de Enxofre
SGPI	Sistema de Gestão de Projetos Investimento
SIT-PE	Sistema de Informação Técnica – Projeto Externo
SPQ	Sistema Português de Qualidade
TET	Trabalhos em Tensão
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação
UGD	Unidade da Guarda
VBA	*Visual Basic for Applications*
WAN	*Wide Area Network*

Símbolos

%	Percentagem
m	Metro
km	Quilómetro
mm^2	Milímetros Quadrados
km^2	Quilómetro Quadrado
A	Ampere

kA	Quiloampere
V	Volt
kV	Quilovolt
kVA	Quilovolt-Ampere
MVA	Megavolt-Ampere
kW	Quilowatt
Hz	Hertz
Ω	Ohm
º	Grau
ºC	Graus Celsius
K	Kelvin
p.u.	Por Unidade
VA/m^2	Volt-Ampere por Metro Quadrado
$\Omega.mm^2/m$	Ohm Milímetro Quadrado por Metro
s	Segundo
min	Minuto
h	Hora
lm	Lúmen
lm/W	Lúmen por Watt
daN	Decanewton
Ω/km	Ohm por Quilómetro
H/km	Henry por Quilómetro

1. Introdução

1.1. Contextualização

A nível tecnológico, durante várias décadas, o sistema elétrico nacional apresentou uma estagnação face a outros congéneres [1]. Com a chegada da transformação digital, a EDP Distribuição (EDPD) teve obrigatoriamente de alterar algumas tarefas e procedimentos do controlo da rede de distribuição de Média Tensão (MT) e Baixa Tensão (BT). Com o objetivo de melhorar os índices de qualidade de serviço energético e garantir uma maior eficiência energética, a EDPD tem vindo a adotar metas de transformação digital. Para tal, têm sido instalados diversos equipamentos/aparelhagem que permitem a automatização, a proteção e o telecomando na rede de distribuição [2]. Este novo paradigma está englobado no mundo das redes inteligentes, conhecido também por *smart grids* [3]. Este tipo de redes tem vindo, cada vez mais, a originar um elevado número de dados, fenómeno conhecido por *big data* [4]. De forma a contornar problemas adversos no controlo, otimização e gestão de ativos, incluindo as necessidades dos *Stakeholders*, a EDPD sentiu necessidade de alterar o software de gestão de ativos e gestão comercial, criando uma plataforma única, o programa JUMP [5].

A empresa Energias de Portugal (EDP) surgiu após a fusão de 13 empresas do setor energético, em 1976 [6]. A EDP é uma operadora de soluções energéticas que desenvolve a sua atividade nas áreas da eletricidade (produção, distribuição e comercialização) e do gás (distribuição). Está presente em 19 países e 4 continentes, sendo o maior grupo industrial português e um dos maiores operadores no setor da energia. Encontra-se entre os maiores operadores mundiais de energia eólica, através da EDP Renováveis, e produz energia solar fotovoltaica em Portugal, Roménia, Itália, Espanha, Reino Unido, Polónia, França, Bélgica, Brasil, Canadá, México e EUA. Fornece quase 10 milhões de clientes de energia elétrica, sendo que 70% da produção elétrica é conseguida com origem a recursos renováveis, prevendo um aumento de mais de 20% até 2030 [7].

O grupo EDP tem por objetivo ser uma empresa global de energia, líder em criação de valor, inovação e sustentabilidade, apresentando como principais valores: a iniciativa, a confiança, a excelência, a sustentabilidade e a inovação [8]. Na Figura 1-1, apresenta-se a subdivisão do grupo EDP pelas diversas empresas.

A EDPD tem exercido a atividade de Operador de Rede de Distribuição (ORD) em Portugal Continental, atividade regulada pela Entidade Reguladora de Serviços Energéticos (ERSE). É titular da concessão para a exploração da Rede Nacional de Distribuição (RND) de energia elétrica em Alta Tensão (AT), MT e das concessões de distribuição de energia elétrica em BT [9].

O ORD apresenta como principais deveres: explorar, manter e o desenvolver da rede em condições

economicamente sustentáveis; assegurar a capacidade e a fiabilidade da rede, garantindo sempre a segurança do abastecimento; garantir o planeamento, construção e gestão de ativos e, por último, permitir o acesso de terceiros assegurando a não discriminação entre utilizadores, preservando informação confidencial [10].

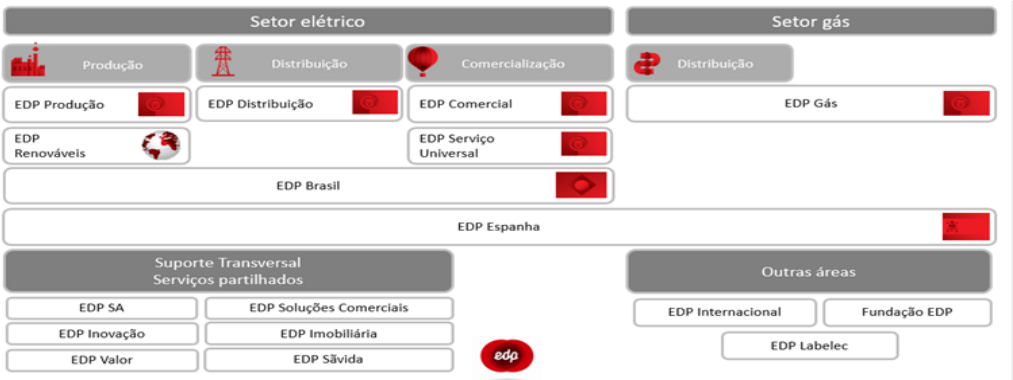

Figura 1-1. Subdivisão do Grupo EDP.

A EDPD atua num contexto complexo e muito desafiante em termos tecnológicos e regulatórios. A sua missão é garantir a ligação à rede de distribuição de todos os utilizadores de energia elétrica, de forma racional, transparente e não discricionária; manter a continuidade do fornecimento de energia elétrica a todos os clientes com elevada fiabilidade e qualidade e facilitar a ação do mercado elétrico [10].

No início do ano 2020, a EDPD sofreu uma remodelação, no modelo organizativo, com vista a ser uma empresa mais ágil, próxima, focada, eficiente e resiliente. No âmbito da remodelação, projeto *Smart Transformation*, a EDPD tem como principal foco a oportunidade para adequar o modelo organizativo da EDPD ao contexto atual e aos desafios do futuro. A crescente exigência de dados e serviços do ORD para suporte à evolução do mercado, a estratégia de renovação de concessões assente na importância de uma operação integrada das redes de MT e BT, a pressão regulatória para aumento da eficiência e exigência de novos serviços e a forte dinâmica de evolução tecnológica, potenciada pela digitalização e desenvolvimento de redes inteligentes, contribuíram para adequar o modelo organizativo à realidade atual e aos desafios do futuro [11].

A estrutura organizativa de primeiro nível da EDPD é composta por 4 pilares: Gestão de Cliente e Mercado, Gestão e Serviços aos Ativos, Transição Energética e Plataforma Digital e Funções e Serviços Corporativos, auxiliada por uma Unidade de Autarquias e Negócio Internacional. O organograma da estrutura da EDPD, bem como da Direção de Serviços de Ativos Norte (DSAN), da Área de Ativos Mondego (AAM) e da Área de Ligações à Rede (ALR), área onde se irá desenvolver a presente dissertação em ambiente empresarial, pode ser visualizado no Anexo A [12].

A AAM é uma das seis áreas de ativos da EDPD, que está balizada entre o oceano Atlântico e Espanha, entre os rios Douro, a norte, e Tejo a sul [13]. Esta direção tem a responsabilidade de definir e propor o Plano Estratégico para a Direção de Serviços ao Ativos de MT e de BT e colaborar com o Conselho de Administração na definição do Plano de Negócios da Empresa. A DSAN gere meios e modelos de operacionalização para a construção, manutenção e assistência das redes de distribuição de

MT/BT/Iluminação Pública (IP), garantindo padrões definidos pelo regulado. As principais funções da ALR são:

- gerir a execução de projetos de ativos de MT e de BT decorrentes de Processo de Ligação à Rede (PLR);
- analisar as condições de ligação, orçamentar e assegurar a execução;
- gerir projetos de serviço público (loteamentos, requalificações, entre outros);
- analisar processos de PLR para utilização de apoios de BT por Operadores de Telecomunicações;
- dar resposta a reclamações.

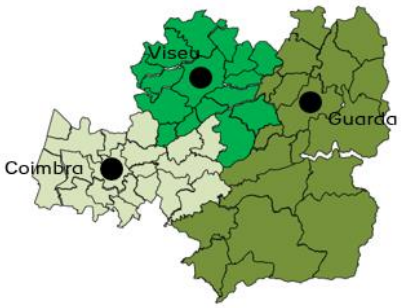

Figura 1-2. Área de Ligações à Rede da AAM.

A AAM, Figura 1-2, é constituída pela Área de Gestor de Contrato, ALR, Área de Investimento Programado; Área de Manutenção Coimbra; Área de Manutenção Viseu; Área de Manutenção Serra da Estrela. Relativamente à ALR, esta divide-se em três áreas de trabalho local: Unidade da Guarda (UGD), Unidade de Coimbra e Unidade de Viseu. A ALR-UGD tem a sua atividade em 19 concelhos, com aproximadamente 300.000 habitantes, numa área de aproximadamente 11.000 km^2, com 16.032 km de redes de MT/BT com 208.893 pontos de luz [13]. Tem como missão gerir atividades de construção de novos ativos de MT, BT e IP, promovendo a operacionalidade e o desenvolvimento das redes de distribuição, bem como a continuidade do fornecimento de energia elétrica.

1.2. Motivação e Objetivos

A presente dissertação em ambiente empresarial tem como finalidade o término da formação académica de Mestrado Integrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores (MIEEC), lecionada na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra (FCTUC) e também a integração gradual na estrutura e no ambiente do grupo EDPD.

No decorrer da presente dissertação, pretende criar-se uma plataforma de apoio à gestão dos processos de controlo de Ligação à Rede, permitindo a gestão de todo o processo e respetivo controlo das tarefas afetas aos colaboradores da ALR. Com vista ao desenvolvimento anteriormente mencionado, durante o decorrer da dissertação em ambiente empresarial, deseja-se a capacitação pessoal face à matéria relacionada com Ligação à Rede, realizar o acompanhamento de cada uma das fases dos processos de ligação de clientes em MT e BT, ampliações de rede de MT/BT/IP e respetivos desvios de redes de MT/BT.

A EDPD, como operadora de RND, tem a responsabilidade de manutenção dos ativos presentes na concessão das redes de AT, MT e BT. Anualmente, existe uma carteira de investimento por forma à reabilitação dos ativos obsoletos. Neste ponto, tem-se como principal objetivo o desenvolvimento de técnicas de projeto e orçamentação na MT, BT e IP de forma à renovação de ativos degradados.

Assim, os principais objetivos gerais a cumprir no decorrer da dissertação são:

- adquirir experiência em aspetos teóricos e práticos relacionados com a atividade: projeto, execução, exploração de redes elétricas de MT/BT/IP e aspetos de gestão e controlo de obras;
- obter conhecimentos de segurança no mundo prático, de regulamentos/legislação aplicável à atividade da EDPD e dos sistemas corporativos usados na EDPD (I-SU, JUMP, SITRD-DM, *Dplan*, SGPI, Mobilidade, SAS, entre outros);
- conhecer o caderno de encargos da empreitada contínua;
- acompanhar e controlar as diversas obras no terreno;
- criar ferramentas de apoio à gestão de recursos técnicos;
- desenvolver um modelo de controlo processual;
- fomentar técnicas de projeto e orçamentação nas redes de MT, BT e IP por forma à renovação de ativos obsoletos e ligação de novos clientes.

Com vista a atingir os objetivos propostos, no decorrer da dissertação, foram delineadas algumas ações a desenvolver com a finalidade de conhecer toda a atividade promovida na DSAN, mais precisamente, na AAM, na unidade da ALR-UGD.

1.3. Estrutura da Dissertação

A apresentação do trabalho desenvolvido na dissertação encontra-se dividida em dois volumes. O *Volume I* é o correspondente à dissertação propriamente dita, que é constituída por cinco capítulos, bibliografia, apêndices e anexos. Após o primeiro capítulo de introdução, onde é apresentada uma breve contextualização, motivação e objetivos, foi feito, no segundo capítulo, o enquadramento com os princípios base para a elaboração da dissertação. Neste capítulo são abordados oito temas: processos de ligações, tipos de investimentos, tipos de pedidos, etapas do programa corporativo JUMP, obras de investimento obrigatório, criação de um ativo na rede, análise de estudo de rede e *smart grids*. O terceiro capítulo apresenta cinco casos de estudo: um de reabilitação de ativos obsoletos e quatro de Ligações à Rede. Neste capítulo são apresentadas técnicas de projeto e orçamento de ativos de MT e de BT, desde a etapa da identificação da necessidade até ao comissionamento. O quarto capítulo refere-se à análise e otimização do processo de controlo de Ligações à Rede, onde se apresenta o desenho do novo Modelo de Gestão e Controlo de Processos, assim como a sua implementação e simulações de confirmação de resultados obtidos. Além disso, apresenta-se toda o processo de criação do *dashboard*, através da aplicação *Microsoft PowerBI* e uma possível automatização ao modelo implementado. Por último, no quinto capítulo, são apresentadas as principais conclusões.

Nos apêndices e nos anexos encontram-se informações complementares aos capítulos dois, três e quarto, isto é, elementos teóricos fundamentais acerca de obras de investimento obrigatório, projetos de

MT e de BT, cinco casos de estudo devidamente justificados e elaborados em forma de projeto e, por último, o manual de utilização do Modelo de Gestão e .Controlo de Processos.

Relativamente ao *Volume II* apresenta-se toda a implementação do código, em linguagem *Visual Basic for Applications* (VBA), do Modelo realizado no âmbito da presente dissertação. A mesma foi desagrupada em dois volumes, uma vez que o código é um assunto interno à empresa que facultou a possibilidade da dissertação em ambiente empresarial, EDPD.

2. Processo de Ligações à Rede

2.1. Enquadramento

À ALR, na qual se insere a presente dissertação em ambiente empresarial, têm sido incumbidas todas as tarefas oriundas da criação de novos ativos a entrar em exploração por parte do ORD. Define-se como ativo um recurso controlado pela empresa, no qual se espera obter benefícios económicos futuros [14]. No caso em concreto da empresa EDPD, define-se como ativo uma linha elétrica aérea ou subterrânea, englobando todos os elementos constituintes: condutores, apoios, armações, isoladores, transformadores de potência, órgãos de corte de rede, entre outros elementos.

O processo de Ligações à Rede, tanto de BT como de MT, é bastante complexo, extenso e bastante burocrático, tendo algumas etapas cruciais durante a sua concretização. Na criação de um novo ativo MT, é necessário executar oito fases distintas: planeamento, estudo, autorizações, cálculo, desenho, orçamentação, licenciamento e obra. Por outro lado, a criação de um ativo de BT é um processo mais agilizado, comparado com a criação de um ativo MT, no qual não é necessário executar a fase de licenciamento.

Com o objetivo de promover o aumento da sustentabilidade energética, a incorporação de forma segura do aumento das fontes de produção distribuídas e o suporte ao desenvolvimento de redes de abastecimento de veículos elétricos, a necessidade de resposta aos novos desafios, na área da energia, requer uma capacidade de transformação significativa das atuais redes elétricas. Deste modo, as redes inteligentes de energia, *smart grids*, surgem como uma visão integrada para o futuro das redes elétricas bidirecionais que, progressivamente, darão resposta a estes desafios de instabilidade da rede e às constantes oscilações entre a oferta e procura [15] e [16].

2.2. Processos de Ligações

O ORD distribui a energia elétrica, recebida da rede nacional de transporte até às instalações consumidoras dos clientes [17]. Com a evolução dos tempos, as redes de distribuição necessitam de um reforço e modernização, nomeadamente na capacidade de satisfação dos consumos com os necessários níveis de Qualidade de Serviço Técnico (QST) e minimizando as perdas nas redes.

Para fornecer ou receber energia elétrica, o consumidor necessita de solicitar um PLR à rede elétrica de distribuição pública em AT, MT ou BT. Assim, do ponto de vista técnico-económico, é necessário escolher a ligação mais adequada, bem como solicitar ao distribuidor de energia um orçamento para a sua execução. Na Tabela 2-1 apresentam-se os níveis de tensão disponíveis para a ligação de AT, MT ou BT, dividida em Baixa Tensão Normal (BTN) e Baixa Tensão Especial (BTE) [15].

Nos níveis de tensão BTN, as potências a contratar são normalizadas por escalões até à potência de 41,40 kVA. Em monofásico, os escalões disponíveis são: 1,15, 2,30, 3,45, 4,60, 5,75, 6,90, 10,35 e 13,80 kVA. Os escalões normalizados para trifásico são: 6,90, 10,35, 13,80, 17,25, 20,70, 27,60, 34,50 e 41,40 kVA. Relativamente à BTE, não existem escalões definidos, podendo ser contratada qualquer potência acima dos 41,40 kW.

Tabela 2-1. Caracterização dos níveis de tensão AT, MT e BT.

Baixa Tensão		**Média Tensão**	**Alta Tensão**
BTN	BTE	MT	AT
BT ≤ 1 kV		1 kV < MT ≤ 45 kV	45 kV < AT ≤ 110 kV
P ≤ 41,40 kVA	P > 41,40 kW	P ≤ 10 MVA	P > 10 MVA

A escolha do nível de tensão é da responsabilidade do requisitante, devendo ter em atenção os critérios técnico-económicos: tarifas de consumo, investimento inicial, custos de manutenção e nível de QST.

2.3. Tipos de Investimentos

Um ativo pode ser criado através de dois tipos de investimento: Iniciativa de Empresa ou Investimento Obrigatório, porém, na ALR, apenas são tratadas obras de caráter de Investimento Obrigatório [18].

Um Investimento Obrigatório, com natureza da obra 01, pode surgir de diversas formas, entre elas: ligação de clientes, investimento obrigatório decorrente da ligação de clientes, ligação de urbanizações e loteamentos, remodelações de redes para aumento da vida útil e ligação de Produtores em Regime Especial (PRE). No caso de se pretender ligar clientes com potência superior a 2 MVA, o estudo é efetuado pela Direção de Ativos e Planeamento de Rede (DAPR). Caso a potência seja inferior à mencionada anteriormente, a análise é elaborada na respetiva ALR, mais propriamente na UGD. No caso de a potência solicitada ser superior a 41,40 kVA, é solicitado um parecer à DAPR. Um Investimento de Iniciativa da Empresa pode ser de três tipos: estruturante, programável e corrente urgente.

2.4. Tipos de Pedidos

Os pedidos podem ser diferenciados em quatro grandes grupos: pedidos abaixo dos 2 MVA, Pedidos de Iluminação Pública (PI), pedidos acima de 2 MVA e desvios de rede, e pedidos sem obra. Na Tabela 2-2 e Tabela 2-3 apresentam-se todos os grupos de pedidos [19].

Tabela 2-2. Tipos de Pedidos.

Grupo de Pedido	**Nomenclatura**	**Descrição do Pedido**
Pedidos abaixo dos 2 MVA	PF10	Obras
	PF20	Vivenda Unifamiliar
	PF21	Edifício Coletivo
	PF30	Aumento de Potência
	PF90	Outros

Tabela 2-3. Tipos de Pedidos (continuação).

Grupo de Pedido	Nomenclatura	Descrição do Pedido
Pedidos abaixo dos 2 MVA	PF91	Nova Ligação de MT
	PM13	Aumento de Potência de MT
	PM20	Loteamentos e Urbanizações de MT
	PM21	Empreendimentos Mistos de MT
	PB20	Loteamentos e Urbanizações de BT
Pedidos de Iluminação Pública	PI11	Ligação de Contrato de IP
	PI13	Nova Ligação de IP
	PI14	Alteração de Potência de IP
	PI15	Renovação de Focos de IP
Pedidos acima dos 2 MVA e Desvios de Rede	PF91	Nova Ligação de MT
	PM13	Aumento de Potência de MT
	PA40	Desvios de Rede de AT
	PB40	Desvios de Rede de BT/Posto de Transformação de Distribuição
	PM40	Desvios de Rede de MT
Pedidos sem Obra	PM13	Aumento de Potência de MT
	PF30	Aumento de Potência
	PB90	Regularização de BT
	PF90	Regularização de MT

2.5. Etapas do Programa Corporativo JUMP

Relativamente às etapas I-SU do programa corporativo JUMP, destacam-se as etapas 10, 30, 40, 50, 70 e TF, uma vez que é nestas etapas que é necessário controlar os prazos impostos pelo regulador. Da etapa 10 até à 40, existe o prazo de valorização, que consiste em 15 dias úteis, quer para a baixa tensão quer para a média tensão. Da etapa 50 até ao encerramento do pedido, passando pela etapa TF, existe o prazo de execução, que consiste em 30 dias úteis para a baixa tensão e 120 para a média tensão. Na Tabela 2-4 apresentam-se todas as etapas do programa corporativo JUMP.

Tabela 2-4. Etapas do programa corporativo JUMP.

Etapa I-SU	Descrição da Etapa
10	Criação da Definição de Projeto
20	Início de Valorização Pendente de Cliente
30	Fim de Valorização Pendente de Cliente
40	Valorização para Orçamento
50	Aceitação do Orçamento
60	Início de Execução Pendente de Cliente
70	Fim de Execução Pendente de Cliente
75	Confirmação do PLR
76	Ajustes de Custos da Obra PLR
80	Eletricamente Concluído
90	Autorizado com Dívida/ Tudo Pago PLR
AC	Alteração da Opção de Construção PLR
DN	Dados do NIP
ER	Eliminação do Ramal
FT	Faturação de PLR
TF	Fim de Execução Pendente de Entidade Externa
TI	Execução Pendente de Entidade Externa

2.6. Obras de Investimento Obrigatório

Nas secções seguintes, apresenta-se, de forma sucinta, todo o processo, desde a criação do pedido até ao seu encerramento, das ligações de Pedido de Fornecimento de Energia (PF), nos níveis de tensão MT, BTE e BTN, de PI, de Pedido de Desvio de Rede (PB) e de Ligações de Casos Especiais.

2.6.1. Pedidos de Fornecimento Abaixo dos 2 MVA – PF

I. Ligação em BT

Após a escolha do nível de tensão de alimentação, deverá definir-se o valor da potência a requisitar, valor para o qual a ligação será construída e a qual limita a potência a contratar futuramente.

Nos PF, pedido de ligação à rede ou aumento de potência, começa-se por um pedido realizado por parte de um requerente ou pelos próprios municípios. Os mesmos deverão formalizar o pedido através de um dos canais de atendimento disponíveis, nomeadamente: linha EDP, internet, Postos de Atendimento de Distribuição ou através da plataforma inovadora *Easy, Efficient, Enable, Empower and Engage* PLR (EPLR), fornecendo um conjunto de dados da instalação a ligar à rede e do titular da mesma [15] e [20].

Para a abertura do pedido, o requisitante deverá apresentar os seguintes documentos obrigatórios:

- Cartão de Contribuinte (Número de Identificação Fiscal ou Número de Identificação de Pessoa Coletiva);
- Ficha Eletrotécnica devidamente preenchida e assinada pelo técnico qualificado;
- Planta topográfica com o local do ponto de entrega de energia e respetivas coordenadas geográficas;
- Licença municipal de construção ou de declaração subscrita pelo proprietário ou técnico responsável, em como a obra não está sujeita a licenciamento municipal.

Posteriormente à entrada do pedido, o Departamento de Soluções Comerciais trata da criação do PLR, seguindo-se do pagamento dos encargos fixos com serviço de ligação e comparticipação nas redes, por parte do requerente. Após o pagamento, o Departamento de Soluções Comerciais prossegue à respetiva associação do Número de Identificação do Prédio (NIP) ao PLR. Nesta fase, os pedidos chegam à respetiva ALR para o tratamento da parte técnica do processo. Começa-se pela programação diária dos novos PLR ao Prestador de Serviços Externos (PSE), por forma à respetiva recolha de dados para futura orçamentação. Quando da chegada dos respetivos levantamentos da rede, é analisado cada caso, de forma criteriosa, quanto há necessidade de análise de estudo de rede. No caso de não existir necessidade de análise de estudo de rede, trata-se da respetiva valorização do pedido, para posterior envio do orçamento para o requerente. Segundo o Regulamento de Relações Comerciais, Artigo 201.º - Serviços de Ligação, o operador de rede deve apresentar aos requisitantes, no prazo inferior ou igual a 15 dias úteis, as condições dos elementos de ligação à rede [21]:

- nível de tensão de ligação e ponto de ligação;
- materiais a utilizar;
- traçado para os elementos de ligação;

- orçamento para os seguintes encargos:
    - elementos de ligação para uso exclusivo, quando o operador da rede seja obrigado a construir estes elementos de ligação;
    - elementos de ligação para uso partilhado;
    - comparticipação nas redes;
    - ressarciamento de local para Posto de Transformação (PT), se aplicável;
    - prazos de validade de condições de pagamento;
    - prazos de execução.

No caso de tratamento de um EPLR, o requerente insere todos os dados na plataforma EPLR relativamente à identificação do cliente, dados do prédio, dados do ramal e técnico responsável, fornecendo elementos como: potência requisitada, tipos de ligação, solução construtiva do ramal, ponto de entrega e ponto de ligação. Assim, a EDPD não necessita do envio do processo para levantamento de dados por parte do PSE e garante ao cliente uma maior fluidez/rapidez da proposta de orçamento ao cliente.

Após aceitação das referidas condições e pagamento dos encargos constantes do orçamento, será concretizada a construção da ligação à rede pelo próprio requisitante (ligações unicamente para uso exclusivo) ou pela EDPD, conforme opção dada nas condições da valorização [15]. Dependendo da distância a que o novo PLR se encontra da rede de BT existente, a adjudicação da obra pode ser realizada por [22]:

- terceiros (tipo de uso de rede $\leq$ 30 m), no qual deve ser fornecida ao requisitante por parte do operador de rede as condições técnicas de ligação, as normas construtivas aplicáveis e a utilização de materiais aprovados pela EDPD, no caso de ser solicitado. A execução da obra por terceiros terá de ser concretizada por uma empresa certificada de acordo com o Sistema Português de Qualidade (SPQ) ou ser reconhecida pela EDPD com capacidade para a execução de tais obras. O requisitante é obrigado a prestar uma garantia, por um prazo de dois anos, para suprir eventuais anomalias na construção;
- empreitada contínua (tipo de uso de rede > 30 m), no qual se trata de uma obra que tem uma parcela de uso exclusivo e outra de uso partilhado.

Posteriormente, procede-se à liberação da obra, que não é mais que a aceitação da mesma. Após a execução da obra no terreno por parte do PSE, se não existirem alterações às quantidades orçamentadas, procede-se à confirmação e colocação da obra como Eletricamente Concluída (ELTC), por forma ao cliente conseguir efetuar contrato de energia. Nesta fase, a parte técnica do processo encontra-se concluída por parte do ORD. O início do fornecimento de energia elétrica só se poderá concretizar após execução e liquidação dos encargos de ligação à rede, certificação da instalação por uma entidade competente (nos termos do DL 96/2017) e contrato de fornecimento de energia elétrica com comercializador. Para o encerramento do processo na EDPD, a obra terá ainda de ser comissionada de modo simplificado e, consequentemente, realizado o encerramento técnico em JUMP. Deverá ser efetuado também o encerramento da obra no programa de cadastro de rede, SITRD-DM [23].

No Anexo B, pode ser visualizado de forma esquemática o processo de um PF, ligação BT, assim

como conceitos técnicos, pontos de fronteira e tipos de ligação à rede BT.

II. Ligação em MT

Na ligação de um cliente no nível MT, o requisitante, em conjunto com o seu técnico e o gestor de cliente por parte da EDPD, devem analisar as necessidades especificas da instalação de serviço particular no que respeita a características do ponto de entrega, exigências de continuidade, QST e a potência a requisitar.

Para a abertura do pedido, o requisitante deverá apresentar os seguintes documentos obrigatórios:

- cartão de cidadão;
- projeto da instalação elétrica (pedido de condições de Ligação à Rede);
- planta topográfica à escala 1:25000 e 1:2000, com a localização prevista para o ponto de receção e as coordenadas geográficas;
- dados constantes da requisição de ligação, nomeadamente:
    - identificação do requisitante e da instalação;
    - características técnicas da instalação;
    - características dos principais equipamentos elétricos suscetíveis de induzir perturbações na qualidade da onda de tensão ou a ela sensíveis;
    - necessidade de alimentação alternativa.

Após a abertura do pedido, o requerente deverá efetuar o pagamento de encargos fixos, tal como no processo de ligação em BT, descrito anteriormente.

Na valorização de pedidos com potência requisitada inferiores a 2 MVA, os encargos de ligação são calculados com base em valores regulados, enquanto que superiores ou igual a 2 MVA, são calculados com base em custos reais da obra. Após o pagamento do orçamento, será realizada a ligação à rede pela EDPD ou por parte do requisitante. No caso do requisitante optar pela construção do ramal, este deverá respeitar as condicionantes mencionadas numa obra adjudicada por terceiros, tal como mencionado anteriormente na ligação em BT. O início do fornecimento de energia elétrica só se poderá concretizar após execução e liquidação dos encargos de ligação à rede, licenciamento, vistoria e autorização da entrada em exploração pela Direção Geral de Energia e Geologia (DGEG), protocolo de exploração assinado, inspeção das proteções de interligação (caso existam) e contrato de fornecimento de energia com o comercializador de mercado [15]. Para o encerramento do processo na EDPD, terá de ser feito o comissionamento normal e, consequentemente, realizado o encerramento técnico em JUMP. Deverá ser efetuado, também, o encerramento da obra no programa de cadastro de rede, SITRD-DM [23]. No Anexo B, pode ser visualizado de forma esquemática o processo de um pedido de fornecimento abaixo dos 2 MVA, ligação de MT, assim como conceitos técnicos, proteção contra sobretensões e tipos de ligação à rede MT.

2.6.2. Pedidos de Iluminação Pública – PI

O processo de PI começa por um pedido realizado por parte de um Município. Após a entrada do pedido, o mesmo surge em I-SU, como um novo contacto. Nesta fase, os pedidos chegam à respetiva ALR,

para o tratamento da parte técnica do processo. Começa-se pela programação diária dos novos PI ao PSE, por forma à respetiva recolha de dados para futura orçamentação. Quando da chegada dos respetivos levantamentos da rede, é analisado cada caso, de forma criteriosa, e processa-se o contacto, gerando um PLR e consequentemente uma nova Definição de Projeto. Nesta fase, verifica-se a necessidade de realizar a análise de estudo de rede. No caso de não existir necessidade de análise de estudo de rede, trata-se da respetiva valorização do pedido, para posterior envio do orçamento para o requerente. Após o pagamento dos encargos referentes ao respetivo pedido, a obra é orçamentada, prosseguindo-se, de seguida, com a sua adjudicação por empreitada contínua. Nesta altura, o PSE terá de aceitar as datas de execução da obra e caso o mesmo aprove, realiza-se a liberação da mesma. Posteriormente à execução da obra no terreno, por parte do PSE, se não existirem alterações às quantidades orçamentadas, procede-se à confirmação da obra. Para o encerramento do processo na EDPD, a obra terá ainda de ser comissionada de modo simplificado (caso haja a inserção apenas de ativos de BT) ou de modo normal (caso exista inserção de ativos de MT) e consequentemente realizado o encerramento técnico no programa corporativo JUMP. Deverá ser efetuado também o encerramento da obra no programa de cadastro de rede, SITRD-DM [23] e [24].

No Anexo B, pode ser visualizado de forma esquemática o processo de um pedido de iluminação pública e respetiva ligação na rede aérea e subterrânea.

2.6.3. Pedidos de Desvio de Rede – PB

Este processo começa por um pedido realizado por parte de um Município ou de um requerente. Os pedidos de terceiros para modificações, alteração ou desvios de redes devem ser devidamente justificados e solicitados à EDPD para estudo e análise de viabilidade e definição de condições e custos, nos termos do DL 43 335/60 de 19 de novembro [15]. Este tipo de pedidos, tanto de IP, BT, MT, Posto de Transformação de Distribuição (PTD) ou Posto de Transformação de Cliente (PTC), assentam em trabalhos e obras estritamente necessários, tendo em conta a observância das boas regras práticas e de segurança. Após a entrada do pedido, o mesmo surge em I-SU como um novo contacto. Nesta fase, os pedidos chegam à respetiva ALR para o tratamento da parte técnica do processo. Começa-se pela programação diária dos novos PB ao PSE, por forma à respetiva recolha de dados para futura orçamentação. Quando da chegada dos respetivos levantamentos da rede, é analisado cada caso, de forma criteriosa, e processa-se o contacto por forma a gerar um PLR e consequentemente uma nova Definição de Projeto. Nesta fase, trata-se da respetiva valorização do pedido, por forma ao envio da carta orçamento para o requerente. Os encargos de desvios de rede são calculados com base nos custos reais da obra, incluindo custos acessórios, tais como: licenciamentos, indemnizações e taxas que serão comparticipados nos termos do DL 43 335/60 [15]. Após o pagamento dos encargos referentes ao respetivo pedido, a obra é orçamentada, prosseguindo-se com a sua adjudicação por empreitada contínua. Nesta altura, o PSE terá de aceitar as datas de execução da obra e, caso o mesmo aprove, realizar-se-á a liberação da mesma.

Após a execução da obra no terreno por parte do PSE, se não existirem alterações às quantidades orçamentadas, procede-se à confirmação da obra. Para o encerramento do processo na EDPD, a obra terá ainda de ser comissionada de modo simplificado (caso haja a inserção apenas de ativos de BT) ou de modo

normal (caso exista inserção de ativos de MT) e consequentemente realizado o encerramento técnico em JUMP. Deverá ser efetuado, também, o encerramento da obra no programa, SITRD-DM [23].

2.6.4. Ligação de Casos Especiais

Consideram-se como Ligações de Casos Especiais as seguintes situações: Condomínios Fechados, Urbanizações, Empreendimentos Mistos, Instalações Eventuais e Instalações Provisórias.

I. Condomínios Fechados, Urbanizações e Empreendimentos Mistos

Independentemente do tipo de natureza, serviço particular ou serviço público, as infraestruturas destas instalações são construídas sempre pelo promotor. A diferença está apenas no licenciamento e exploração das infraestruturas elétricas que, dependendo da natureza, são licenciadas e exploradas pela entidade promotora do empreendimento, no caso de ser serviço particular, ou pela EDPD, caso se trate de natureza de serviço público [15].

II. Instalações Eventuais

São instalações elétricas do tipo C, de carácter temporário, com duração estritamente necessária ao evento em causa, nunca ultrapassando os 30 dias. Destinam-se essencialmente a: circos, feiras, festas, espetáculos de rua e similares [15].

Este tipo de pedido deverá ser formalizado através de um dos canais de atendimento disponíveis, nomeadamente, linha EDP, internet e Posto de Atendimento de Distribuição, fornecendo um conjunto de dados da instalação a ligar à rede:

Para a abertura do pedido, o requisitante deverá apresentar os seguintes documentos obrigatórios:

- dados do titular da instalação, nome, morada de envio, Número de Identificação Fiscal, telefone e e-mail;
- autorização da entidade administrativa competente (Câmara Municipal, Junta de Freguesia, polícia, delegação marítima, entre outras);
- termo de responsabilidade pela execução, devidamente preenchido e assinado nos termos do artigo 7.º do DL 96/2017;
- coordenadas geográficas do ponto de receção de energia ou planta de localização;
- data para ligar e desligar da rede, dia e hora.

A viabilidade de alimentação deste tipo de contratos está limitada à disponibilidade de potência da rede de distribuição, de modo a que não se prejudique a normal exploração da rede pública, nem coloque em risco a segurança de pessoas e bens. O ramal de ligação da respetiva alimentação será estabelecido pelo requisitante, incumbindo o mesmo da sua execução, exploração, conservação e desmontagem.

III. Instalações Provisórias

Este tipo de ligação, apenas em BT, destina-se a reparações, trabalhos, ensaios, equipamentos, obras e estaleiros. Tal como anteriormente mencionado, a viabilidade de alimentação deste tipo de contratos

está limitada à disponibilidade de potência da rede de distribuição, de modo a que não se prejudique a normal exploração da rede pública, nem coloque em risco a segurança de pessoas e bens. A montagem e desmontagem do ramal é da responsabilidade do requisitante, através de empreiteiro habilitado para o efeito [15]. Este tipo de pedido deverá ser formalizado através de um dos canais de atendimento disponíveis, sendo necessário apresentar os seguintes documentos obrigatórios:

- Número de Identificação Fiscal ou Número de Identificação de Pessoa Coletiva e Cartão de Cidadão ou Passaporte;
- licença de obras emitida pela Câmara Municipal;
- termo de responsabilidade pela execução da instalação elétrica, nos termos do DL 96/2017;
- declaração de conformidade da execução ou termo de responsabilidade pela execução, subscritos por uma entidade instaladora ou técnico responsável pela execução.

2.7. Criação de um Ativo na Rede

Atualmente com a introdução do programa JUMP (gestão técnica), tendo em conta a ISO 55000, tem-se por base o auxílio da Matriz de Risco, que se define como uma ferramenta que pode ser empregue na análise de risco de processos de várias naturezas, tais como, riscos operacionais, ambientais, económicos, segurança entre outros [14]. Na Figura 2-1, apresenta-se de forma esquemática o ciclo de vida de um ativo, desde a identificação da necessidade até ao seu abate.

Figura 2-1. Ciclo de vida de um ativo.

2.7.1. Início de Vida do Ativo

Para criar um novo ativo na rede, é necessário identificar a sua necessidade, podendo ter várias origens, tais como: satisfação da procura, sustentabilidade dos fornecimentos, condição técnica dos ativos, desempenho dos ativos e níveis de QST, cumprimento de disposições regulamentares e regulatórias, eficiência das redes e estratégia empresarial. A EDPD rege-se por uma estratégia de mitigação do risco, sendo o processo de tomada de decisão suportado no mérito da solução baseada na redução do nível de risco e complementarmente na avaliação económica [15]. A distribuição de energia elétrica é um setor de

investimento intensivo (CAPEX), sendo os capitais investidos pelos ORD remunerados, por via da tarifa, através da regulação por parte da ERSE. Assim, a fase de avaliação e decisão é de primordial importância de modo a ajustar a capacidade dos seus ativos à oferta e à procura, assegurar a ligação de novos consumidores, manter o risco suficientemente controlado e estabelecer o parque de ativos com desempenho sustentáveis. A análise económica é feita através da ferramenta INVESTE, tendo em conta as penalizações aplicadas às perdas e energia não fornecida, calculando os benefícios económicos que possa introduzir face ao cenário base. Através da aplicação de *Project Portfolio Management* é tomada a decisão final dos projetos a avançar, criando a respetiva Definição de Projeto para posterior tratamento.

2.7.2. Materialização da Necessidade

A fase da materialização da necessidade é dividida em quatro etapas: conceção, projeto, adjudicação e construção.

I. Conceção

Consiste numa avaliação da envolvente externa em termos ambientais, da orografia dos terrenos, do enquadramento arquitetónico, do tipo de zona segundo o regulamento QST, entre outros fatores.

II. Projeto

Nesta etapa, são tratadas as fases de engenharia como: estudos, cálculos, desenhos e memórias descritivas, com vista à obtenção da melhor solução técnica e económica a implementar. Além disso, é importante assegurar os cálculos e dimensionamentos necessários, bem como a produção do suporte técnico para a concretização do objetivo. Na criação de um ativo de MT, começa-se pela escolha de um possível traçado para a Linha Aérea de Média Tensão (LAMT) o mais retilíneo possível, respeitando as condicionantes a ele associadas, através do programa corporativo SITRD-DM. Caso se trate de uma Linha Subterrânea de Média Tensão (LSMT), deve escolher-se o menor troço possível a efetuar pela via pública. Com o objetivo de definir um traçado com o máximo rigor, para a linha em estudo, deve realizar-se sempre um levantamento topográfico, onde são identificados todos os proprietários e parcelários por onde o traçado está previsto, registando todas as condicionantes presentes no projeto. Todo o traçado por onde passe uma linha, seja para colocação de apoios, corte, derrame ou decote de árvores, é necessária autorização dos proprietários. No caso de existirem perdas monetárias ou prejuízos, deverá ser preenchida uma Declaração de Indeminização a Terceiros, bem como o Relatório de Prejuízos.

Para realizar o estudo de uma solução técnica a adotar, é imprescindível seguir escrupulosamente as disposições prescritas no Regulamento de Segurança de Linhas Elétricas de Alta Tensão (RSLEAT), nas Recomendações para Linhas Aéreas de Alta Tensão até 30 kV, restante legislação em vigor aplicável para este tipo de obras, bem como as prescrições da EDPD [25]. Um projeto de linha de MT realiza-se com base na ferramenta de cadastro SITRD-DM, verificando-se, para todos os apoios a intervir e/ou colocar, a estabilidade, o ângulo dos condutores nas fixações, a inclinação das cadeias, a distância entre os condutores, a distância ao solo e a distância dos condutores aos edifícios e obstáculos diversos.

Um dos elementos mais importante na cadeia de valor é o PTD, que deve ser inserido próximo do

centro de carga, em diferentes áreas geográficas, com densidade populacional distinta. Assim, justifica-se a variedade de soluções possíveis para os PTD a instalar.

Os desenhos, também criados pelo sistema SITRD-DM, são constituídos pelo perfil da linha de MT, rede de BT e respetivas plantas com condicionantes presentes no local da obra, tais como: a Rede Ecológica Nacional (REN); Rede Agrícola Nacional (RAN); Instituto de Gestão do Património Arquitetónico e Arqueológico (IGESPAR); Proteção de Avifauna e Proteção de Cegonha Branca. É também criado, em *AutoCad*, um esquema unifilar do Quadro Geral de Baixa Tensão (QGBT) do PTD a construir. Posteriormente, com a entrada do programa corporativo JUMP, a orçamentação é tratada aquando da fase de desenho da obra em SITRD-DM, completando-a com as unidades compatíveis respetivas.

Para finalizar o processo de projeto, são criadas diversas memórias descritivas e justificativas de modo à legalização e autorização do novo ativo de MT criado (fase de licenciamento), bem como os planos de segurança e saúde para a obra da linha de MT, PTD e rede de BT. As memórias devem ser assinadas por um projetista e um técnico responsável inscritos na DGEG.

No Anexo C, encontram-se mencionadas as análises das condicionantes à construção de uma linha de MT, os diferentes tipos de PTD existentes e as equações usadas para a obtenção da variação de queda de tensão de uma linha de MT.

III. Adjudicação e Construção

A adjudicação consiste na entrega da obra ao empreiteiro, preenchimento do depósito de dados de compra do PSE. Por forma a garantir os níveis de qualidade adequados, as especificações técnicas suportam o processo de aquisição de equipamentos e materiais. Na EDPD, a construção é realizada em regime de *outsourcing*, suportados em contratos de empreitada contínua.

2.7.3. Transformação em Património

A fase de comissionamento, etapa que antecede à entrada de exploração e posterior à construção, é a receção dos ativos onde se procura validar a coerência entre o que foi projetado e o que foi executado no terreno, garantindo que todos os índices de QST se encontrem dentro de parâmetros mínimos exigíveis, e de que existem evidências da existência de garantias contratuais válidas associadas aos vários fornecimentos em presença.

2.7.4. Fase Produtiva do Ativo

Após o comissionamento e entrada em exploração dos ativos criados, a fase produtiva do ativo é aquela em que o ativo começa a contribuir para os resultados do negócio, por via da remuneração regulatória e das amortizações. Para obter um maior lucro com o ativo criado, deve maximizar-se a sua utilização, garantir níveis de desempenho adequados, otimizando os custos de operação e/ou manutenção.

2.7.5. Fim de Vida do Ativo

Na fase terminal de um ativo, o processo de abate decorre de efeitos de obsolescência, processos

de alienação (onerosa ou não), de danos graves em ativos tecnicamente irrecuperáveis ou economicamente injustificáveis de perdas por sinistro, furto ou vandalismo, ou mesmo de desajustamento tecnológico, podendo ainda gerar proveitos extraordinários para as empresas a sua alienação como sucata. Neste processo, é fundamental a sua rastreabilidade em termos ambientais, fiscais e contabilísticos.

2.8. Análise de Estudo de Rede

Atualmente, a QST tem vindo a sofrer alterações sucessivas com a evolução tecnológica, a introdução de redes inteligentes e as exigências por parte do cliente e da ERSE. A exigência da Qualidade da Energia Elétrica (QEE) constitui um fator importante para a competitividade e sobrevivência de muitos setores produtivos. A QEE assume-se, cada vez mais, como uma preocupação sobretudo no setor empresarial, nomeadamente em indústrias de processo contínuo e em áreas de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) [26]. É caracterizada pela normal NP EN 50160, tendo ela duas vertentes: os fenómenos contínuos e os eventos de tensão [27]. Os fenómenos contínuos são desvios de valor nominal que ocorrem continuamente, ao longo do tempo, tais como: variações de tensão, *flicker* (tremulação da tensão), variações de frequência, harmónicas de tensão e desequilíbrios de tensão. Os eventos de tensão são as variações bruscas e significativas da forma de onda da tensão, entre os quais se destacam as cavas de tensão e as sobretensões [15].

Em condições normal de exploração, nos níveis de MT e de BT, as características da onda de tensão de alimentação nos pontos de entrega a instalações de consumo devem respeitar o disposto na norma NP EN 50160. A frequência deve ser igual a 50 Hz em condições normais de exploração, com uma tolerância de ± 1 % (ou seja, 49,5 a 50,5 Hz) para 99,5 % de cada período de um ano e de + 4 a - 6 % (isto é, 47 a 52 Hz) durante todo o período. Ao nível da tensão de alimentação, a tensão normalizada, U_n, para a rede de BT é 230 V entre fases e neutro e 400 V entre fases para sistemas trifásicos equilibrados. São permitidas as seguintes flutuações de tensão durante o período de uma semana: ± 10 % do valor de referência (ou seja, 207 a 253 V ou 360 a 440 V) para 95 % das medições e -15 % a +10 % (isto é, 195 a 253 V ou 340 a 440 V) para 100 % das medições [28]. O fenómeno de desequilíbrio de tensões é causado por cargas monofásicas de elevada potência, causando um comportamento de corrente desequilibrado que pode desencadear reduções do binário e aumentos de temperatura em máquinas rotativas. Desta forma, é aconselhável a divisão equilibrada das cargas pelas três fases, tanto quanto possível, e a proteção das instalações, utilizando dispositivos associados.

Na EDPD, existe um departamento de manutenção em cada área que verifica e acompanha os fenómenos mencionados anteriormente quando os clientes efetuam uma reclamação por índices de QST. Após a entrada da reclamação, o departamento da manutenção coloca um aparelho de registo de tensão trifásica, que mede níveis de tensão eficazes, que permite a análise simplificada das variações de tensão. No caso de o requerente solicitar uma análise completa da onda de energia, é colocado um analisador de forma a obter fenómenos contínuos e eventos de tensão na sua totalidade. Relativamente às novas ligações, realiza-se um processo de análise de estudo de rede, processo este complexo, que implica o decorrer de tempo significativo durante a sua elaboração e bastante rigor na sua execução. Uma análise de estudo de

rede não é mais do que um estudo elaborado, onde vem descrita a solução para alimentar eletricamente o pedido. Os processos que necessitam de emissão de uma análise de estudo de rede são: PF com potências avultadas; PF e PI a distâncias dos PTD significativas; PI a distâncias consideráveis; interligações de PTD; entre outros casos.

Na Figura 2-2, pode visualizar-se uma matriz de análise de estudo de rede, que é importante para a decisão dos pedidos a analisar. Nesta matriz, observa-se a partir de que distância é necessário elaborar uma análise de estudo de rede, consoante o pedido de potência elétrica.

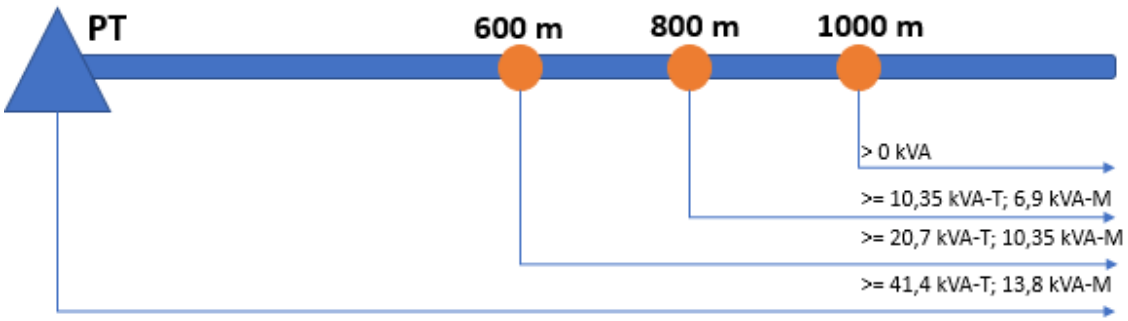

Figura 2-2. Matriz de análise de estudo de rede.

Nas novas ligações, o pedido, após ser programado, é enviado para o PSE para realizar o levantamento no terreno. O mesmo analisa as condições da futura ligação e envia para a EDPD a respetiva ficha técnica com o máximo de informação possível. Perante a análise da informação enviada na ficha técnica e com base nos critérios delineados, informa os respetivos responsáveis do departamento da ALR, da necessidade de realização de uma análise de estudo de rede. Nesta fase, verifica-se o cadastro de rede, no programa corporativo SITRD-DM, por forma a exportar um ficheiro do tipo *.dpx* para tratamento da análise no programa de planeamento e estudo de rede, *Dplan*. Quando a rede não se encontra bem carregada na ferramenta SITRD-DM, torna-se necessário pedir ao PSE para realizar o seu levantamento da rede no Sistema de Informação Técnica - Projeto Externo (SIT-PE) da rede do circuito do PTD em análise. Após esta ter sido levantada, o PSE envia em formato *.dxf* para a EDPD, de modo a posteriormente ser carregada em SITRD-DM. Atualmente, deverá, nesta fase, ser efetuado o reposicionamento de BT dos clientes do circuito em análise. Após estes procedimentos, deve exportar-se a rede do SITRD-DM (circuito completo que irá alimentar o requerente) e importá-la na ferramenta *Dplan*, que deverá ser analisado da seguinte forma:

- verifica-se a variação máxima de tensão do PTD em análise. Caso necessário, simula-se uma possível solução para a regulação de variação máxima de tensão a fim de incumbir os custos da mesma à EDPD;
- faz-se uma segunda análise com a introdução do requerente e verifica-se a regulação da tensão máxima em toda a rede do PTD em análise. Caso se verifiquem quedas de tensão, é simulado uma possível solução para a regulação da variação máxima de tensão para a análise de estudo, de modo a incumbir os custos da mesma ao requerente;

- análises de curto-circuitos e dimensionamento de fusíveis na BT.

Na Figura 2-3, apresenta-se o fluxograma referente ao processo de análise de estudo de rede. Na solução encontrada, deve ter-se em consideração os seguintes pontos fulcrais:

- o nível de ligação à rede deve ser o que se encontra fisicamente mais próximo e disponha das condições técnicas necessárias à satisfação do pedido, designadamente da potência requisitada;
- a ligação à rede deve obedecer ao cumprimento das normas legais e regulamentadas em vigor, não podendo prejudicar a normal exploração da rede nem constituir perigo para pessoas e bens;
- no caso da necessidade de instalação de um novo PTD, a ligação à rede poderá ser condicionada, nomeadamente pela cedência de espaço para instalar um PTD e em pedidos de BT superiores a 200 kVA de contagem única que devem ser ligados à rede de MT;
- as novas ligações ou aumentos de potência em BT, a mais de 600 metros do PTD mais próximo, estão sujeitas a comparticipações na Linha de Média Tensão (LMT) e no PTD a instalar, no caso de um requerente. No caso de um Município, está sujeita a comparticipação na LMT, PTD e rede BT;
- os custos incumbidos à rede de BT deverão ser medidos segundo a via pública, enquanto que os incumbidos à LMT estão dependentes do traçado (aéreo ou subterrâneo). Na LAMT, o custo incumbido ao cliente é referente à distância do menor troço em linha reta desde o requerente até à LMT mais próxima a derivar. Na LSMT, o custo incumbido ao cliente é referente à distância do menor troço, medido através da via pública, desde o requerente até à LMT mais próxima a derivar.

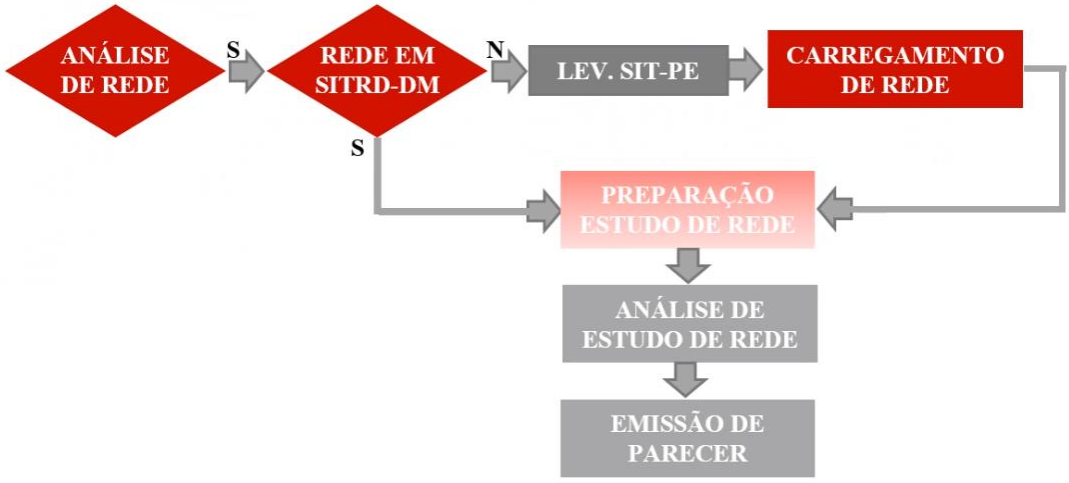

Figura 2-3. Fluxograma de Processo de análise do estudo de rede.

No dimensionamento da rede de BT, realizam-se diversos cálculos para a obtenção da variação de tensão máxima [29]. O raciocínio de cálculo será realizado da mesma forma para todos os ramos da rede em análise. Começa-se, sempre, por saber o número de consumidores, ou seja, conhecer todas as potências de modo a obter a potência total por ramo, resultante da soma das várias potências afetas do coeficiente de

simultaneidade, C. Estes coeficientes, para efeito de dimensionamento de ligação à rede da EDPD e determinação da potência total escolhida, diferem dos seguintes modos de utilização:

- Locais residenciais ou de uso profissional, incluindo serviços comuns, Equação (2-1);

$$C = 0{,}2 + \frac{0{,}8}{\sqrt{n}} \tag{2-1}$$

onde, n é o número de instalações a alimentar.

- Restantes casos, Equação (2-2).

$$C = 0{,}5 + \frac{0{,}5}{\sqrt{n}} \tag{2-2}$$

Em zonas comerciais e de serviços, sempre que não seja possível determinar o número de instalações a alimentar e a potência a considerar seja considerada por área (VA/m^2), o coeficiente de simultaneidade é 1.

Através do coeficiente de simultaneidade obtém-se a potência total corrigida, Equação (2-3).

$$S_{\text{Total Corrigida}} = n \times S_C \times C \quad \text{(kVA)} \tag{2-3}$$

onde n é o número de consumidores e S_C é a potência contratada por consumidor (kVA).

Conhecido o valor da potência, determina-se a corrente de serviço, I_S, Equação (2-4).

$$I_S = \frac{S_{\text{Total Corrigida}}}{\sqrt{3} \times U_n} \quad \text{(A)} \tag{2-4}$$

onde U_n é a tensão nominal (V).

Posteriormente, conhecido o comprimento do ramo, o tipo de condutor e a sua secção, obtém-se o valor da resistência elétrica, R, do ramo em consideração através da Equação (2-5).

$$R = \rho \times \frac{l}{S} \quad (\Omega) \tag{2-5}$$

onde ρ é a resistividade do condutor a 20 ºC (Ω.mm^2/m), l é o comprimento do condutor (m) e S a secção do condutor (mm^2).

Considerando o funcionamento do condutor em regime permanente, é necessário efetuar a correção do valor da resistência a 20 ºC para uma temperatura de 50 ºC, Equação (2-6).

$$R_\theta = R_{20\,^\circ C} \times [1 + \alpha_{20\,^\circ C} \times (\theta - 20)] \quad (\Omega) \tag{2-6}$$

onde α é o coeficiente de variação da resistividade a 20 ºC [1].

Por fim, determina-se o valor da queda de tensão por ramo através da Equação (2-7).

$$\begin{aligned} \Delta U &= R_\theta \times I_S \quad \text{(V)} \\ \Delta U &= \frac{R_\theta \times I_S}{230} \times 100 \quad (\%) \end{aligned} \tag{2-7}$$

No cálculo de proteções contra as sobrecargas, é necessário ter presente dois aspetos fulcrais: condição de aquecimento do cabo e proteção contra sobreintensidades [29]. A primeira está associada a

[1] O valor de α_{AL} é $4{,}03 \times 10^{-3}$ (ºC^{-1}).

uma corrente máxima admissível, I_Z, superior à corrente de serviço, I_S. Esta imposição advém dos cabos, tendo em conta os aspetos construtivos e problemas térmicos associados, possuírem uma intensidade de corrente máxima que podem veicular em regime permanente sem sofrerem qualquer degradação. Assim, I_Z não pode ser inferior a I_S sob pena de algum tempo após entrada em funcionamento da instalação, este acréscimo de corrente provocar um aquecimento excessivo do cabo e consequente degradação. Relativamente à proteção contra sobreintensidades, estas podem ser divididas em sobrecargas e curto-circuitos. As sobrecargas correspondem a situações em que a sobrelevação de intensidade de corrente, face ao valor de serviço, é pequena. Nas situações de curto-circuito, a intensidade de corrente assume valores bastante elevados pelo que os aparelhos de proteção deverão atuar rapidamente [30].

De modo a que um aparelho de proteção proteja uma instalação contra sobrecargas, devem ser respeitadas as seguintes condições [29]:

$$I_S \leq I_n \leq I_Z$$
$$I_f \leq 1{,}45 I_Z$$

onde I_n é a corrente estipulada do dispositivo de proteção (A) e I_f é a corrente convencional do funcionamento (A).

A intensidade de corrente de defeito, I_{CC}, corresponde a um defeito fase-neutro no ponto extremo da rede. Quanto ao defeito fase-terra, este é o que apresenta um menor valor de I_{CC}. A Equação (2-8) permite o cálculo desta corrente.

$$I_{CC} = 0{,}95 \times \frac{U}{\rho_F \times \frac{L_F}{S_F} + \rho_N \times \frac{L_N}{S_N}} \quad (A) \tag{2-8}$$

onde U é a tensão entre condutores, ρ_F e ρ_N são as resistividades dos condutores de fase e neutro, L_F e L_N são os comprimentos dos condutores de fase e neutro, e S_F e S_N as secções dos condutores de fase e neutro, respetivamente.

2.9. Introdução das *Smart Grids*

Devido aos novos desafios da geração distribuída, integração das renováveis, eficiência energética e novos serviços centrados no cliente, as *smart grids* tornam-se essenciais para a exploração da rede de distribuição. A EDPD, no contexto das *smart grids*, criou o projeto *InovGrid* no qual optou por construir uma arquitetura de rede inteligente baseada num contexto integrado (Figura 2-4). Assim, têm sido instaladas *EDP Box* para a contagem de energia consumida na IP e totalização de energia consumida nas instalações de ligação. Desta forma, todas as instalações afetas a instalações de ligação que contenham contadores deste tipo, através do protocolo *Local Area Network* (LAN), transmitem os dados da respetiva contagem para um equipamento instalado no QGBT dos PTD, *Distribution Transformer Controller* (DTC). O protocolo *Wide Area Network* (WAN) permite a transmissão dos dados de contagem para os sistemas *Head-end*. A EDPD conta com uma solução centralizada de gestão e comando de IP, designada por *Smart-IP*, caracterizando-se por permitir a monitorização, controlo e parametrização da IP, suportada em equipamentos de *Smart Metering IP* e em equipamentos empresariais de telecontagem. O contador inteligente, *smart meter*,

específico para a IP, além da sua função básica de contagem certificada, também disponibiliza relés físicos para o comando *on/off* da IP, permitindo atuar contadores associados a circuitos de energia. Para tal incluem-se tabelas internas, algoritmos e funções específicas para a gestão da IP. Por um lado, a *Smart-IP* permite configurar os horários da IP a aplicar aos circuitos de iluminação associados ao perfil do utilizador em causa e, por outro lado, permite a monitorização da IP, recebendo alertas de anomalias e disponibilizando relatórios e *dashboards* específicos.

De acordo com a arquitetura do projeto *InovGrid*, a comunicação dos *smart meters* para os sistemas é sempre efetuada através de um equipamento designado por DTC (equipamento físico instalado nos postos de transformação ou, na sua ausência, software de virtualização centralizado) que permite a concentração de todos os dados recolhidos pelas *EDP Box*, presentes na instalação de ligação [31].

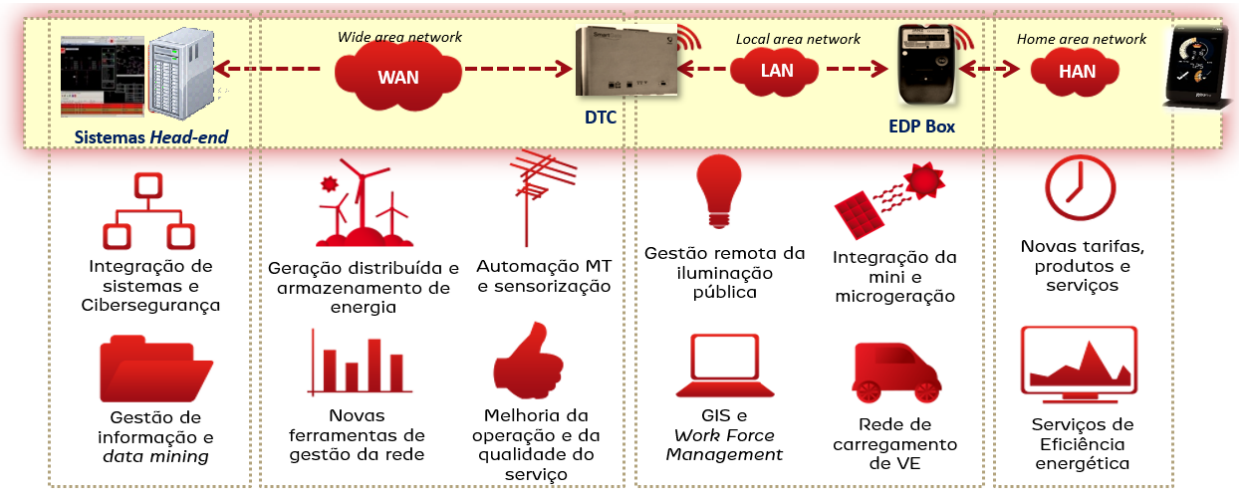

Figura 2-4. Arquitetura do projeto *InovGrid*.

3. Estudos de Caso de Reabilitação de Ativos Obsoletos e Ligações à Rede

3.1. Enquadramento

Neste capítulo, serão apresentados alguns estudos de caso realizados no decorrer da dissertação em ambiente empresarial. O primeiro trata-se do acompanhamento na fase de execução de obras de Iniciativa de Empresa e de Investimento Obrigatório, obras estas de reabilitação de ativos obsoletos. Na secção 3.3, abordam-se alguns estudos de caso, no âmbito do Investimento Obrigatório, apresentando todas as etapas, desde a análise de estudo de rede, levantamento e recolha de autorizações da LMT, PTD e Rede de BT, projeto e orçamentação até à fase de licenciamento, todas elas devidamente justificadas. Além disso, serão também objeto de estudo criações de ativos de MT e de BT.

3.2. Acompanhamento da Fase de Execução de Obras de Reabilitação de Ativos Obsoletos

O estudo de caso apresentado retrata uma obra de Iniciativa de Empresa e de Investimento Obrigatório, localizada na freguesia de Cavadoude, concelho da Guarda, associada à instalação de ligação 0907D2002000. Este caso surgiu através de duas reclamações por parte de clientes cujos níveis de QST se encontravam inadequados. Deste modo, após a receção das reclamações, a Área de Manutenção Serra da Estrela efetuou uma análise ao local dos reclamantes avaliando os indicadores de QST, isto é, a monitorização dos valores de tensão presentes à entrada dos contadores, ao longo de uma semana.

Numa primeira fase, foi analisada a respetiva rede da instalação de ligação 0907D2002000 através do programa corporativo Dplan. Na Figura 3 1, podem visualizar-se os três circuitos referentes ao PTD 0907D2002000, onde alguns clientes aparecem com a simbologia a vermelho, o que implica existência de níveis de tensão degradados. Após a análise dos valores obtidos, Tabela 3 1, e comparativamente ao mencionado na secção 2.8, verificou-se que nos circuitos 1 e 2, e em ambos os reclamantes, a variação de tensão máxima estava superior ao valor regulamentar.

Começou-se por uma remodelação da Rede Aérea de Baixa Tensão (RABT), no âmbito da Iniciativa de Empresa - Corrente Programável, com o objetivo de repor todos os níveis de QST aos reclamantes e, por sua vez, a todos os clientes associados ao local em questão. Além disso, foram também remodelados todos os ativos obsoletos.

Posteriormente, surgiu um pedido de ampliação de RABT e IP com finalidade de alimentar um cliente de 20,7 kVA, no âmbito de Investimento Obrigatório. Por fim, de modo a regularizar a restante rede,

surgiu uma obra de Iniciativa de Empresa - corrente urgente.

Na fase de execução, foram acompanhados os trabalhos da remodelação, construção e remoção de ativos obsoletos. Começou por efetuar-se as remodelações da RABT referentes ao circuito 1, 2 e 3 do PTD 0907D2002000, com o objetivo de resolver os problemas associados aos reclamantes, uma vez que o circuito 4, implementado na instalação de ligação 0907D2002000, apresentava um comprimento de aproximadamente 1300 metros até reclamante B. Para tal, foi inserido um equipamento com base em três transformadores isoladores no apoio da derivada do ramo de alimentação do reclamante, por forma a estabilizar a tensão em valores regulamentares.

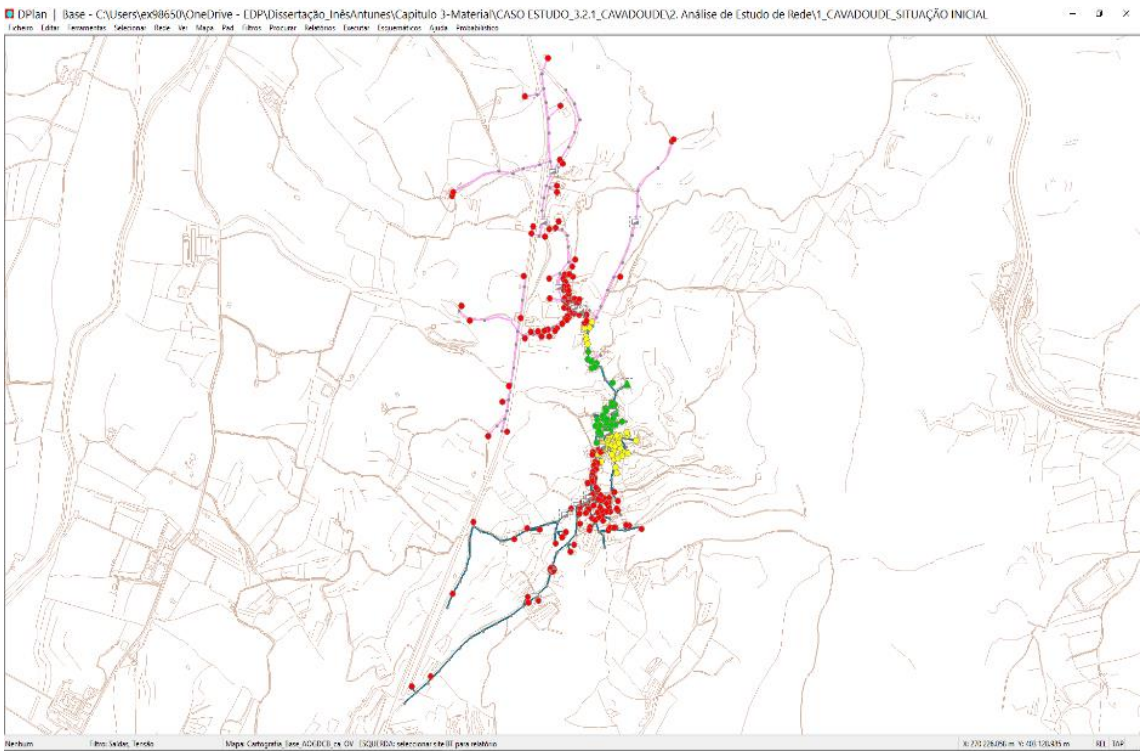

Figura 3-1. Simulação inicial, em *Dplan*, da rede do PTD 0907D2002000.

Tabela 3-1. Variação de tensão máxima (situação inicial).

Circuito	Variação Máxima de Tensão (%)
1	17,02
2	20,39
3	0,16
Reclamante	**Variação Máxima de Tensão (%)**
A	16,95
B	13,01

Posteriormente, realizou-se a construção da RABT e IP relativamente ao pedido solicitado pelo Município da Guarda, no qual foi necessário instalar um novo PTD (0907D2055200), colocado na proximidade da LAMT presente, com o objetivo de alimentar o ponto final da ampliação solicitada e a injeção no reclamante B, de modo a regularizar todos os índices de QST.

Por fim, realizou-se a obra com investimento de iniciativa de empresa do tipo corrente urgente, onde se realizou a desmontagem de troços RABT obsoletos, isto é, rede nua em quincôncio, substituída por

rede aérea torçada. Relativamente à rede IP de toda a aldeia, foram substituídas todas as luminárias de tecnologia obsoleta, luminárias de vapor de mercúrio, por luminárias *Light-Emitting Diode* (LED). Desta forma, como se pode visualizar na Figura 3-2, a rede ficou toda sinalizada a verde, apresentando todos os valores de tensão dentro do intervalo de valores regulamentados (Tabela 3-2).

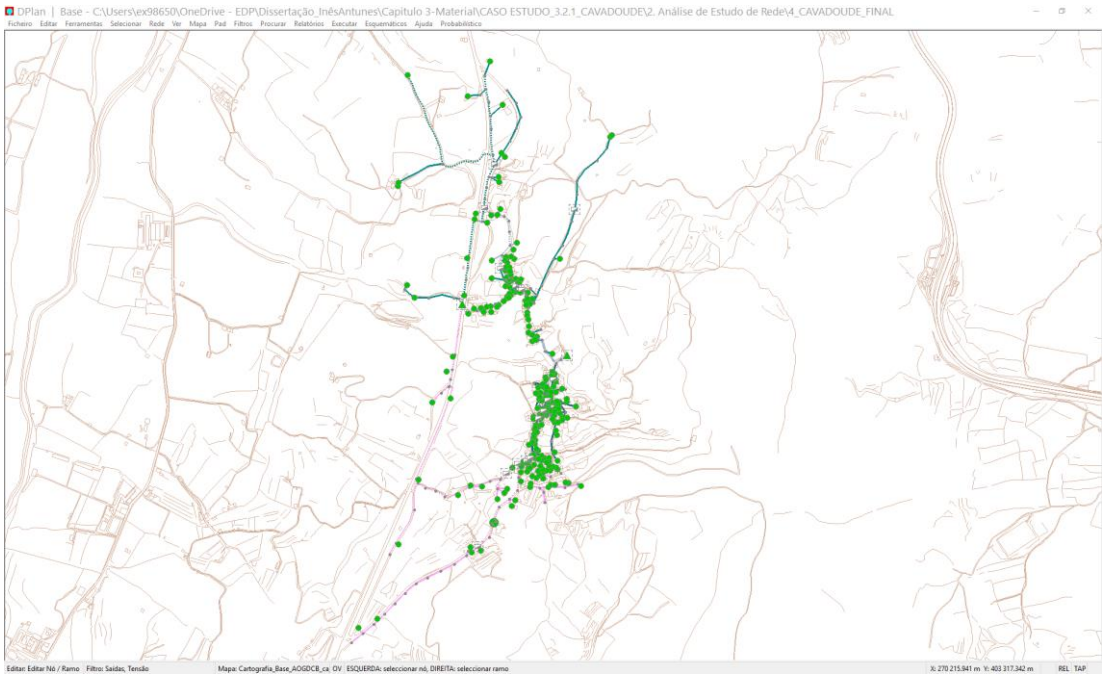

Figura 3-2. Situação final, em Dplan, da rede da aldeia.

Tabela 3-2. Variação de tensão máxima (situação final).

PTD	Circuito	Variação Máxima de Tensão (%)
0907D2002000	1	5,47
	2	2,33
	3	5,10
	4	3,92
R250 (novo)	1	4,04
	2	5,44
	3	0,50

No projeto do PTD 0907D2055200, foram colocadas duas *EDP Box* para a contagem de energia consumida na IP e totalização da energia consumida na instalação de ligação. Desta forma, todas as instalações afetas a esta instalação de ligação que contenham contadores deste tipo, através do protocolo LAN, transmitem os dados da respetiva contagem para um equipamento instalado no QGBT do PTD, DTC.

De acordo com o mencionado na secção 2.9, a arquitetura do projeto *InovGrid*, a comunicação dos *smart meters* para os sistemas é sempre efetuada através de um equipamento designado por DTC que permite a concentração de todos os dados recolhidos pelas *EDP Box*, presentes na instalação de ligação.

No Apêndice A, podem ser visualizadas todas as etapas devidamente justificadas, referentes a este estudo de caso, tais como: análise de estudo de rede das três obras em questão; projeto e orçamento da remodelação no âmbito do Programa de Corrente Programável; ampliação da RABT e IP e remodelação no âmbito do Programa Corrente Urgente; licenciamento da LAMT e do PTD; plano de segurança e saúde e respetivo processo de execução/acompanhamento do estudo de caso.

3.3. Projeto e Orçamentação de Obras de Investimento Obrigatório

Nesta secção, apresentam-se vários casos de estudo exemplificativos de PLR. Inicialmente, expõem-se dois casos de PF com necessidade de criação de ativos de MT e de BT. Posteriormente, exemplifica-se um caso de ampliação de Rede Subterrânea de Baixa Tensão (RSBT) e IP e, por último, expõe-se uma modificação com necessidade de desvio de rede de BT.

3.3.1. Estudo de Caso – Corujeira/Guarda

O estudo de caso mencionado retrata um pedido do tipo Outros, PF90, referente à alimentação de uma estação elevatória, localizada na união de freguesias de Corujeira e Trinta, concelho da Guarda. O pedido requerido dista aproximadamente 830 m do PTD número 0907D2006800, para uma potência requerida de 41,40 kVA.

Face ao exposto anteriormente e ao mencionado na secção 2.8 da presente dissertação, o pedido requerido necessita, obrigatoriamente, de uma análise de estudo de rede a fim de se averiguar as condições de ligação, garantindo os índices de QST ao requisitante e também a todos os clientes presentes na instalação de ligação.

Prosseguiu-se, assim, com a análise mencionada anteriormente, através da análise de quedas de tensão e de curto-circuito, bem como o dimensionamento dos respetivos fusíveis de BT, com a finalidade de obter uma solução para a alimentação requerida, realizada através do programa corporativo *Dplan*. Por forma a garantir todos os índices de QST às instalações presentes no PTD em análise, a alimentação do cliente de 41,4 kVA, PLR para estação elevatória de resíduos sólidos, foi necessário a instalação de um novo PTD. Assim, a solução para a ligação solicitada em BT foi viável com a instalação do novo PTD nas condições abaixo:

- LAMT aproximadamente 50 metros, com origem no apoio n.º 25 da LN 15kV 297/GRD Maçainhas - Trinta;
- PTD R100_50kVA/15kV, a instalar em espaço com acesso a partir da via pública, a ceder pelo requisitante;
- do QGBT do PTD estabelecer cabo LXS 4x70 + 16, aproximadamente 50 metros, até junto do ponto de ligação do requerente.

Os custos da nova ligação, tendo em conta as condições mencionadas anteriormente, foram suportadas todas pelo requerente, uma vez que outrora não existiam quedas de tensão no PTD já existente, que colocasse o nível de tensão abaixo do valor regulamentar, e com a inserção do cliente tal situação não se manteria. Outro fator recai sobre as novas ligações ou aumentos de potência BT, a mais de 600 m do PTD mais próximo, estar sujeitas a comparticipações a LMT e no PTD a instalar [15].

Uma vez que foi necessário criar um ativo do tipo MT, começou por elaborar-se o levantamento e recolha de autorizações da LAMT e do PTD. Assim, foi necessário o deslocamento ao local em estudo, começando-se pela marcação do novo PTD e respetiva recolha de autorização da cedência de espaço, por parte do proprietário. Posteriormente, realizou-se o levantamento topográfico, seguindo-se do seu carregamento no programa corporativo SITRD-DM para posterior processo de orçamento e projeto da

LAMT e PTD (Figura 3-3).

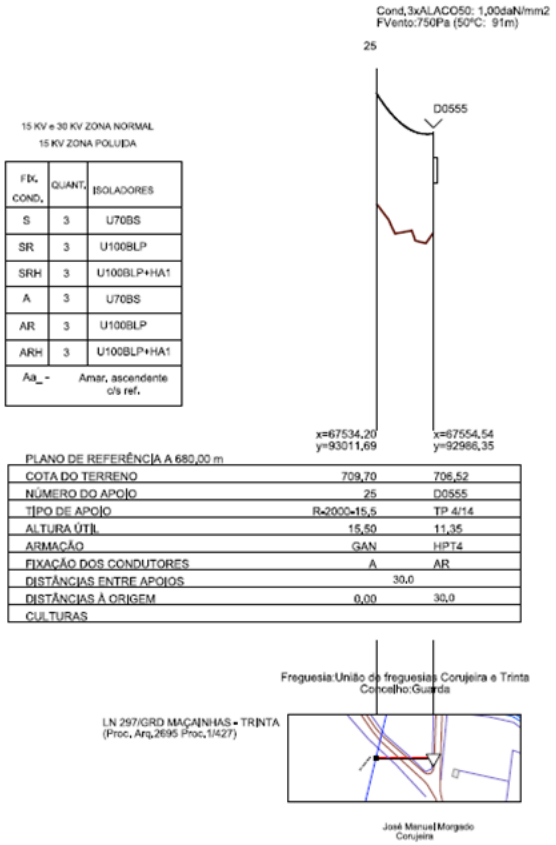

Figura 3-3. Perfil da LAMT e respetivo PTD 0907D2055500 CORUJEIRA ETAR.

Após a etapa de levantamento topográfico da LAMT e do PTD, efetuou-se o levantamento da rede BT, seguindo-se com o processo de orçamento e projeto da RABT. Para finalizar o estudo de caso, criaram-se as memórias descritivas e justificativas da LAMT, do PTD, da RABT e das respetivas condicionantes, REN, bem como os respetivos desenhos, por forma a criar o processo base de licenciamento de MT.

No Apêndice B, podem ser visualizadas todas as etapas devidamente justificadas, referentes a este estudo de caso, tais como: pré-análise, análise de estudo de rede, levantamento e recolha de autorizações da LAMT e do PTD, levantamento topográfico da LAMT e do PTD, levantamento da RABT, projeto e orçamento da LAMT e do PTD, projeto e orçamento da RABT e licenciamento da LAMT e do PTD.

3.3.2. Estudo de Caso – Matança/Fornos de Algodres

O estudo de caso apresentado retrata um pedido do tipo PI13, Nova Ligação IP, localizado na freguesia de Matança, concelho de Fornos de Algodres. Trata-se de uma ampliação de rede de BT e IP que, futuramente, servirá, pelo menos, um cliente para edificação de turismo rural. O requerente em questão requisitou uma potência de 20,7 kVA e dista aproximadamente de 1140 m do PTD número 0905D2007900. Assim, tal como mencionado na secção 2.8, segundo a matriz de análise, Figura 2-2, foi necessário efetuar uma análise de rede para potências de 20,7 kVA a partir dos 600 metros do PTD.

A análise de estudo de rede efetuada teve por base a análise de quedas de tensões e de curto-

circuitos, com o dimensionamento dos respetivos fusíveis de BT, tendo como objetivo garantir os índices de QST a todos os clientes do PTD em análise [32]. Devido à distância entre o futuro cliente e o PTD mais perto com possibilidade de alimentação na zona pretendida, surgiu a necessidade de inserção de uma nova instalação de ligação.

Através de uma simulação efetuada no programa corporativo *Dplan*, verificou-se que a variação de tensão máxima, no ponto de entrega do novo requerente, era de 0,23 %, com uma tensão simulada de 0,998 p.u., correspondente a 229,5 V. Relativamente à análise de curto-circuito e dimensionamento de fusíveis, verificou-se que, tanto ao nível da proteção de curto-circuito, como de proteção de sobrecarga e proteção de pessoas e bens, a escolha dos fusíveis de proteção permitem a obtenção de todos os valores regulamentares, garantindo todos os índices de QST ao futuro cliente. Por forma a concretizar esta solução, é necessário:

- construção de 140 m de LAMT, com origem no apoio número 12 da LN PTD 20/MGL, Aldeia de Carvalho;
- construção de um novo PTD do tipo construtivo R100, 100 kVA/15 kV a instalar em espaço com acesso a partir da via pública;
- ampliação da RABT através de cabo LXS 4x70 + 16.

Uma vez que foi necessário criar um ativo do tipo MT, fez-se o levantamento e recolha de autorizações da LAMT e do PTD. Assim, foi necessário o deslocamento ao local em estudo, começando-se pela marcação do novo PTD e respetiva recolha de autorização da cedência de espaço, por parte do proprietário, assim como dos apoios de suporte à LAMT a alimentar o novo PTD.

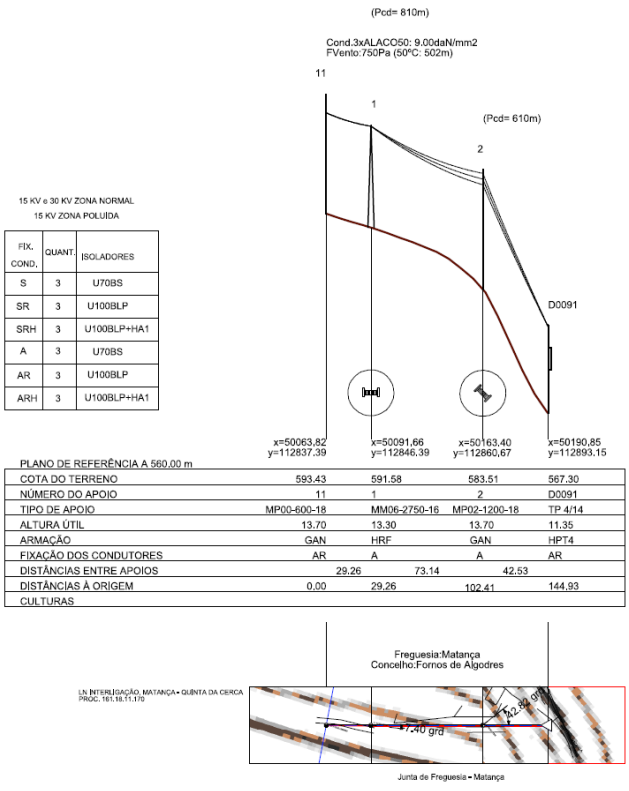

Figura 3-4. Perfil da LAMT e respetivo PTD 0905D2009100 MATANÇA IV.

Após o levantamento topográfico do PTD, realizou-se o seu carregamento no programa corporativo SITRD-DM para posterior processo de orçamento e projeto da LAMT e PTD, Figura 3-4. Posteriormente, efetuou-se o levantamento de rede de BT, por forma à alimentação do requerente do estudo de caso. Optou-se pela colocação da RABT do lado oposto ao PTD, devido a estarmos perante um PTD do tipo construtivo R100, com apenas um circuito no QGBT. Assim, optou-se por alimentar uma caixa de proteção e seccionamento a colocar no primeiro apoio BT, a fim de abrir a rede para ambos os lados. Desta forma, consegue criar-se seletividade na rede com a escolha das proteções adequadas para os circuitos criados.

Por fim, foram elaboradas as memórias descritivas e justificativas da LAMT, do PTD, da RABT e das respetivas condicionantes, REN e RAN, assim como os respetivos desenhos, para criar o processo base de licenciamento de MT.

No Apêndice C, podem ser visualizadas todas as etapas devidamente justificadas, referentes a este estudo de caso, tais como: pré-análise, análise de estudo de rede, levantamento e recolha de autorizações da LAMT e do PTD, levantamento topográfico da LAMT e do PTD, levantamento da RABT, projeto e orçamento da LAMT e do PTD, projeto e orçamento da RABT e licenciamento da LAMT e do PTD.

3.3.3. Estudo de Caso – Marialva/Mêda

Este estudo de caso retrata um PI13, do tipo Nova Ligação IP, com o objetivo de melhorar os índices de QST da aldeia histórica de Marialva, concelho da Mêda. No âmbito do programa de recuperação de aldeias históricas em Portugal, Marialva sofreu uma reestruturação ao nível da infraestrutura elétrica, tornando-a toda subterrânea. A RSBT foi efetuada com a colocação dos cabos diretamente no solo, isto é, sem a criação de rede de tubagem, o que torna o nível da exploração e manutenção de rede, no caso de ser necessário substituir algum troço da rede, mais difícil de se executar.

Devido à existência de uma feira medieval anual na localidade, o Município da Mêda solicita anualmente três contratos eventuais: dois, na proximidade do castelo, de 41,4 kVA e 20,7 kVA, e outro, junto ao parque de estacionamento provisório da feira, de 20,7 kVA. Além disso, o proprietário do turismo rural da aldeia requisitou uma potência de 41,4 kVA para o centro da aldeia histórica, porém as infraestruturas elétricas de RSBT associadas à instalação de ligação 0909D3008500 não garantiam os índices de QST, mencionados na secção 2.8. Posteriormente, o mesmo requerente solicitou um segundo pedido para uma potência inferior, 27,6 kVA, no qual a solução de alimentação exigia a remodelação do troço do armário de distribuição A3022 ao A3023 e, consequentemente, a inserção de um novo armário de distribuição através de cabo LVAV 3x185 + 95 e respetiva baixada a cabo LSVAV 4x35.

Assim, devido a todos os pedidos de solicitação por parte do requerente do turismo rural, o Município reuniu com a EDPD a fim de repor todos os índices de QST. Para tal, começou por fazer-se a análise de estudo de rede, através do programa corporativo *Dplan*, inserindo o cliente 27,6 kVA e todos os contratos eventuais solicitados pelo Município, no período da feira medieval (Figura 3-5). Assim, verificou-se que o PTD atingiria uma variação máxima de tensão de 14,5 %, valor este não regulamentado, tal como mencionado na secção 2.8.

Para a resolver o problema quer do requerente, quer do Município, criou-se um novo circuito a

cabo LVAV 3x185 + 95 que alimentará um novo armário de distribuição a colocar no cruzamento de acesso ao centro histórico. A partir do novo armário, criar-se-á um novo troço a cabo LVAV 3x185 + 95 que alimentará o armário de distribuição A3023. Por fim, desenvolver-se-á um novo troço a cabo LSVAV 4x95 com o objetivo de alimentar o parque de estacionamento da feira medieval e um possível futuro cliente. Com estas alterações, através da simulação em *Dplan*, verificou-se uma variação máxima de 5,5 % no circuito 3 e 6,2 % no novo circuito.

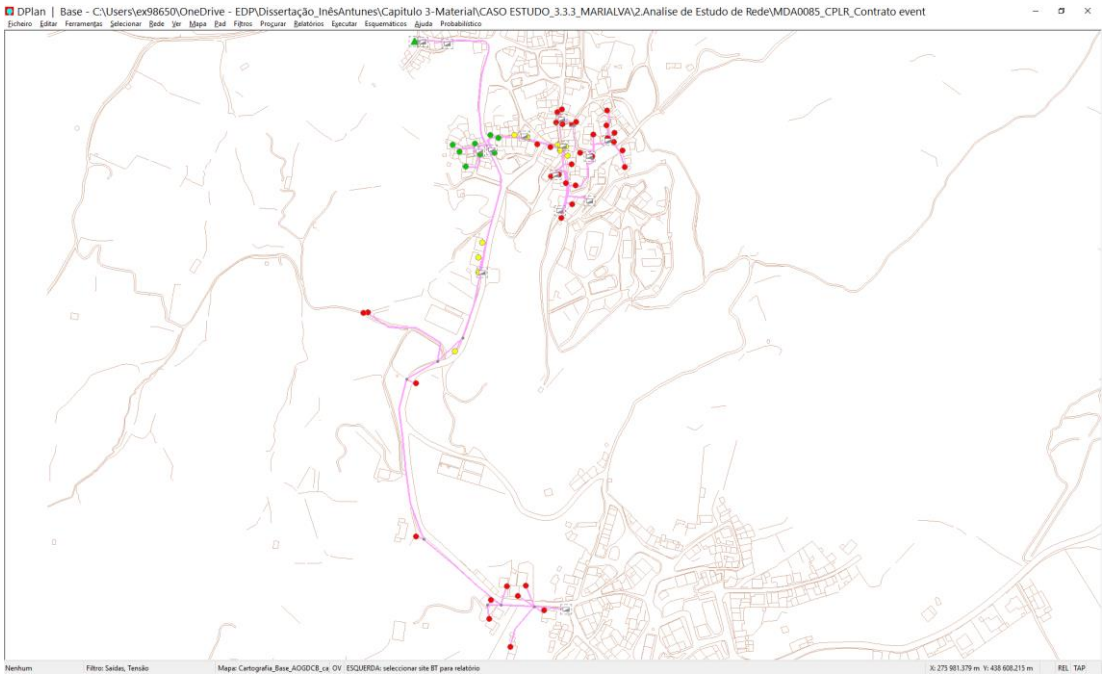

Figura 3-5. Simulação após a inserção do cliente e respetivos contratos eventuais.

Após deslocação ao terreno, por forma a verificar a viabilidade da solução proposta para a respetiva remodelação e ampliação da RSBT, associadas ao PTD 0909D3008500, chegou-se a acordo com o respetivo Município do modo de execução da obra. Assim, foi acordado que as infraestruturas de construção civil (valas e tubagem) seriam efetuadas pelo Município, enquanto que, posteriormente, as infraestruturas elétricas seriam tratadas pela EDPD.

O projeto da remodelação e ampliação da RSBT foi tratado internamente na EDP, sendo enviado todo o projeto de construção civil ao respetivo Município. Após esta etapa, o Município procedeu à adjudicação da obra mencionada, tendo sido desagregada em duas partes distintas: troço em direção ao parque de estacionamento da feira medieval e futuro cliente a alimentar (1.ª parte) e troço de interligação da rua principal ao centro histórico da aldeia (2.ª parte).

Após a conclusão dos trabalhos, o Município procedeu à entrega de toda a documentação de execução de obra por uma entidade terceira, incluindo o auto de entrega e termo de responsabilidade de execução de trabalhos de forma a entrar para o cadastro da rede gerida pelo ORD. Posteriormente, após a verificação e respetiva auditoria à obra mencionada, prosseguiu-se à orçamentação das infraestruturas elétricas por parte da EDPD.

No Apêndice D encontram-se as diversas etapas devidamente justificadas, referentes ao estudo de

caso.

3.3.4. Estudo de Caso – Covilhã

O Município da Covilhã solicitou à EDPD o desvio da rede de BT da zona envolvente do edifício do antigo Teatro Municipal, localizado na Rua Fernão Penteado, freguesia e localidade da Covilhã. Trata-se de um estudo de caso que retrata uma modificação de rede de BT, PB40.

Face ao solicitado, foi necessário a deslocação ao local a fim de fazer o levantamento de possibilidades de concretização do requerido no ofício do respetivo Município. Após deslocação ao terreno e conversação com elementos do Departamento de Obras do Município da Covilhã, chegou-se à possibilidade de quatro soluções:

- Solução 1: colocação de rede pousada com cabo LXS 4x50 +16, na fachada do edifício, e respetivas baixadas a cabo LSVAV 4x16, com necessidade de uma travessia da estrada de acesso ao Maciço Central da Serra da Estrela a cabo LSVAV 4x50, a ligar no armário de distribuição de BT com referência A2042;
- Solução 2: colocação de rede pousada com cabo LXS 4x50 +16, na fachada do edifício, e respetivas baixadas a cabo LSVAV 4x16, com descida de parede a cabo LSVAV 4x50, a ligar no armário de distribuição de BT com referência A5891;
- Solução 3: colocação de um novo armário de distribuição BT, no passeio junto à fachada do Teatro Municipal, com alimentação do mesmo com cabo LSVAV 4x95, com necessidade de uma travessia da estrada de acesso ao Maciço Central da Serra da Estrela a cabo LSVAV 4x50, a ligar no armário de distribuição de BT com referência A2042, e respetivas baixadas subterrâneas a cabo LSVAV 4x16 para as lojas;
- Solução 4: colocação de um novo armário de distribuição de BT, em local negociado com o Departamento de Obras do Município da Covilhã, alimentado com cabo LSVAV 4x95, a ligar no armário de distribuição com referência A1046, e respetivas baixadas subterrâneas a cabo LSVAV 4x16 para as lojas.

Com vista a obter a melhor solução ao nível da segurança de pessoas e bens, QST, de acordo com o apresentado na secção 2.8, e devido a ser um edifício de Património Nacional, não permitindo a colocação de qualquer tipo de cabos (rede elétrica e de telecomunicações), a fim de obter a melhor solução do ponto de vista estético, optou-se pela solução 4, Figura 3-6, tendo em conta o parecer por parte da entidade requerente.

Outra das condicionantes a influenciar esta solução foi a futura concretização da travessia da estrada de acesso ao maciço central da Serra da Estrela, sendo esta a única alternativa para veículos pesados de mercadorias e de passageiros, implicando o corte da mesma e impossibilitando o trânsito no ato da execução da obra, tornado as soluções 2 e 3 impossíveis de concretizar.

Na fase de projeto e orçamento, desenhou-se e orçamentou-se, no programa corporativo SITRD-DM, a respetiva RSBT, por forma à modificação requerida, segundo a solução 4

No Apêndice F, encontram-se as diversas etapas devidamente justificadas, referentes a este estudo

de caso, tais como: pré-análise, levantamento da rede de BT, projeto e orçamento da modificação e fase de execução da obra no terreno.

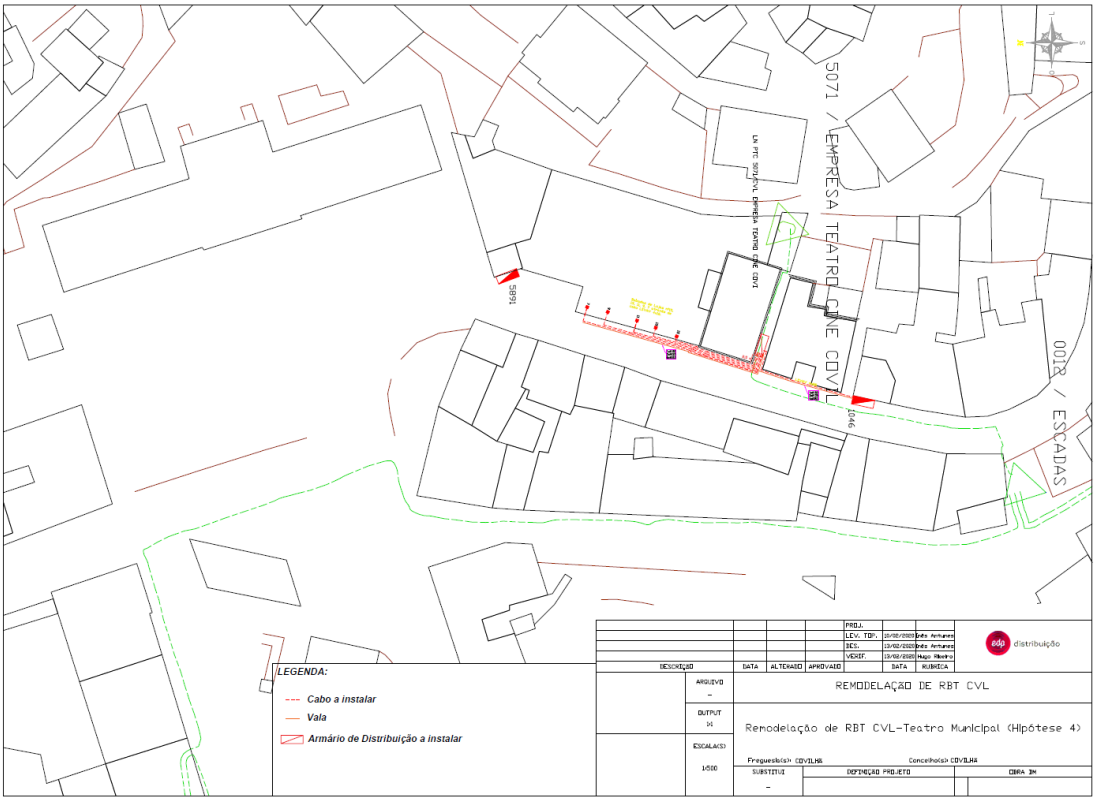

Figura 3-6. Solução 4 do desvio da rede BT, em AutoCad.

4. Modelo de Gestão Aplicado ao Processo de Controlo de Ligações à Rede

4.1. Enquadramento

Cada vez mais a ERSE impõe ao ORD prazos mais restritos de valorização e respetiva orçamentação. Na valorização de pedido de BT, o prazo imposto pela ERSE é de 15 dias úteis, na orçamentação é de 30 dias úteis após o pagamento dos encargos do requerente. No entanto, em obras com necessidade de introdução de ativos de MT o prazo estabelecido para a execução da obra no terreno é de 120 dias úteis [15].

Devido às imposições mencionadas anteriormente e à verificação do aumento significativo da quantidade de dados a analisar, torna-se necessário a criação de um modelo de controlo processual de ajuda à gestão dos processos de Novas Ligações. Os programas corporativos com que a EDPD trabalha diariamente não permitem o controlo interno de todos os prazos de forma automática. Assim, é necessário a existência de um modelo de gestão e controlo de processos, permitindo a visão global de todo o processo intrínseco às Novas Ligações.

4.2. Situação Atual

No início do ano de 2018, a EDPD implementou um novo programa corporativo, JUMP, com a finalidade de modernizar os processos e os sistemas de gestão de ativos e, posteriormente, a implementação da gestão comercial da empresa. Este programa mudou, de forma significativa, o modo de trabalhar na EDPD, tendo surgido na empresa por razões de obsolescência tecnológica e por imposição da ERSE. Por outro lado, foi implementado este novo programa devido aos novos modelos de gestão de ativos, usando práticas de referência, a ISO 55000 [5]. Alguns dos *drivers* internos da necessidade da criação do programa foram: a procura da gestão do ciclo de vida dos ativos, desde que é identificada a necessidade até ao seu abate; o foco na eficiência das operações do desempenho dos ativos; o *rollout* das redes inteligentes e a gestão de milhões de ativos.

Atualmente, a gestão comercial encontra-se a ser gerida através do programa corporativo I-SU, programa este a descontinuar no decorrer do ano 2020. A empresa tinha em funcionamento uma macro de suporte a alguns relatórios diários, *Relatório_JUMP_V2*, com base no programa *Microsoft Office Excel*, por forma ao controlo interno das Novas Ligações, desde a abertura de uma obra até ao seu encerramento, no nível de tensão de BT. Para tal, eram utilizados cinco ficheiros de suporte, sendo eles extraídos através dos programas corporativos I-SU (gestão comercial) e JUMP (gestão de ativos):

- PLR_10.xlsx – extraída do programa corporativo JUMP através da transação /YGA/PLR_CTRL_REPORT, permitindo a consulta de PF de BT na etapa 10, DN e FT;
- JUMP.xlsx – extraída do programa corporativo JUMP através da transação /YGA/PLR_CTRL_REPORT, permitindo a consulta dos pedidos do tipo PF, PI e PB dos concelhos afetos à área, de MT e de BT;
- ISU.xlsx - extraída do programa corporativo I-SU através da transação IW33, permitindo a consulta das etapas I-SU dos PLR extraídos da listagem JUMP.xlsx;
- CONTAVANC.xlsx - extraída do programa corporativo JUMP através da transação /YGA/RCONTAVANCOOBRA, permitindo verificar as obras orçamentadas, adjudicadas e liberadas;
- EXECUCAO.xlsx - extraída do programa corporativo JUMP através da transação IW38, permitindo obter a listagem de todos as ordens de trabalho desde a liberação até ao encerramento.

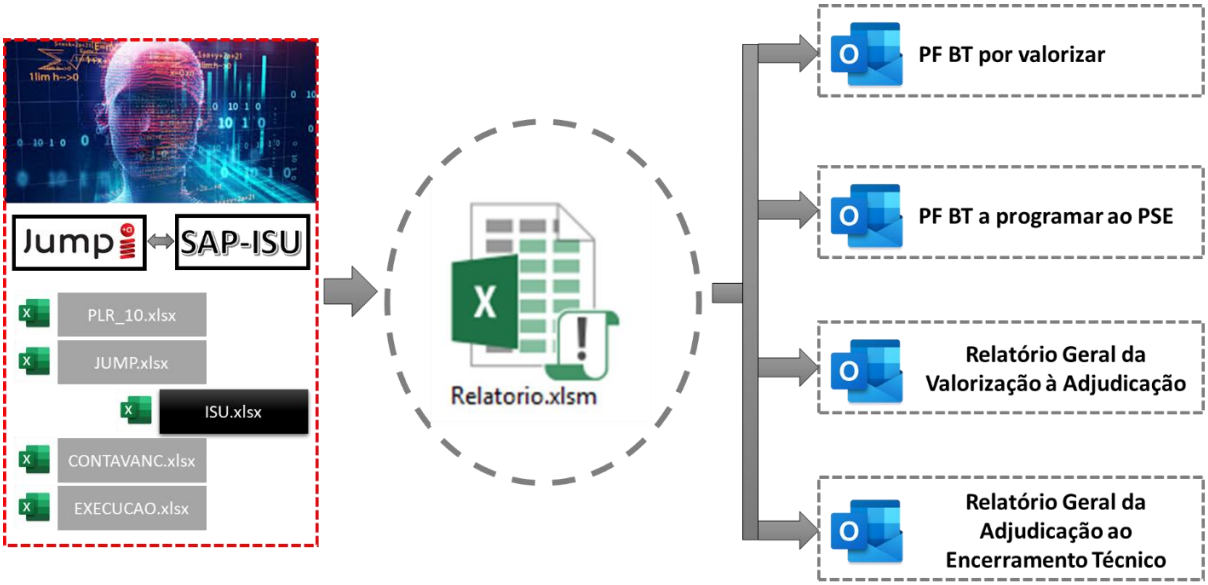

Figura 4-1. Diagrama atual do controlo processual das Novas Ligações.

Diariamente, com o objetivo de controlar todos os prazos inerentes aos PLR envolvidos na ALR, é necessário a extração dos relatórios descritos, na Figura 4-1. Através do ficheiro de suporte PLR_10.xlsx, são extraídas duas listagens enviadas automaticamente por *email* (PF de BT por valorizar e PF de BT a programar ao PSE), por forma ao conhecimento da bolsa diária de PLR por valorizar, assim como dos novos pedidos a programar ao PSE.

Para efetuar o controlo diário dos pedidos desde a sua abertura até à adjudicação (da etapa 10 até à etapa 50), é necessário exportar do programa JUMP uma listagem com todas as Definições de Projeto associadas aos concelhos a controlar (JUMP.xlsx). Através da coluna do número de PLR da listagem extraída anteriormente, procede-se à extração, em I-SU, de uma segunda listagem que permite a verificação das etapas dos PLR (ISU.xlsx). Após o cruzamento das duas listagens mencionadas anteriormente, através da macro, retira-se um terceiro relatório (CONTAVANC.xlsx), permitindo verificar se as obras estão

orçamentadas e/ou adjudicadas. Após o cruzamento das três listagens, é enviado um novo *email* com a informação acerca das obras, desde a etapa 10 até à etapa 50. Para controlar os PLR, desde a liberação até ao seu encerramento, é necessário retirar uma listagem de ordens pertencentes à área em questão (EXECUCAO.xlsx), que serve para a criação de um novo relatório a enviar por *email*.

Na Figura 4-2, apresenta-se o menu principal da macro de controlo, em funcionamento, na ALR-UGD.

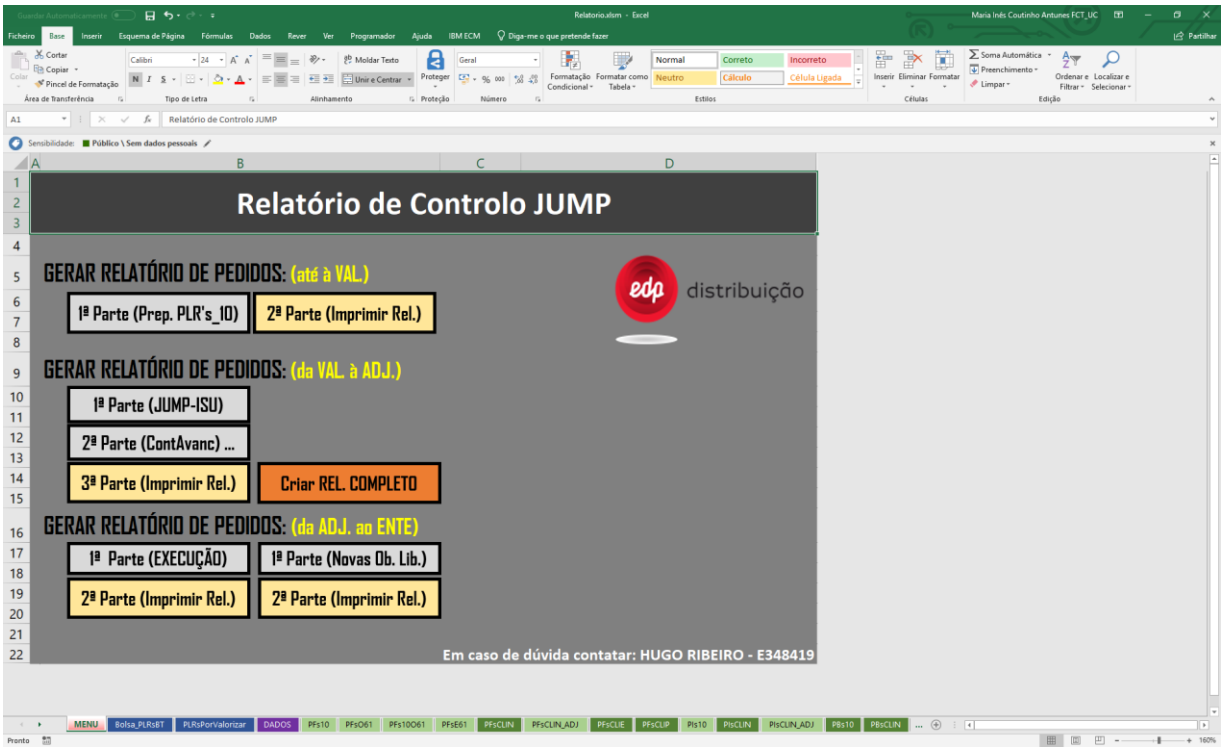

Figura 4-2. Menu principal da macro em funcionamento na ALR-UGD.

4.3. Desenho do Modelo de Gestão e Controlo de Processos

Devido à descontinuidade do programa corporativo I-SU e com objetivo primordial de facilitar a tarefa de controlo processual, com a redução significativa do tempo de extração de todos os relatórios mencionados na secção 4.2, tornou-se necessário desenvolver um novo Modelo de Gestão e Controlo Processual. Com a criação do modelo, pretende-se desenvolver um sistema, implementado através de programação VBA na aplicação *Microsoft Office Excel*, núcleo de todo o sistema a implementar, gerando de forma automática *emails* com relatórios diários e emitindo um ficheiro de suporte que permitirá a alimentação de um *dashboard online*, através da aplicação *Microsoft PowerBI*.

A aplicação *Excel* contém um modo de desenvolvimento, por parte do utilizador, que permite a construção de novas funções personalizadas com recurso à codificação na linguagem VBA. Esta combinação, do ambiente VBA e do *Excel*, permite um aumento de flexibilidade e otimização com o objetivo de maximizar as ferramentas presentes nas folhas de cálculo. Além disso, existe também a possibilidade de aglomerar as funcionalidades existentes nos dois ambientes, de modo a facilitar as atividades quotidianas concretizadas pelos utilizadores [33].

Uma base de dados é um aglomerado de tabelas com diversas informações, segundo as regras bem definidas à qual se pode aceder para extrair, atualizar, adicionar e excluir informação. Por sua vez, uma tabela é constituída por um conjunto de campos e registos. Cada campo é uma coluna da tabela e contém uma categoria com diferente informação. Cada registo surge como uma linha da tabela, contendo toda a informação categorizada pelos campos. Em suma, uma base de dados é uma tabela onde as colunas representam os campos e as linhas, os registos [34].

Uma macro não é mais do que pequenos programas capazes de efetuar tarefas automaticamente, podendo conter uma ou mais ações, as vezes que o utilizador pretender. As macros podem ser de dois tipos:

- macros de comando – usadas para executar tarefas simples de edição, formatação, criação e formatação de gráficos, entre outros;
- macros de função – programadas através de linguagem VBA, permitindo a criação de fórmulas e/ou funções personalizadas que podem ser adicionadas à libraria de funções disponibilizadas pela aplicação *Excel*.

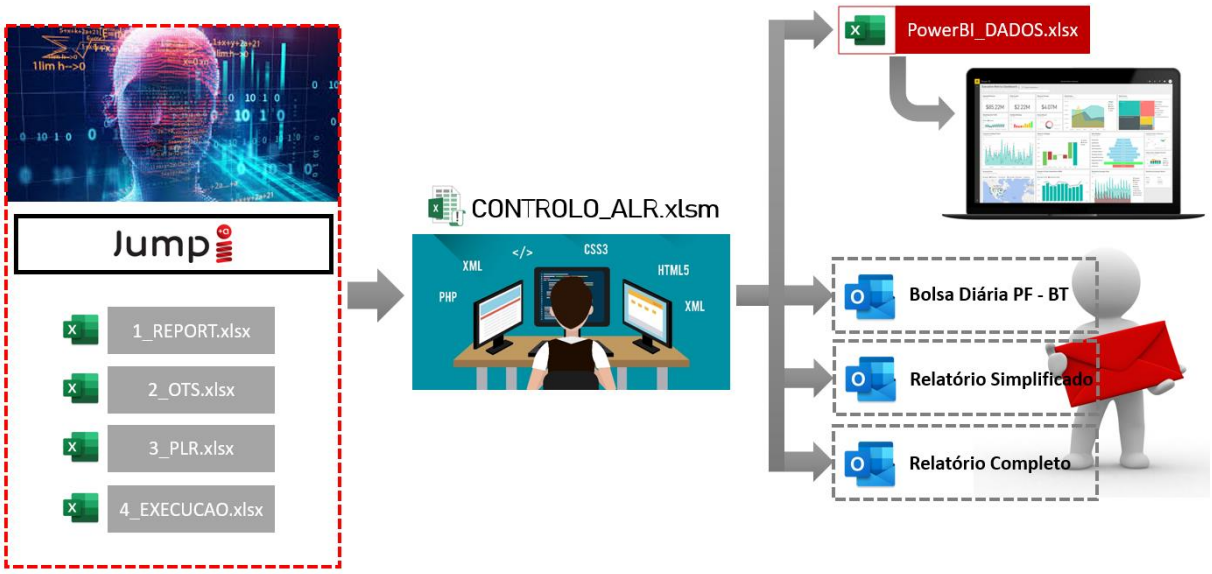

Figura 4-3. Diagrama do Modelo de Gestão e Controlo Processual a implementar.

Começou por analisar-se todo o desenvolvimento efetuado outrora no controlo processual de forma a verificar as possibilidades de melhoria do *output* dos relatórios diários a emitir. Posteriormente, definiram-se todos os relatórios de saída, com a finalidade de verificar todos os dados necessários a extrair do programa corporativo JUMP. Assim, concluiu-se que seria necessário extrair os seguintes ficheiros de suporte, guardados na diretoria \CONTROLO_ALR\SUPORTE:

- 1_REPORT.xlsx – extraída do programa corporativo JUMP através da transação /YGA/PLR_CTRL_REPORT, permitindo a consulta dos pedidos do tipo PF, PI e PB dos concelhos afetos à área, de MT e de BT;
- 2_OTS.xlsx – extraída do programa JUMP através da transação /YGA/RELATORIO_OTS, permitindo consultar as ordens e subordens dos PLR extraídos anteriormente;

- 3_PLR.xlsx – extraída do programa corporativo JUMP através da transação /YGA/RPEDLIGREDE, permitindo consultar o modo de construção escolhido pelo requerente na fase de valorização do PLR;
- 4_EXECUCAO.xlsx - extraída do programa corporativo JUMP, através da transação IW38, permitindo obter a listagem de todas as ordens de trabalho, desde a liberação até ao encerramento.

Na Figura 4-3, apresenta-se, em forma de diagrama, o esboço do Modelo de Gestão e Controlo de Processos a desenvolver.

4.4. Implementação do Modelo de Gestão e Controlo de Processos

Para proteção do sistema implementado, foi criado um *UserForm* para os utilizadores registados poderem aceder ao Modelo de Gestão e Controlo de Processos (Figura 4-4).

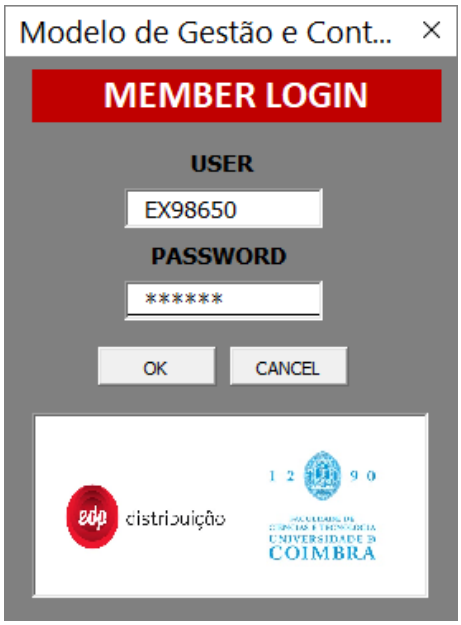

Figura 4-4. Menu de *Member Login* do Modelo de Gestão e Controlo de Processos.

Nesta janela, o utilizador terá de preencher o campo de *user* com o respetivo número de colaborador, seguindo-se da respetiva *password* de acesso ao mesmo. Assim, foram colocados dois botões para o controlo de acesso ao sistema. O botão ***cancel*** permite o fecho do Modelo de Gestão e Controlo de Processos, enquanto que o botão ***ok*** permite, caso a *password* e o *user* estejam registados no sistema, o acesso ao Menu Principal. Para obter as funcionalidades na janela *Member Login* foram criadas duas funções:

- *Private Sub LOGIN_CANCELAR_Click()* – função associada ao botão ***cancel*** que permite sair do modelo implementado. Ao pressionar este botão, surge uma mensagem de alerta (Figura 4-5), questionando o utilizador se pretende fechar o Modelo de Gestão e Controlo de Processos. No caso de o utilizador selecionar "Sim", o modelo é fechado, caso contrário permanecerá no Menu de *Member Login*;

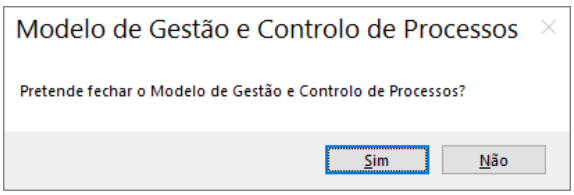

Figura 4-5. Mensagem de alerta após pressionar o botão *cancel*.

- *Private Sub LOGIN_OK_Click()*- função associada ao botão ***ok*** que permite a verificação do acesso ao Menu Principal. Caso o utilizador preencha os campos corretamente, ao pressionar o botão acederá automaticamente ao *UserForm* do Menu Principal. No caso de as credenciais introduzidas pelo utilizador não estarem registadas no sistema ou serem introduzidas incorretamente, aparecerá uma mensagem de alerta (Figura 4-6). Por outro lado, caso o utilizador pressione o botão sem preencher qualquer campo, *user* e/ou *password*, surge uma nova mensagem de alerta (Figura 4-7).

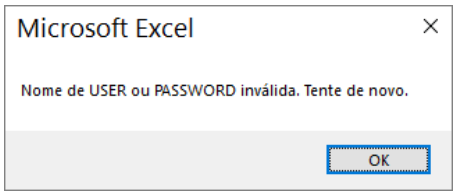

Figura 4-6. Mensagem de alerta aquando da introdução das credenciais erradas.

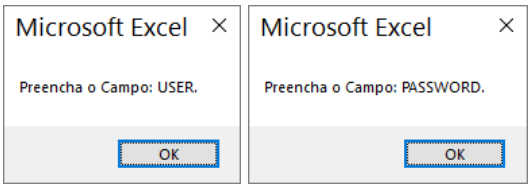

Figura 4-7. Mensagem de alerta quando o utilizador não preenche o campo *user* e/ou *password*.

Após o registo no sistema e de pressionar o botão ***ok*** é aberto o Menu Principal do Modelo de Gestão e Controlo de Processos. O mesmo é capacitado de uma *Multipage* constituída por três separadores distintos (Atualização, Relatórios e Administrador) e três botões (Histórico, Guardar e Sair).

No Apêndice F, pode ser consultado o Manual de Utilizador. Além disso, no *Volume II*, encontra-se todo o código em linguagem VBA implementado para o Modelo de Gestão e Controlo de Processos. Como estamos perante uma implementação de um modelo com o objetivo de futuro uso interno na empresa que facultou a possibilidade da dissertação em ambiente empresarial, EDPD. Assim, a dissertação foi desagregada num segundo volume com a finalidade de ser entregue como documento interno para consulta caso seja necessário reajuste em alguma parte do código implementado.

4.4.1. Submenu Atualização

O submenu Atualização permite a atualizar todo o Modelo de Gestão e Controlo de Processos, com a importação e respetivo cruzamento das tabelas de dados de alimentação a partir dos ficheiros de *input*

1_REPORT.xlsx, 2_OTS.xlsx e 3_PLR.xlsx. Após o cruzamento, a folha DADOS é preenchida e, posteriormente, guardada na diretoria \CONTROLO_ALR\PowerBI através de um ficheiro do tipo *.xlsx* com a nomenclatura PowerBI_DADOS, que servirá de suporte ao *dashboard* a realizar em *Microsoft PowerBI*. Na Figura 4-8, apresenta-se a janela do submenu Atualização, na qual está presente o botão **Atualizar** que permite o descrito anteriormente. Para obter as funcionalidades deste submenu, foi criada a função *Private Sub MENU_ATU_ATUALIZAR_Click()*. Existe ainda uma caixa de texto referente à data da última atualização do sistema, atualizada através do botão **Histórico**.

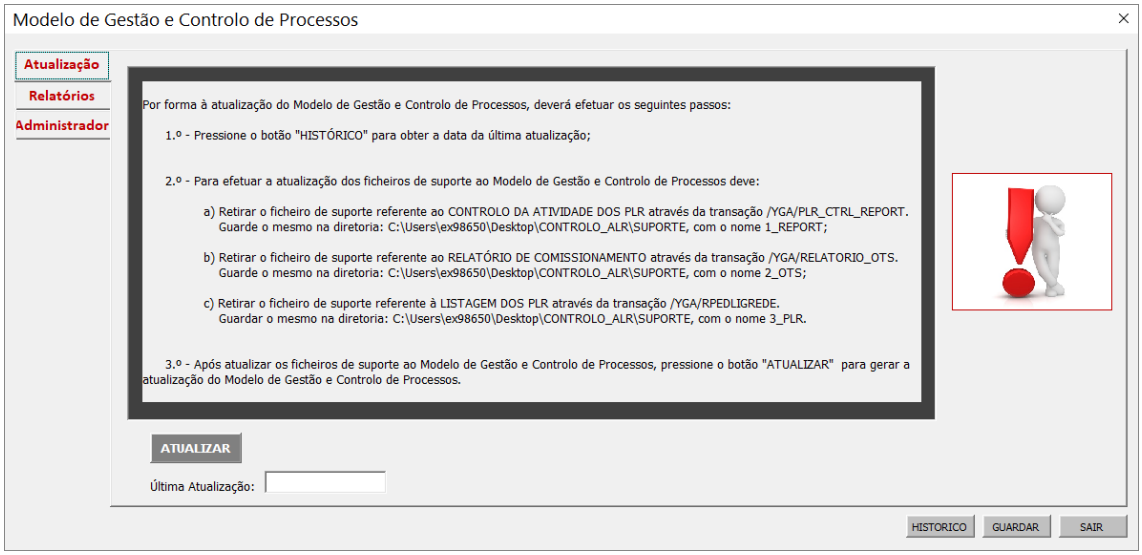

Figura 4-8. Janela do submenu Atualização.

4.4.2. Submenu Relatórios

O submenu Relatórios permite gerar três relatórios: Bolsa Diária de BT, Relatório Simplificado e Relatório Completo, tal como apresentado na Figura 4-9. Relativamente à Bolsa Diária de BT, foi dotada de um botão **Gerar Bolsa Diária** que permite a criação de três ficheiros do tipo *.xlsx (*BT_PF_NOVO, BT_PF_10 e BT_PF_EPLR) que serão guardados na diretoria \CONTROLO_ALR\RELATORIOS\ BOLSA DIARIA PF\ e posteriormente envia três *emails* automáticos aos colaboradores pré-definidos. Referente ao Relatório Simplificado, foi criado o botão **Gerar Rel. Simplificado** que permite a criação de dois ficheiros do tipo *.xlsx* (BT_10_ADJ e MT_10_ADJ) e um do tipo *.pdf* (RESUMO SIMPLIFICADO), ambos guardados na diretoria \CONTROLO_ALR\RELATORIOS\REL SIMPLIFICADOS\ e posteriormente envia um *email* automático aos colaboradores pertencentes à ALR-UGD. O ficheiro do tipo *.pdf* apresenta, em forma de tabela, as quantidades de pedidos por tratar, separado por tipo de pedido e etapa. Quanto ao Relatório Completo, foi criado o botão **Gerar Rel. Completo** que permite a criação de um ficheiro do tipo *.xlsx* (REL_COMP_LIB_ENTE), que servirá de complemento adicional ao Relatório Simplificado, isto é, enquanto que o Relatório Simplificado apenas apresenta dados desde a etapa 10 (criação da Definição de Projeto) até à 50 (aceitação do orçamento), o Completo apresenta todas as etapas. O mesmo será guardado na diretoria \CONTROLO_ALR\ RELATORIOS\REL COMPLETOS\ e posteriormente envia um *email* automático aos colaboradores afeto à ALR-UGD. Existem ainda três caixas

de texto referentes à data da última atualização do sistema, por relatório, atualizadas, simultaneamente, através do botão **Histórico**.

Relativamente ao código em VBA, foram criadas três funções associadas aos botões presentes neste submenu:

- Botão **Gerar Bolsa Diária** - *Private Sub MENU_REL_BD_Click()*;
- Botão **Gerar Relatório Simplificado** - *Private Sub MENU_REL_SIMP_Click()*;
- Botão **Gerar Relatório Completo** - *Private Sub MENU_REL_COMP_Click()*.

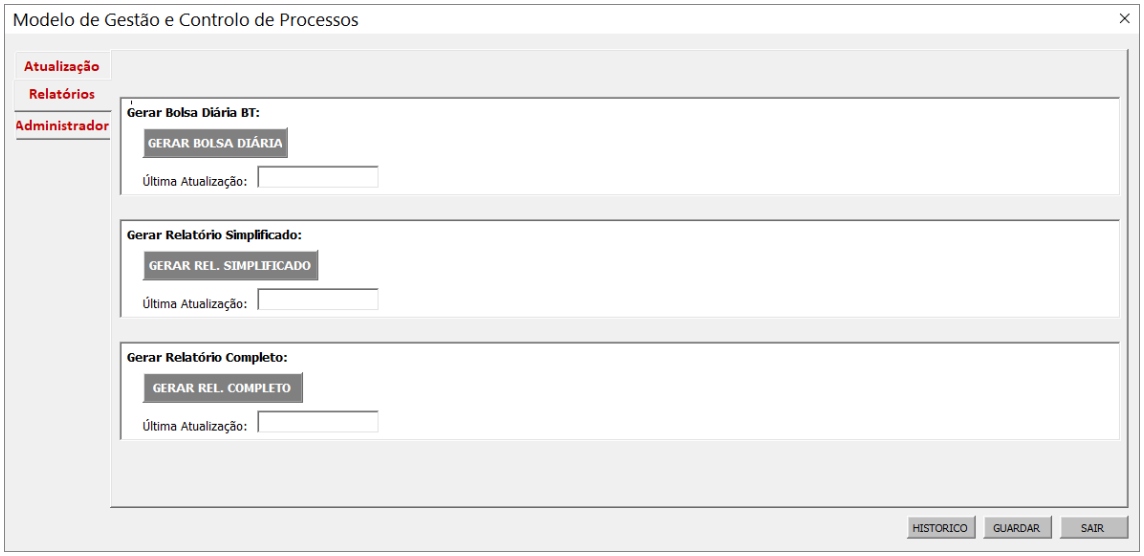

Figura 4-9. Janela do submenu Relatórios.

4.4.3. Submenu Administrador

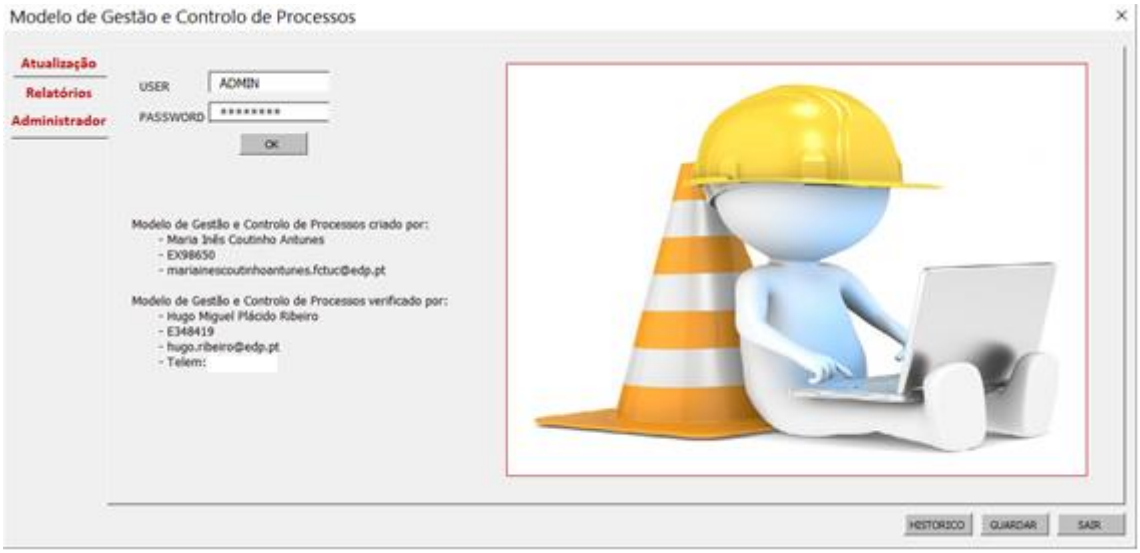

Figura 4-10. Janela do submenu Administrador.

O submenu Administrador, Figura 4-10, permite o acesso à macro e respetivo código fonte do Modelo de Gestão e Controlo de Processos a fim de realizar todos os ajustes necessários à manutenção.

Para tal, foi criado um botão ***ok*** para obter as funcionalidades deste submenu. Tal como no menu *Member Login*, o administrador terá de preencher o campo de *user* com "ADMIN", seguindo-se da respetiva *password* de acesso ao mesmo. O botão ***ok*** permite, caso a *password* e o *user* estejam registados no sistema, acesso a todo o sistema interno. Para obter as funcionalidades na janela Administrador, foi criada a função: *Private Sub ADMIN_OK_Click()*, associada ao botão ***ok***.

4.4.4. Botões Menu Principal

O Menu Principal contém três botões: **Histórico**, **Guardar** e **Sair**. O botão **Histórico** foi criado com a finalidade de obter, sempre que o utilizar quiser, a data da última atualização do Modelo de Gestão e Controlo de Processos, assim como dos relatórios. Assim, foi criada a função *Private Sub MENU_ATU_HIST_Click()* que permite a funcionalidade descrita anteriormente.

O botão **Guardar** foi criado para guardar, sempre que o utilizar quiser, o Modelo de Gestão e Controlo de Processos. Assim, foi criada a função *Private Sub MENU_GUARDAR_Click()* que permite a funcionalidade descrita anteriormente.

Relativamente ao botão **Sair**, este serve para sair do Modelo de Gestão e Controlo de Processos. Para tal, criou-se a função *Private Sub MENU_SAIR_Click().*

4.5. Testes ao Modelo de Gestão e Controlo de Processos

Tabela 4-1. Resultados obtidos após simulações.

	Modelo Atual		**Modelo de Gestão e Controlo de Processos**			
	Simulação PC1		Simulação PC1		Simulação PC2	
	N.º de ficheiros	Tempo (s)	N.º de ficheiros	Tempo (s)	N.º de ficheiros	Tempo (s)
Ficheiros Input	5	840	4	420	4	400
Função Atualizar	-	600	-	66	-	58
Função Bolsa Diária	-	120	-	32	-	22
Função Relatório Simplificado	-	150	-	47	-	45
Função Relatório Completo	-	540	-	88	-	58
Total (s)	-	2250	-	653	-	583
Total (min)	-	37,50	-	10,88	-	9,72
PC1 - Intel Core i5-6300U CPU 2.40 GHz RAM 16 GB PC2 - Intel Core i7-6700HQ CPU 2.60 GHz RAM 16 GB						

Foram efetuadas diversas simulações ao Modelo de Gestão e Controlo de Processos, tendo sido confrontadas com o modelo atualmente implementado na empresa por forma à afinação final do mesmo. Confrontou-se o tempo despendido tanto na exportação das tabelas de alimentação do modelo, quer o tempo despendido na execução das funcionalidades permitidas. Na Tabela 4-1, apresentam-se os resultados obtidos, simulados em duas máquinas distintas.

Em suma, através da análise aos resultados apresentados na tabela anterior, verifica-se uma melhoria significativa no tempo em, aproximadamente, 71 %. Assim, verifica-se uma agilização no processo de controlo das Novas Ligações e, consequentemente, uma extração de relatórios mais completos face ao modelo atual. É de salientar que, contrariamente ao modelo atualmente em vigor, estes novos

relatórios permitem o controlo quer de BT, quer de MT.

4.6. *Dashboard*

Com o aumento significativo de dados, oriundos de múltiplas fontes, internas e externas, surge o fenómeno *big data*. Assim, torna-se difícil a gestão de uma empresa apenas com base em relatórios mensais. Para uma gestão mais eficiente da ALR-UGD, com a finalidade de obter, diariamente, relatórios de gestão dos PLR e derivado à abundância de dados, surge a necessidade da implementação do Modelo de Gestão e Controlo de Processos. Como mencionado na secção 4.3, o núcleo do modelo emite um ficheiro do tipo *.xlsx*, *PowerBI_DADOS*, guardado na diretoria \CONTROLO_ALR_V2\ PowerBI\, que permite o *input* de dados à plataforma, *dashboard*, desenvolvida através da aplicação *Microsoft PowerBI*.

Esta aplicação é uma tecnologia de *business intelligence* da *Microsoft* que permite a recolha de dados de várias fontes, filtrá-los e transformá-los em informação útil à tomada de decisões, sob a forma de diversos tipos de visualizações (gráficos, mapas cartões, tabelas e matrizes). Deste modo, combinando as suas funcionalidades com metodologias de controlo de gestão, permite elevar, ainda mais, o potencial da tecnologia. O investimento da aquisição desta tecnologia é praticamente nulo, porém o mesmo não se retrata no investimento em conhecimento de todo o seu potencial [35].

4.6.1. Modelo de Dados

Começou-se por importar o ficheiro de suporte, *PowerBI_DADOS*. Posteriormente, a fim de alocar o nome dos concelhos ao código dos mesmos foi criada uma nova tabela, "ALR-UGD", associando a cada código de concelho a respetiva unidade de negócio (UGD). De forma a desagrupar os concelhos por pólos de trabalho, criou-se uma segunda tabela, "PÓLOS", alocando a cada código de concelho o respetivo pólo (Guarda ou Castelo Branco). Por fim, atribui-se a cada código de concelho a respetiva nomenclatura, "CONCELHOS".

ALR-UGD

Código	ALR
501	UGD
502	UGD
503	UGD
504	UGD
505	UGD
506	UGD
507	UGD
508	UGD
511	UGD
902	UGD
903	UGD
904	UGD
905	UGD
907	UGD
908	UGD
909	UGD
910	UGD
911	UGD
913	UGD

PÓLOS

Código	Pólo
501	Guarda
502	Castelo Branco
503	Castelo Branco
504	Castelo Branco
505	Castelo Branco
506	Castelo Branco
507	Castelo Branco
508	Castelo Branco
511	Castelo Branco
902	Guarda
903	Guarda
904	Guarda
905	Guarda
907	Guarda
908	Guarda
909	Guarda
910	Guarda
911	Guarda
913	Guarda

CONCELHOS

CÓDIGO	Concelho
501	Belmonte
502	Castelo Branco
503	Covilhã
504	Fundão
505	Idanha-a-Nova
506	Oleiros
507	Penamacor
508	Poença-a-Nova
511	Vila Velha de Ródão
902	Almeida
903	Celorico da Beira
904	Figueira de Castelo Rodrigo
905	Fornos de Algodres
907	Guarda
908	Manteigas
909	Mêda
910	Pinhel
911	Sabugal
913	Trancoso

Figura 4-11. Tabelas de apoio ao modelo de dados.

Na Figura 4-12, apresenta-se as relações entre as tabelas de apoio criadas e a tabela de suporte

importada do Modelo de Gestão e Controlo de Processos, “DADOS”.

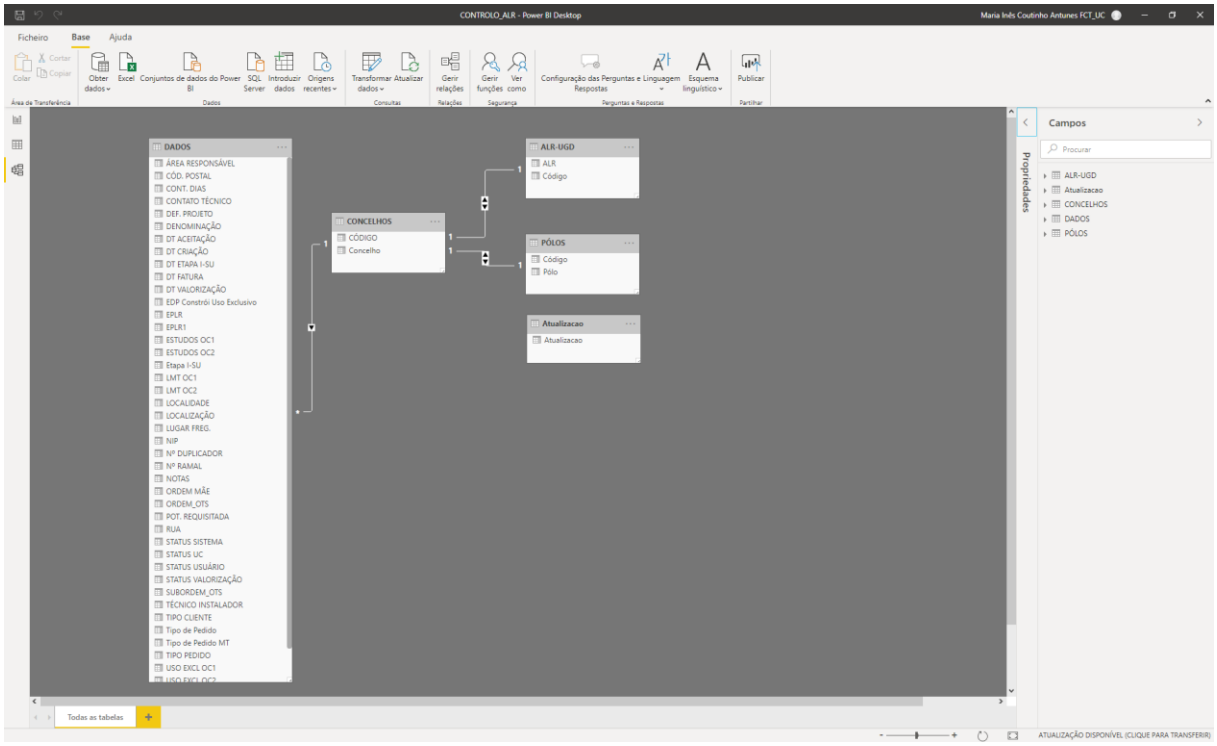

Figura 4-12. Modelo de dados de suporte ao Dashboard.

4.6.2. Implementação do *Dashboard*

O utilizador, ao atualizar o Modelo de Gestão e Controlo de Processos, através do botão **Atualizar** do submenu Atualização, cria o ficheiro de suporte que sincronizará os dados do *dashboard*. Assim, poderá filtrar e, posteriormente, analisar a informação que mais lhe interessa, de forma dinâmica e intuitiva.

O *dashboard* criado foi desagregado em dois separadores distintos, “Baixa Tensão” e “Média Tensão”. Ambos foram desenvolvidos nos mesmos moldes, isto é, ambos apresentam um painel de filtragem, no lado esquerdo da página, e a restante página como *layout* de resultados através de uma tabela resumo, um gráfico *treemap* e dois gráficos em anel.

Relativamente ao separador “Baixa Tensão”, Figura 4-13, o painel de filtragem é constituído por:

- indicação da última atualização no formato data e hora. Para tal foi usada a função *DateTime.LocalNow();*
- botão para remover todos os filtros presentes na página em questão quando o utilizador pretender;
- filtro “ALR” que permite a filtragem por unidade de negócio (caso seja necessária a expansão para a restante ALR, ou restante país, do modelo criado, este filtro permite a filtragem pela unidade de negócio);
- filtro “Pólo”, permitindo a seleção entre os diversos pólos pertencentes à unidade de negócio;
- filtro “Concelho”, que permite a escolha múltipla de concelhos pertencentes ao pólo ou unidade de negócio pretendida;

- filtro “Etapa I-SU” que permite a escolha das obras nas etapas 10, 30, 50, 70 e/ou TF;
- filtro “Tipo de Pedido”, permitindo escolher o(s) tipo(s) de pedido(s) de acordo com os grupos mencionados na secção 2.4 referentes ao nível de BT;
- filtro “EPLR” que, caso o utilizador selecione a opção “Sim”, filtra apenas os pedidos do tipo EPLR.

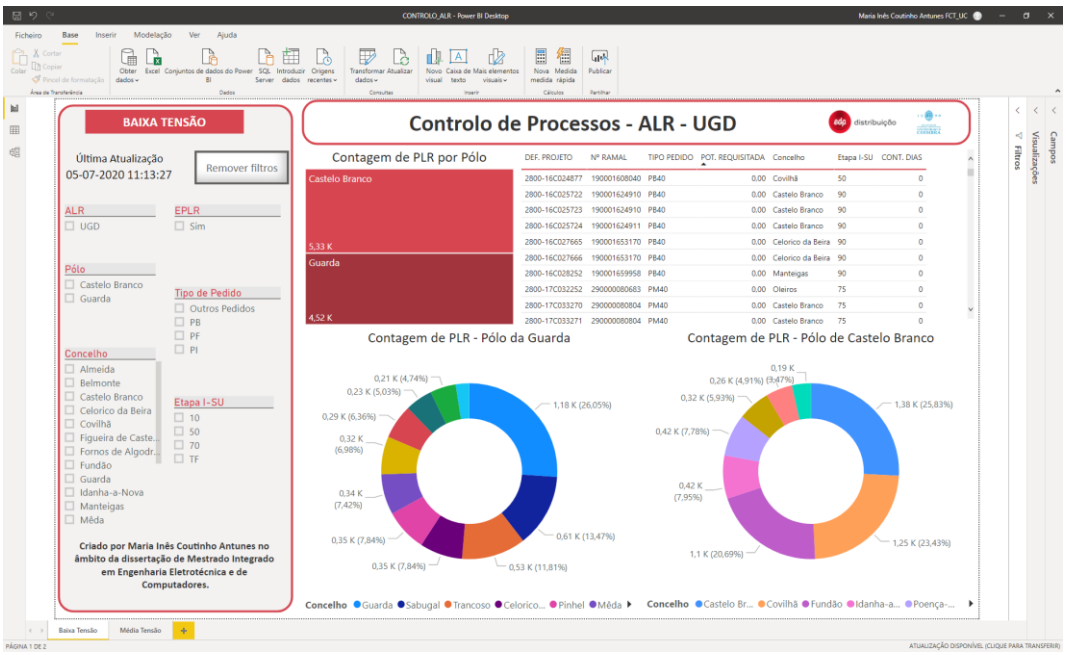

Figura 4-13. *Dashboard* do separador "Baixa Tensão".

As tabelas são provavelmente o modo de visualização de dados mais simples. Assim, foi projetada com os dados essenciais ao controlo de processos: definição de projeto, número de ramal, tipo de pedido, potência requisita, concelho, etapa I-SU e contador de dias. Além disso, foi especificado um gráfico *treemap*, no qual apresenta na forma de retângulos as quantidades totais de PLR pertencentes a cada pólo (Guarda e Costelo Branco). Por fim, para uma amostragem de dados mais detalhada, com base nos concelhos inerentes a cada Pólo, optou-se pela colocação de dois gráficos em anel, com a contabilização do número total de pedidos.

Analogamente ao separador “Baixa Tensão”, o painel de filtragem do separador “Média Tensão”, Figura 4-14, é constituído pelos mesmos filtros à exceção do filtro “EPLR”, que não existe para pedidos de MT, e o filtro “Tipo de Pedidos” permitindo escolher o(s) tipo(s) de pedido(s) de acordo com os grupos mencionados na secção 2.4 referentes ao nível de MT. Em relação às tabelas e gráficos obtidos no *layout* deste separador, é igualmente constituído por uma tabela, um gráfico *treemap* e dois gráficos em anel.

Após a criação do *dashboard* optou-se por realizar o processo de partilha, escrevendo os endereços de *email* dos utilizadores que terão de ter conta associada à aplicação *Microsoft PowerBI*, permitindo uma notificação por *email* de acesso ao *dashboard*. Uma vez que a aplicação funciona integralmente na nuvem, permite que todo o conteúdo esteja disponível na *web*. Desta forma, permite o acesso ao mesmo através de dispositivos digitais tais como: computador, *tablet* ou *samrtphone*. Os dispositivos móveis, devido ao

espaço reduzido da dimensão do ecrã, não permite a criação de conteúdos com telas alargadas, tendo de ser adaptado para dispositivos móveis, sendo possível escolher que mosaicos serão apresentados e escondidos.

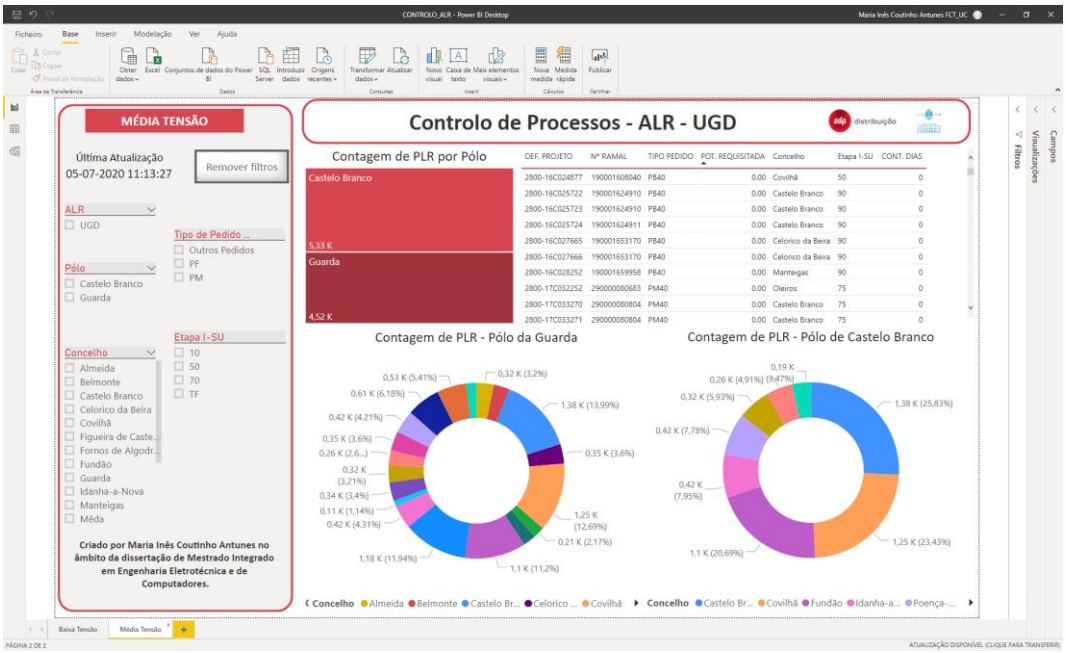

Figura 4-14. *Dashboard* do separador "Média Tensão".

4.7. Automatização do Modelo de Gestão e Controlo de Processos

Para uma otimização mais significativa e, consequentemente, uma redução de 10 minutos diários na extração das tabelas de suporte ao Modelo de Gestão e Controlo de Processos, o programa corporativo JUMP permite a programação das extrações das listagens, num período de tempo pré-definido. Para tal, existe a necessidade de uma máquina a funcionar, no período da respetiva extração. Assim, para concretizar o mencionado, é aconselhável efetuar as respetivas extrações no período noturno, após a 00h:00min a fim de ter os dados atualizados com referência ao dia anterior. Os ficheiros deverão ser guardados automaticamente na respetiva diretoria de suporte.

Num futuro, poderá ser usada a ferramenta *AutoHotKey*, que consiste numa linguagem de *script* para *Microsoft Windows* bastante utilizada para automação de processos rotineiros. Desta maneira, extraindo as listagens de forma automatizada e usando esta ferramenta, por exemplo à 00h:30min, após a respetiva programação, poderão extrair-se todos os relatórios mencionados na secção 4.4 também de modo automático. Consequentemente, o *dashboard* é atualizado automaticamente derivado ao ficheiro de suporte ser enviado pela respetiva macro, aquando da emissão dos relatórios [36].

Assim, o Modelo de Gestão e Controlo de Processos não necessitará de qualquer intervenção humana para a sua execução.

5. Conclusão

Com a crescente evolução tecnológica, a EDPD tem vindo a sofrer transformações significativas, no modelo organizativo, a fim de acompanhar essa evolução, bem como o cumprimento dos novos modelos regulatórios impostos pela ERSE. A necessidade de resposta aos novos desafios, na área da energia, requer uma capacitação significativa das atuais redes elétricas. Assim, as *smart grids* surgem como uma visão integrada para o futuro das redes elétricas bidirecionais que, progressivamente, darão resposta aos desafios de instabilidade da rede e às constantes oscilações entre a oferta e procura.

Uma rede elétrica inteligente faz de Portugal um país mais eficiente e sustentável, pela otimização dos sistemas de energia, redução das emissões de CO_2 e pela menor utilização de recursos fósseis. A EDP permanece empenhada em ter um papel ativo com compromissos claros para 2030, tais como: 90 % da energia produzida ser a partir de fontes de energia renováveis, a redução significativa das emissões de CO_2 a extinção das centrais térmicas a carvão, a instalação de mais de quatro milhões de painéis solares descentralizados, a incorporação de aproximadamente um milhão de clientes com soluções de mobilidade elétrica e a existência de 100 % de redes inteligentes, na Península Ibérica. Para obter estes resultados, terão de ser instalados, ao longo dos diversos quilómetros de rede gerida pelo ORD, inúmeros sensores, autómatos que permitam controlar o estado de toda a rede, balancear cargas e prevenir avarias. Atualmente, a rede de MT é uma rede bastante automatizada e sensorizada, contrariamente à rede de BT. No entanto, já se começou a investir na sua reestruturação. Inicialmente, incorporaram-se *smart meters*, também conhecidos por EDP BOX, seguindo-se, num futuro próximo, à sensorização dos PTD.

O problema associado ao aumento de equipamentos que permitirão a automatização das redes encontra-se no aumento exponencial da quantidade de dados a analisar, originando o fenómeno conhecido por *big data.* Devido a todos estes fatores, a EDPD viu-se obrigada a alterar os programas corporativos de gestão comercial e de gestão técnica. Com esta transformação, surgiu a necessidade da criação de um Modelo de Gestão e Controlo de Processos que permitisse o auxílio no controlo dos PLR. Assim, implementou-se um modelo que, com a presente dissertação, foi melhorado, tanto na informação que produz como na redução de tempo de disponibilização dessa informação, face ao atual em funcionamento na empresa. O modelo implementado consegue gerir todos os PLR, afetos quer a pedidos de MT como de BT, através de ficheiros de suporte extraídos somente da gestão técnica, JUMP.

Após diversas simulações, comparando com o modelo, atualmente, implementado na ALR-UGD, verificou-se uma redução de 71 % do tempo de execução. Verificou-se também uma melhoria significativa com a obtenção de resultados mais fidedignos e completos, obtendo uma desagregação mais simplista e pormenorizada das etapas, desde a criação de um pedido até ao seu encerramento.

Por outro lado, a presente dissertação centrou-se na criação de ativos de MT e de BT. Um ativo é um recurso controlado pela empresa, no qual se espera obter benefícios económicos futuros. A EDPD, com a transformação das plataformas digitais, com a introdução do programa JUMP, tendo em conta a ISO

55000, com base no auxílio da Matriz de Risco, desenvolveu o ciclo de vida de um ativo, apresentando as seguintes etapas: identificação da necessidade, avaliação e decisão, conceção, projeto, adjudicação, construção, comissionamento, manutenção/operação e abate.

Durante a dissertação em ambiente empresarial, efetuaram-se diversos estudos de caso, que permitiram a aprendizagem da aplicação de conhecimentos teóricos adquiridos no decorrer da minha formação académica. Os processos de Ligações à Rede, tanto de MT como de BT, são bastante complexos, extensos e burocráticos, tendo algumas etapas cruciais durante a sua concretização. Na criação de um novo ativo de MT, é necessário executar oito fases distintas: planeamento, estudo, autorizações, cálculo, desenho, orçamentação, licenciamento e obra, enquanto que a criação de um ativo de BT é um processo mais agilizado, no qual não é necessário executar a fase de licenciamento.

Em suma, verificou-se a realização de todos os objetivos inicialmente impostos. Além disso, existe a possibilidade de, futuramente, desenvolver, através de uma linguagem de *script*, a automatização de tarefas rotineiras, tais como as extrações dos ficheiros de suporte ao Modelo de Gestão e Controlo de Processos, usando a ferramenta *AutoHotKey*.

Bibliografia

[1] M. Aurelius, "The Innate effect of Bias," 27 de julho de 2011.

[2] E. Distribuição, "Desafios da Distribuição - A Rede no Futuro," 2019.

[3] E. Views, "Smart Grids and Network of the Future," maio de 2019.

[4] b14all, "Why do CEOs really need and analytics and big data solution?," 14 de março de 2019.

[5] E. Distribuição, "Gestão de Ativos Técnicos," 25 de maio de 2017.

[6] Wikipedia, "Energias de Portugal," [Online]. Available: https://pt.wikipedia.org/wiki/Energias_de_Portugal. [Acedido em 31 outubro 2019].

[7] E. Distribuição, *Encontro Anual da Empresa EDP*, Lisboa, 2020.

[8] E. Distribuição, "Welcome to EDP Distribuição," 2016.

[9] E. Distribuição, "Introdução ao Negócio da Distribuição," 2019.

[10] E. Distribuição, "A Distribuição na EDP," 2019.

[11] E. Distribuição, "Nova Estrutura Organizativa da EDP Distribuição," 1 de novembro de 2019.

[12] E. Distribuição, "Direção Serviço aos Ativos MT e BT - Norte," 01 de fevereiro de 2020.

[13] E. Distribuição, "Distribuição de Rede e Concessões Mondego," 2018.

[14] E. Distrtribuição, "Fundamentos do Conhecimento Técnico da Distribuição - Curso de Gestão de Ativos," 2019.

[15] E. Distribuição, "Manual de Ligações à Rede Elétrica de Serviço Público," outubro 2018.

[16] Z. Santos, "Apresentação InovGrid Évora," fevereiro 2020.

[17] H. Ribeiro, "Introdução ao Mundo da EDP Distribuição," 2020.

[18] E. Distribuição, "Classificação de Obras de Investimento," 2015.

[19] E. Distribuição, "JUMP - Procedimentos para Pedidos de Ligação à Rede para 2018," 12 de outubro de 2017.

[20] E. Distribuição, "Easy, Efficient, Enable, Empower and Engage PLR," fevereiro 2020.

[21] ERSE, "Regulamento de Relações Comerciais, Setor Elétrico," 3 de julho de 2017.

[22] E. Distribuição, "Fundamentos do Conhecmento Técnico da EDP - Serviço ao Cliente," 2019.

[23] H. Ribeiro, "Processos de PLR," fevereiro de 2020.

[24] E. Distribuição, "Manual de Iluminação Pública," outubro de 2016.

[25] E. Distribuição, "Obras de Construção, Reparação e Manutenção de Redes de Distribuição AT, MT e BT em Regime de Empreitada Contínua (ECT - ANEXO VI PROJETO)," fevereiro 2015.

[26] H. Jorge, "Conceitos Fundamentais sobre QSE Continuidade de Serviço," 18 de setembro de 2014.

[27] ERSE, "Manual de Procedimentos da Qualidade de Serviço," 2017.

[28] FEUP, 2020. [Online]. Available: https://paginas.fe.up.pt/~ee86007/pagina_norma_np_en_50160-2001.htm. [Acedido em 2 abril 2020].

[29] Regras Técnicas das Instalações Elétricas de Baixa Tensão, Imprensa Nacional - Casa da Moeda, SA, 2016.

[30] M. d. I. e. d. E. Social, "Regulamento de Segurança de Redes de Distribuição de Energia Elétrica em Baixa Tensão," 1984.

[31] E. Distribuição, "Projeto InovGrid," [Online]. Available: https://www.edpdistribuicao.pt/pt-pt/redes-do-futuro/redes-inteligentes/smart-ip. [Acedido em 11 maio 2020].

[32] ERSE, "Regulamento da Qualidade de Serviço," julho de 2017.

[33] P. Peres, Macros e Aplicações Excel 2013, Lisboa: Edições Sílabo, 2013.

[34] P. C. Marques e N. Costa, Fundamental do Excel 2013, Lisboa: FCA - Editora de Informática, 2014.

[35] N. Nogueira, PowerBI para Gestão e Finanças, FSA - Editora de Informática, Lda, setembro de 2018.

[36] "AutoHotKey," [Online]. Available: https://www.autohotkey.com/. [Acedido em 28 junho 2020].

[37] E. Distribuição, "DIT-C13-802 - Posto de Transformação Aéreo R250," março de 2009.

[38] E. Distribuição, "DMA-C67-620 - Armações de Aço para Postes de Betão de Média Tensão," agosto de 2018.

[39] E. Distribuição, "DIT-C11-620 - Redes Aéreas Compactas de Média Tensão," junho de 2018.

[40] S. Solidal Condutores Elétricos, Guia Técnico, 2007.

[41] E. Distribuição, "DIT-C13-801 - Posto de Transformação Aéreo R100 - Projeto Tipo," junho de 2009.

[42] E. Distribuição, "DMA-C67-215 - Postes de Betão para Redes de Média Tensão," junho de 2004.

[43] E. Distribuição, "DFT-C11-310 - Dispositivos para Proteção de Avifauna," março de 2017.

[44] E. Distribuição, "DRE-C11-040 - Guia Técnico de Terras," maio de 2007.

[45] E. Distribuição, "DMA-C64-164 - Seccionador Tripolar de Média Tensão - Características e Ensaios," setembro de 2015.

[46] E. Distribuição, "ECT-EC 2015, Anexo XII - Desenhos," fevereiro 2015.

[47] ERSE, "Concessões de Distribuição de Eletricidade em BT," 2017.

[48] E. Distribuição, "Manual de Segurança Sinalização de Obras na Via Pública," 2014.

[49] EDP, "Manual de Organização," [Online]. Available: http://mo.edp.pt/PT/content/Pages/home-page.aspx. [Acedido em 21 fevereiro 2020].

[50] E. Distribuição, "DIT-C14-100 - Ligação de Clientes de Baixa Tensão," julho de 2018.

[51] DGE, "Regulamento de Segurança de Linha Elétricas de Alta Tensão," abril de 1993.

[52] M. d. I. e. Energia, "Regulamento de Segurança de Linhas Elétricas de Alta Tensão," fevereiro de 1992.

[53] E. Distribuição, "DMA-C13-520 - Isoladores de suporte de AT e MT," novembro de 2013.

[54] E. Distribuição, "DMA-C34-127 - Cabos de Liga de Alumínio com Alma de Aço," maio de 2017.

[55] E. Distribuição, "DMA-C33-251 - Cabos Isolados de Média Tensão," julho de 2008.

[56] S. Cruz, "Transformadores de Potência," setembro de 2018.

[57] J. A. B. Carvalho, "Instalações Elétricas de Média Tensão," abril de 2018.

[58] E. Distribuição, "DMA-C64-166 - Interruptores-seccionadores Tripolares de Média Tensão - Características e Ensaios," março de 2019.

[59] E. Distribuição, "DMA-C65-110 - Descarregadores Sobretensões para rede AT e MT," junho de 2019.

[60] E. Distribuição, "DMA-C33-209 - Condutores Isolados e seus Acessórios para Redes," setembro de 2008.

[61] E. Distribuição, "DMA-C33-200 - Condutores Isolados e seus Acessórios para Redes," julho de 2008.

[62] E. Distribuição, "DMA-C67-205 - Apoios para Linhas Aéreas," dezembro de 2000.

[63] E. Distribuição, "DMA-C62-801 - Armários de Distribuição," maio de 2007.

[64] E. Distribuição, "DMA-C62-700 - Caixas de Proteção para Redes Aéreas BT em torçada," julho de 2006.

[65] E. Distribuição, "DMA-C71-111 - Aparelhos de Iluminação Elétrica e Acessórios," julho de 2013.

[66] E. Distribuição, "Luminárias LED 2019/2020," fevereiro de 2019.

Apêndice A
Estudo de Caso – Cavadoude/Guarda

A.1. Contextualização

O estudo de caso apresentado retrata uma obra de Iniciativa de Empresa e de Investimento Obrigatório, localizada na freguesia de Cavadoude, concelho da Guarda, associada à instalação de ligação 0907D2002000. Começou-se por uma remodelação da RABT, no âmbito da Iniciativa de Empresa - corrente programável com o objetivo de repor todos os níveis de QST aos reclamantes e, por sua vez, a todos os clientes associados ao local em questão. Além disso, foram também remodelados todos os ativos obsoletos. Posteriormente, surgiu um pedido de ampliação de RABT e IP com finalidade de alimentar um cliente de 20,70 kVA, no âmbito de Investimento Obrigatório. Por fim, de modo a regularizar a restante rede surgiu uma obra de Iniciativa de Empresa - corrente urgente.

A.2. Análise de Estudo de Rede

Este caso surgiu através de duas reclamações, por parte de clientes, cujos níveis de QST se encontravam bastante alterados, isto é, com valores fora dos normalizados. Deste modo, após a receção das reclamações, a Área de Manutenção Serra da Estrela efetuou uma análise ao local dos reclamantes, através de aparelhos de monitorização e registo de dados, avaliando os indicadores de QST, ou seja, a monitorização dos valores de tensão presentes à entrada dos contadores dos clientes, ao longo de uma semana. Na Figura A-1 e Figura A-2, apresentam-se os resultados obtidos da análise, referentes aos dois reclamantes.

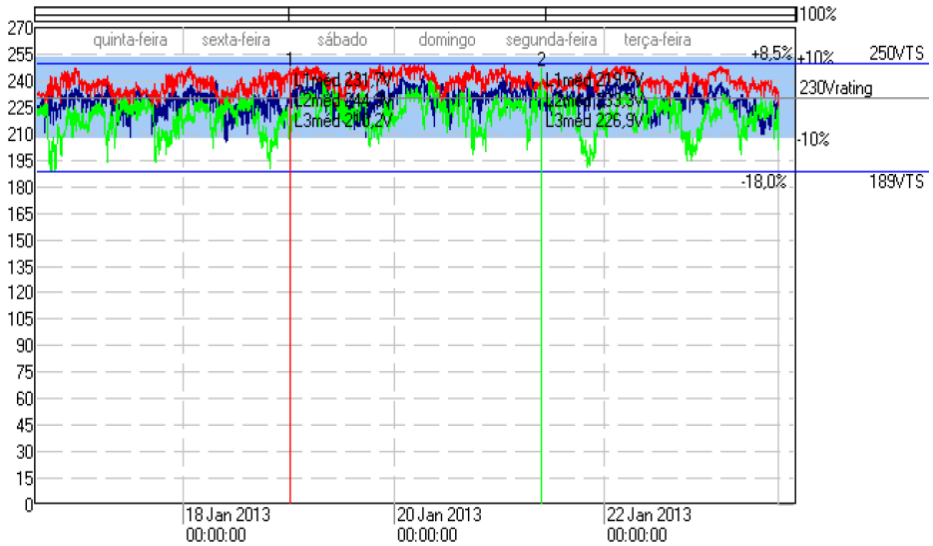

Figura A-1. Resultados obtidos através de monitorização dos valores de tensão referentes ao requerente A.

Através da análise dos resultados obtidos, na Figura A-1, verificou-se, através da leitura efetuada pelo aparelho, que dentro de ± 10 % de 230 V a fase L1 apresentava 97,9 %, a fase L2 apresentava 98 % e a fase L3 apresentava 89,40 %.

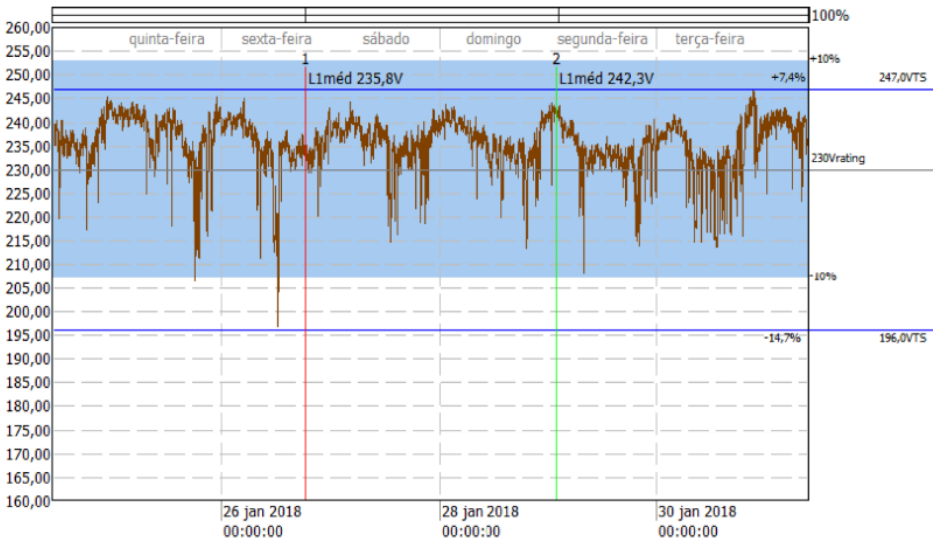

Figura A-2. Resultados obtidos através de monitorização dos valores de tensão referentes ao requerente B.

Relativamente à análise do requerente B (Figura A-2), verificou-se que dentro de ± 10 % de 230 V a fase L1 apresentava 100 %. Assim, embora os valores apresentador não estivessem anti regulamentados (como mencionado na secção 2.8), devido às diversas reclamações outrora solicitadas face à mesma instalação de ligação, elaborou-se um pedido de parecer onde se anexaram todos os dados recolhidos, tais como o cadastro de toda a rede pertencente ao PTD 0907D2002000, todas as reclamações efetuadas até ao momento e uma possível solução para o problema encontrado, a fim da DAPR efetuar uma análise complementar ao estudo de caso. Posteriormente, através do programa corporativo *Lotus Note*, foi preparado todo o processo a ser enviado para a gestão de ativos, que originou um novo pedido de parecer, contendo todos os dados recolhidos das reclamações efetuadas e todo o cadastro da rede pertencente ao PTD 0907D2002000.

A.2.1. Simulação em *Dplan*

Numa primeira fase, foi analisada a respetiva rede da instalação de ligação 0907D2002000 através do programa corporativo *Dplan*. Assim, analisaram-se as quedas de tensão e os indicadores de QST, tendo por base o cadastro da rede e o respetivo reposicionamento de clientes de BT exportado através da ferramenta SITRD-DM, começando por analisar-se a rede que outrora presenciava no local em estudo.

A.2.1.1. Situação Inicial

Na Figura A-3, podem visualizar-se os três circuitos referentes ao PTD 0907D2002000, onde alguns clientes aparecem com a simbologia a vermelho, o que implica existência de queda de tensão.

Na Tabela A-1 apresentam-se as variações de tensão máxima referentes aos circuitos do PTD 0907D2002000, e respetivas quedas de tensão nos reclamantes, após a análise no programa corporativo *Dplan*.

Após a análise dos valores obtidos e comparativamente ao mencionado na secção 2.8, verificou-se

que, nos circuitos 1 e 2, e em ambos os reclamantes, a variação de tensão máxima estava superior ao valor regulamentar.

Tabela A-1. Variação de tensão máxima (situação inicial).

Circuito	Variação Máxima de Tensão (%)
1	17,02
2	20,39
3	0,16
Reclamante	**Variação Máxima de Tensão (%)**
A	16,95
B	13,01

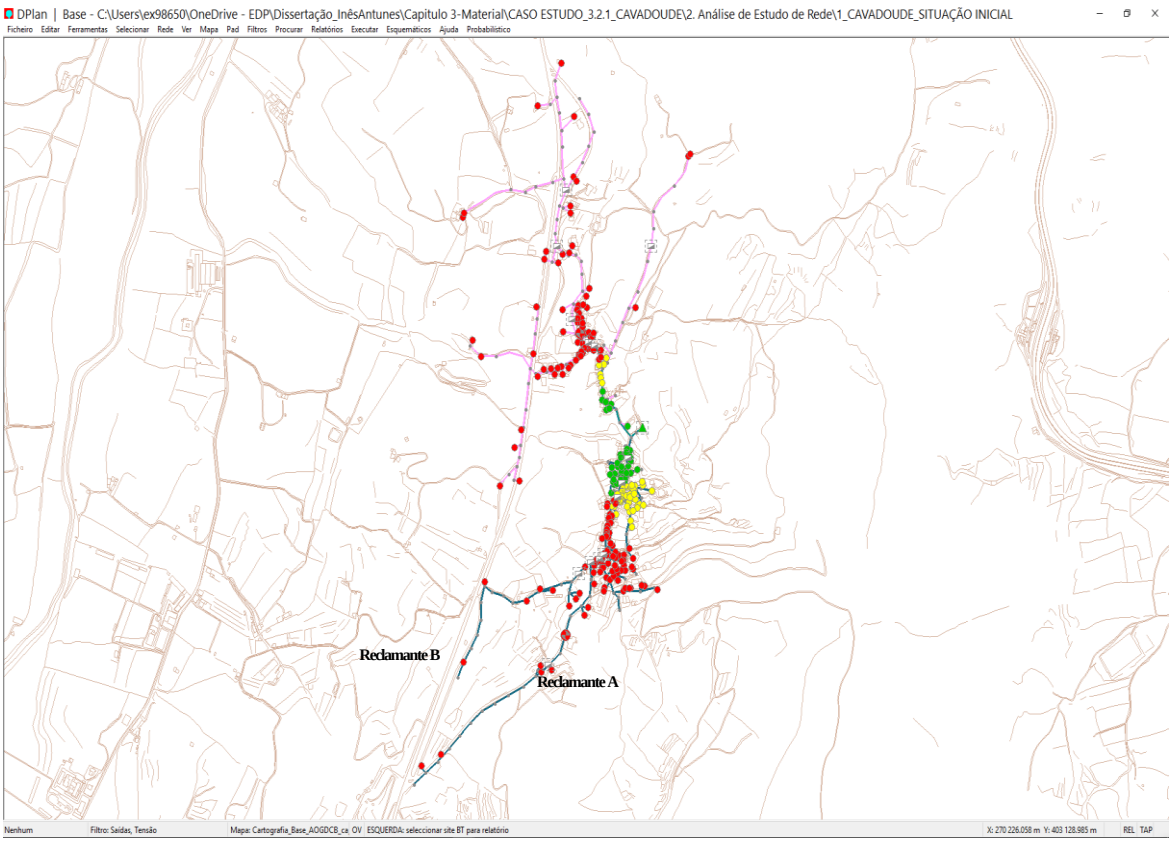

Figura A-3. Situação inicial da rede do PTD 0907D2002000.

A.2.1.2. Situação após Remodelação no Âmbito do Programa Corrente Programável

No seguimento das reclamações, foi criada uma iniciativa de empresa que originou uma obra, de modo a regularizar os valores da variação de tensão nos respetivos reclamantes. Assim, efetuou-se uma remodelação na rede, que consistiu na desagregação do circuito 1, que alimentava o centro histórico da aldeia, em dois circuitos distintos (circuito 1 e circuito 4). No circuito 4, criou-se uma nova saída a cabo LXS 4x95 + 16 até à caixa de proteção e seccionamento X4612, a partir da qual foi remodelada toda a rede até ao reclamante B, através de cabo LXS 4x70 + 16. Desta forma, foi criado o circuito 4 para alimentação dos ramos dos reclamantes. Na Figura A-4, pode ser visualizada a rede após a remodelação.

Através da análise dos resultados obtidos na plataforma *Dplan* (Tabela A-2), concluiu-se que a variação máxima de tensão, em ambos os reclamantes, foi normalizada e houve um melhoramento global associado à rede do PTD 0907D2002000.

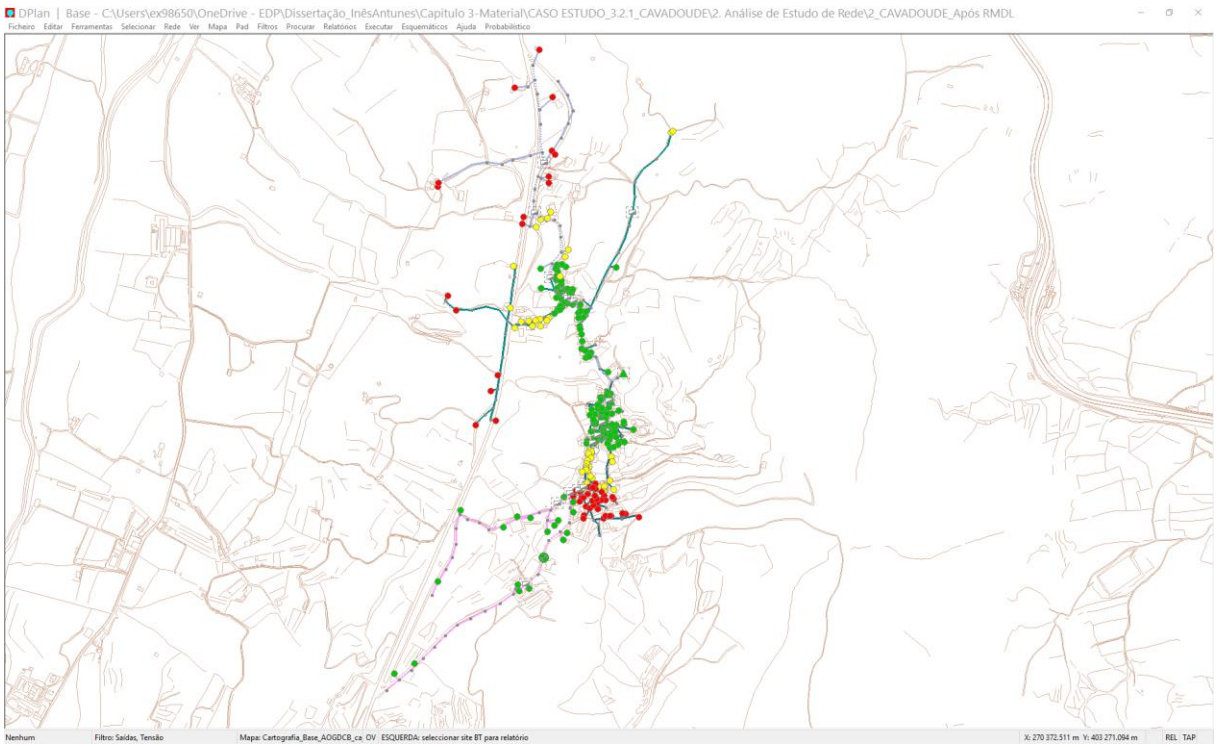

Figura A-4. Situação após remodelação da rede, no âmbito do programa Corrente Programável.

Tabela A-2. Variação de tensão máxima (situação após remodelação).

Circuito	Variação Máxima de Tensão (%)
1	10,03
2	10,74
3	9,15
4	4,54
Reclamante	**Variação Máxima de Tensão (%)**
A	4,48
B	3,62

A.2.1.3. Situação após Pedido de Ampliação de RABT e IP

A pedido do Município da Guarda surgiu um pedido de ampliação de RABT e IP com a finalidade de alimentar futuros clientes. Assim, considerou-se uma potência de 20,70 kVA no extremo da ampliação. Uma vez que o extremo da ampliação distava de, aproximadamente, 1200 metros do PTD 0907D2002000 e a rede associada ao mesmo já tinha alguns problemas relacionados com os índices de QST, optou-se pela inserção de um novo PTD num ponto estratégico por forma a regularizar os índices de QST em toda a zona em análise. Foi injetado um PTD do tipo R250 (Anexo C) onde foram criados dois circuitos distintos, ficando o terceiro circuito do QGBT de reserva. Além disso, a ampliação e respetiva remodelação da RABT foi executada a cabo LXS 4x95 + 16 devido às distâncias envolvidas. O extremo das ampliações ficou a aproximadamente 1000 metros do novo PTD. Na Figura A-5, pode visualizar-se o estado da rede após as alterações acima mencionadas.

Através dos valores apresentados na Tabela A-3, concluiu-se que os valores da variação máxima de tensão já se encontravam todos normalizados, de acordo com o mencionado na secção 2.8, no entanto alguns muito próximos do valor limite (circuitos 1 e 3).

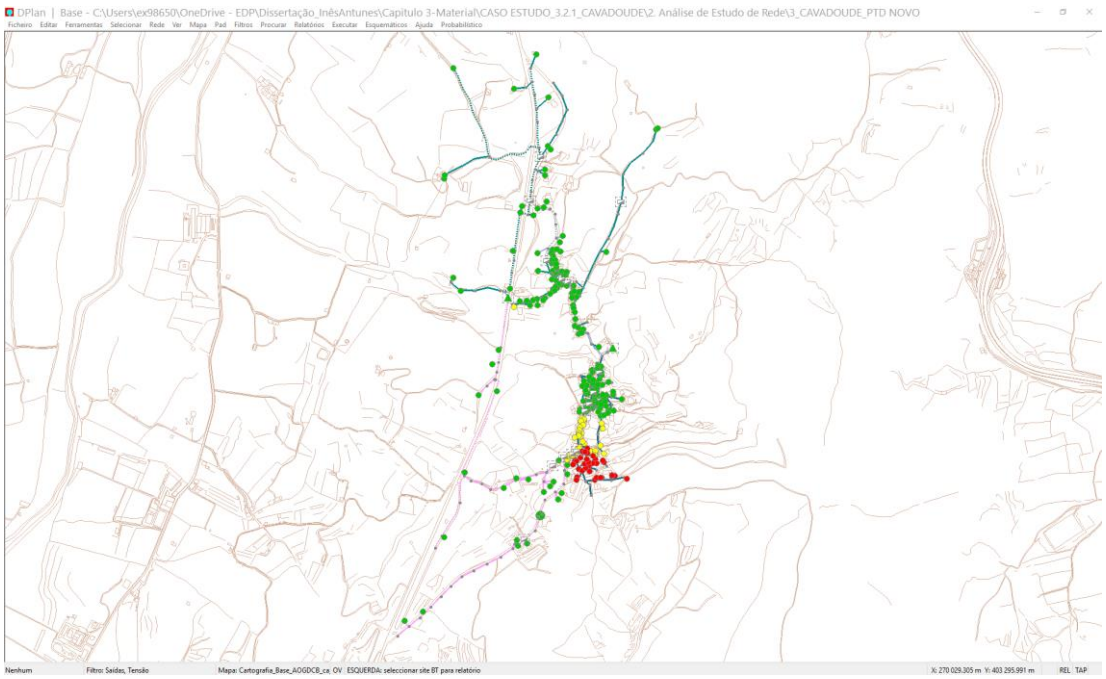

Figura A-5. Situação após ampliação da RABT e IP.

Tabela A-3. Variação de tensão máxima (situação após ampliação da RABT e IP).

PTD	Circuito	Variação Máxima de Tensão (%)
0907D2002000	1	9,97
	2	2,33
	3	6,28
	4	4,42
R250 (novo)	1	0,23
	2	5,44
	3	-

A.2.1.4. Situação após Remodelação no Âmbito do Programa Corrente Urgente

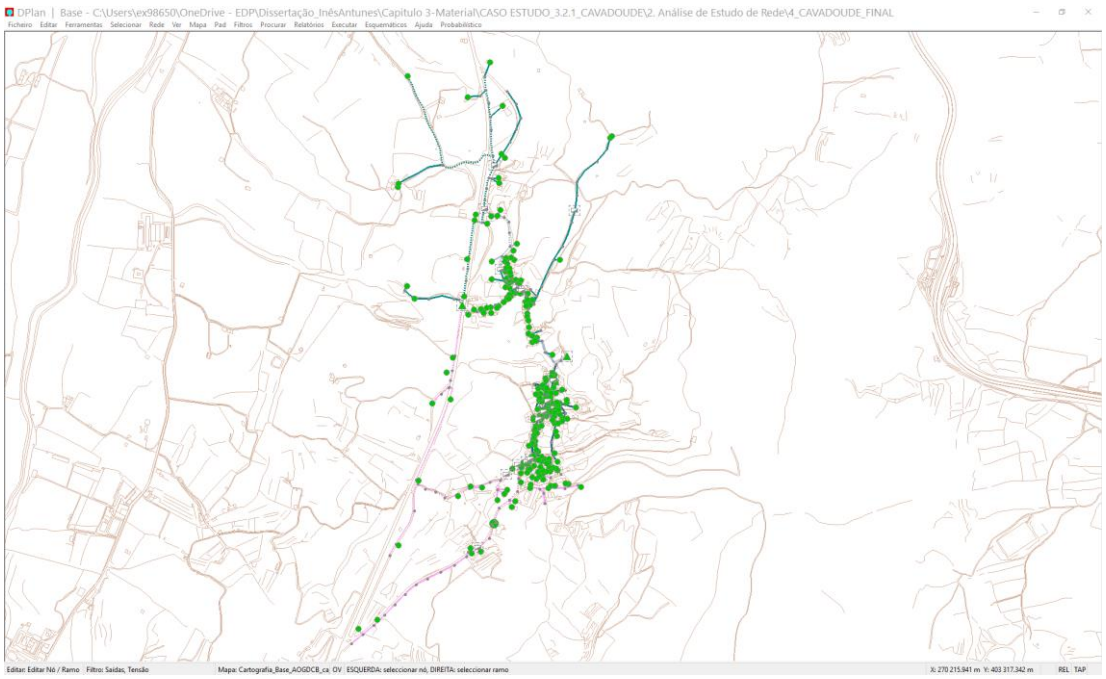

Figura A-6. Situação final.

Como referido anteriormente, nos circuitos 1 e 3, o valor da variação máxima de tensão, apesar de já estar normalizada, encontrava-se próximo do valor limite. Assim, para corrigir esta situação, foi criada uma obra no âmbito do programa corrente urgente. Esta obra contemplou a remodelação e respetiva ampliação da RABT com a criação do circuito 3 do novo PTD, a cabo LXS 4x70 + 16 até à caixa de proteção e seccionamento X3563. Posteriormente, realizou-se a remodelação da RABT e IP entre as caixas X1017 e X4612, a cabo LXS 4x70 + 16, e consequentemente a remodelação de dois ramos, outrora existentes a LXS 5x16, para cabo LXS 4x70 + 16. Desta forma, como se pode visualizar na Figura A-6, a rede ficou toda a verde, apresentando todos os valores regulamentados (Tabela A-4).

Tabela A-4. Variação de tensão máxima (situação final).

PTD	Circuito	Variação Máxima de Tensão (%)
0907D2002000	1	5,47
	2	2,33
	3	5,10
	4	3,92
R250 (novo)	1	4,04
	2	5,44
	3	0,50

A.3. Projeto e Orçamento

Este estudo de caso integrou três obras distintas: uma remodelação da RABT, no âmbito da Iniciativa de Empresa - corrente programável, uma ampliação de RABT e IP, no âmbito de Investimento Obrigatório, e por último uma remodelação da RABT, no âmbito da Iniciativa de Empresa - corrente urgente.

A.3.1. Remodelação no Âmbito do Programa Corrente Programável

Após a emissão do parecer, através da ferramenta *Dplan*, verificou-se que o benefício/custo era de 5,39 p.u.. Uma vez que era superior a 1, a solução em análise era bastante viável no ato de execução da mesma no terreno. Posteriormente, à aprovação da iniciativa da empresa, por parte da DAPR, o processo transitou para a ALR por forma ao levantamento, projeto, orçamentação e execução das alterações a fim de repor a rede nos índices de QST regulamentares nos reclamantes em questão.

No âmbito da carteira de obras aprovada, foi necessário a desagregação do circuito 1 (Figura A-7), circuito que alimentava os reclamantes, em dois distintos. Assim, foi criado o circuito 4 (Figura A-8) com a finalidade de alimentar apenas os ramos dos reclamantes, conseguindo regularizar a variação máxima de tensão em ambos os reclamantes.

Para a criação do circuito 4, foi criada uma nova saída do QGBT do PTD 0907D2002000 a cabo LXS 4x95 + 16 até à caixa de proteção e seccionamento X4612, caixa esta com ligação a uma terra a instalar. A 200 metros do PTD foi colocada uma caixa de proteção e seccionamento X4610, por forma à proteção e seccionamento do respetivo troço BT. Além disso, como foi passado um segundo cabo em todos os apoios para a criação do circuito 4, o esforço à cabeça dos apoios de BT aumentou, sendo necessário substituir quatro apoios BT. A partir da caixa de proteção e seccionamento X4612, o ramo pertencente ao

reclamante B foi remodelado através de cabo LXS 4x70 + 16, tendo sido necessário alterar seis apoios de BT, por forma a garantir condições de estabilidade dos mesmos.

Figura A-7. Circuito 1 do PTD 0907D2002000 após remodelação.

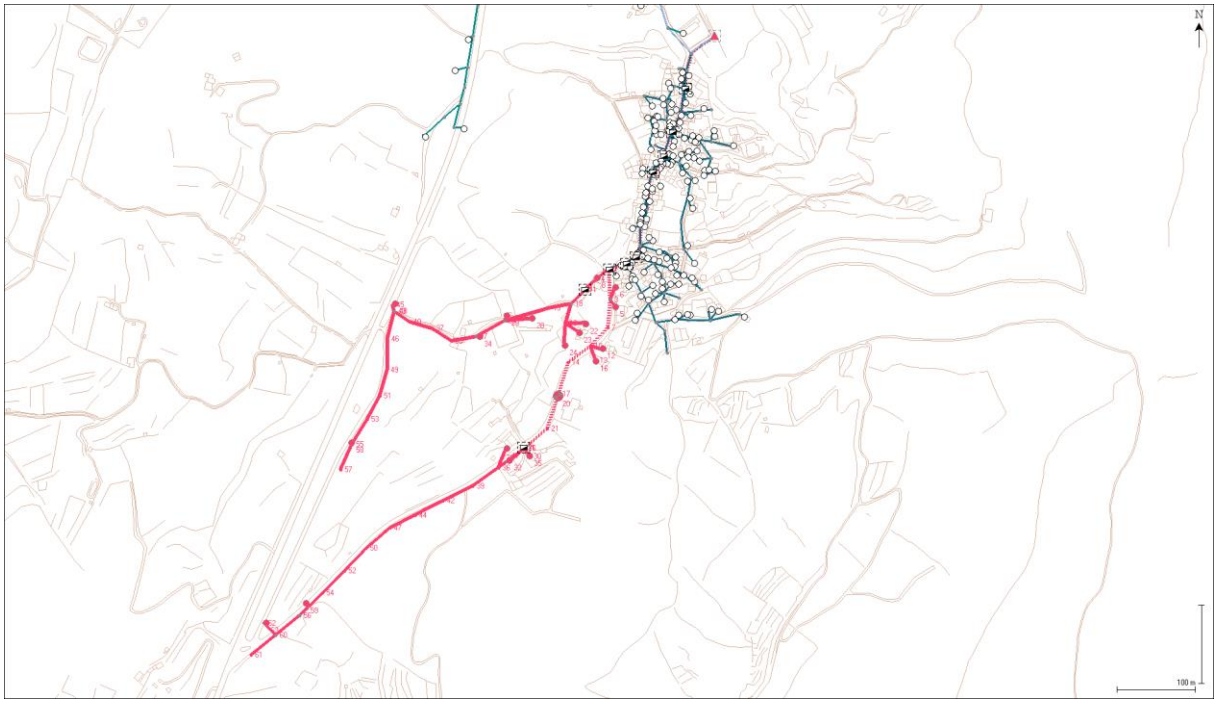

Figura A-8. Circuito 4 do PTD 0907D2002000 após remodelação.

Além da criação de um novo circuito, foram reajustados os circuitos 2 (Figura A-9) e 3 (Figura A-10), tendo sido necessário introduzir uma nova caixa de proteção e seccionamento, X2647, a fim de proteger e seccionar o novo cabo instalado do tipo LXS 4x70 + 16. Com esta alteração foi necessário alterar seis apoios de BT devido ao esforço à cabeça ter aumentado, garantindo a estabilidade dos mesmos.

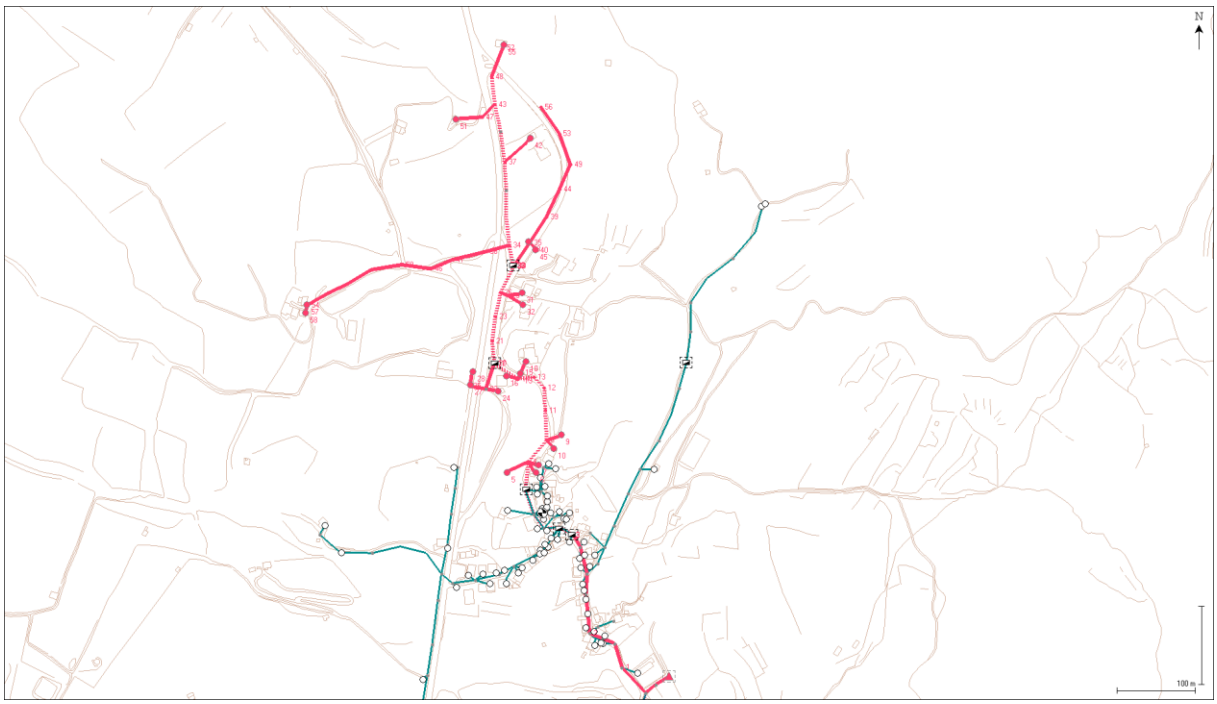

Figura A-9. Circuito 2 do PTD 0907D2002000 após remodelação.

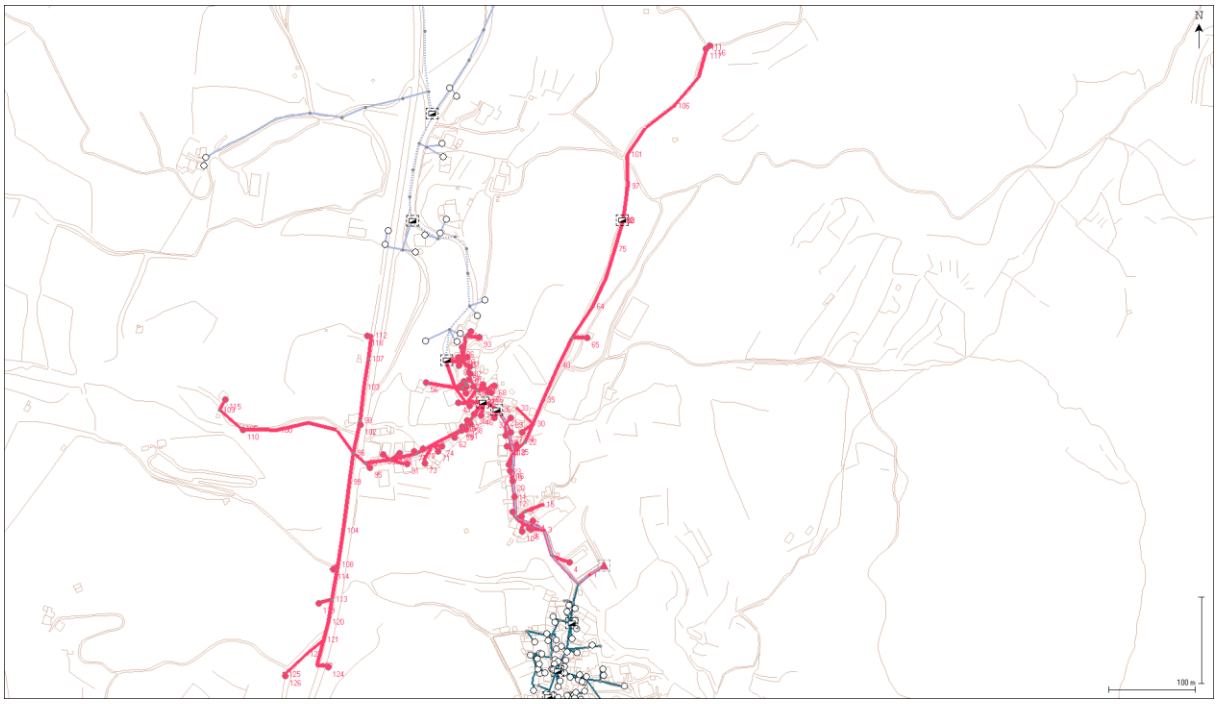

Figura A-10. Circuito 3 do PTD 0907D2002000 após remodelação.

No decorrer da obra, foram substituídas 13 luminárias de tecnologia obsoleta, vapor de mercúrio, por LED. Foram usadas luminárias com fluxo luminoso de 4126 lm, potência de 40,40 W com designação normalizada de LUMLED VCA F 4250 (Figura A-11) [24]. Em zonas urbanas de baixa densidade, tais como aldeias e sedes de freguesia e estradas municipais é comum usar-se este tipo de tecnologia. Para este estudo de caso, a fim de justificar as luminárias utilizadas, foi simulado no programa *Dialux* o cenário apresentado na Tabela A-5.

A inclinação recomendada para este tipo de casos é de 15º, havendo uma diminuição do

desempenho, relativo à uniformidade média, para as restantes inclinações (0º e 5º).

No final do Apêndice A, pode visualizar-se o orçamento referente à obra em questão (Figura A-19 e Figura A-20).

Figura A-11. Luminária LUMLED VCA F 4250 - *Schréder*.

Tabela A-5. Cenário simulado através do programa *Dialux*.

Comprimento do braço	0,75 m
Altura de montagem de luminárias	7 m
Distribuição	Unilateral
Distância entre apoios	35 m
Passeio	Sem passeio
Largura de faixa de rodagem	6 m
Inclinação recomendada	15º
Classe de iluminação	ME6
Velocidade típica do utilizador	Média (entre 30 a 60 km/h)
Quantidade de veículos por dia	Inferior a 7000

A.3.2. Ampliação de RABT e IP

No âmbito de Investimento Obrigatório, realizou-se uma segunda obra que consistiu na ampliação de RABT e IP. Assim, começou-se por desenhar/orçamentar no programa corporativo SITRD-DM a respetiva RABT, correspondente a uma ampliação para alimentação de um futuro cliente de 20,70 kVA.

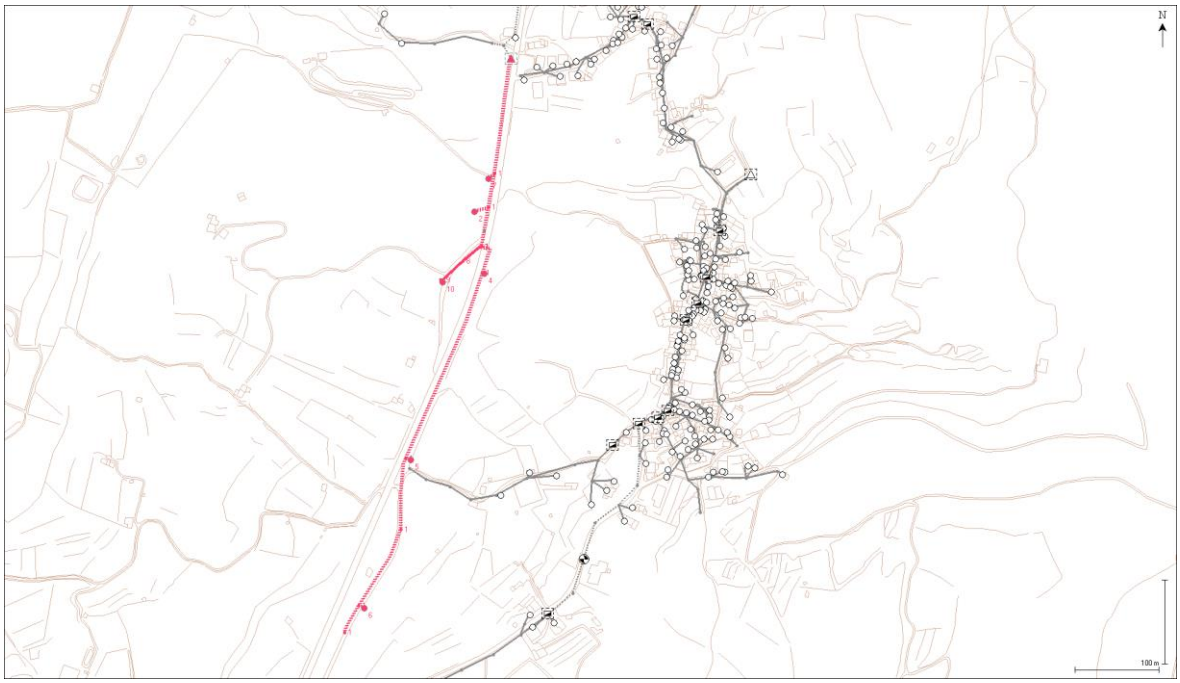

Figura A-12. Circuito 1 do novo PTD após a Ampliação da RABT.

Após uma breve análise à rede, devido à distância envolvida do extremo da ampliação e da variação máxima de tensão na zona envolvente, concluiu-se que era necessário a introdução de um novo PTD, sendo os custos deste suportado pela EDPD, enquanto que a ampliação da RABT suportada pelo Município. Optou-se pela colocação de um PTD do tipo construtivo R250, tipo aéreo, com um QGBT de três circuitos de saída, sendo que o circuito 3 ficou de reserva. Com a introdução do novo PTD, o circuito 4 do PTD 0907D2002000 foi desagregado, passando o ramo pertencente ao reclamante B a pertencer ao circuito 1 (Figura A-12) do novo PTD. Quanto ao circuito 2 (Figura A-13) do novo PTD, este ficou a alimentar apenas o ramo pertencente à ampliação pretendida pelo Município. Ambos os circuitos mencionados anteriormente foram projetados a cabo LXS 4x95 + 16, por forma a minimizar a variação máxima de tensão.

De forma a realizar o circuito 1, projetou-se a colocação de 22 apoios de BT, tendo sido escolhidos os seguintes apoios, devido ao circuito ser realizado a cabo LXS 4x95 +16:

- para apoios com modo de colocação em alinhamento: 9B-600;
- apoios em ângulo: 9B-800;
- primeiro apoio e apoio de fim de linha: 9B-1000.

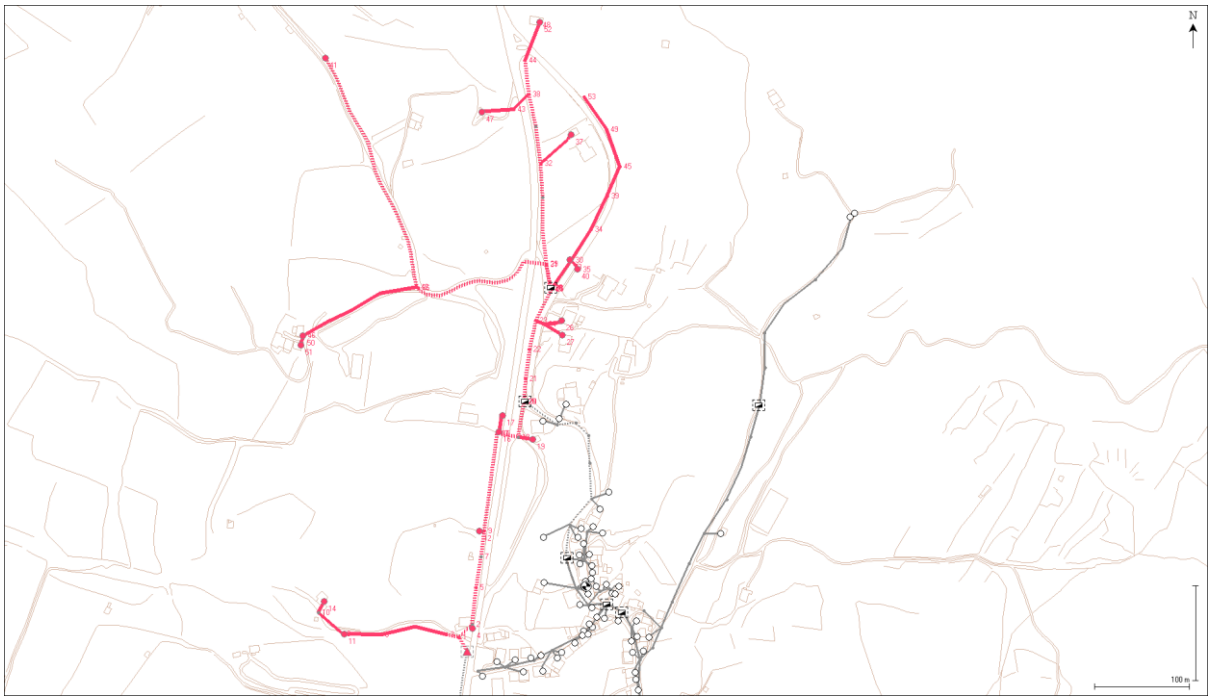

Figura A-13. Circuito 2 do novo PTD após a Ampliação da RABT.

De acordo com a normalização interna da EDPD e o Guia Técnico de Terras, foi colocada uma terra de serviço no primeiro apoio, assim como no apoio de fim de linha e nas caixas de proteção e seccionamento colocadas nos circuitos. De forma a proteger o troço principal do circuito 1, bem como de um ramal existente a LXS 4x25 +16, optou por colocar-se uma caixa de proteção e seccionamento, X1495, a aproximadamente 300 metros do novo PTD, a fim de seccionar os cabos LXS 4x25 +16 e LXS 4x95 +16. Foi colocada uma outra caixa de proteção e seccionamento, X1017, permitindo fazer o NA entre o circuito 1 do novo PTD e o circuito 4 do PTD 0907D2002000, isto é, ficando o circuito 4 do PTD já existente em aberto. Garante-se também o seccionamento do cabo principal até ao fim de linha. Relativamente à IP do

circuito, foram colocadas 4 luminárias LUMLED VCA F 4250 (Figura A-11) e 4 transferências luminárias de vapor de sódio, por forma à uniformização da cor devido à diferenciação da tecnologia usada.

No circuito 2, foram projetados 28 apoios de BT, seguindo o parametrizado no circuito 1, à exceção do primeiro apoio que se projetou um apoio 10B-600, devido à existência de rede de fibra ótica, a fim de estabelecer a distância necessária para garantir a não interferência eletromagnética. Foram colocadas terras de serviço no primeiro apoio, no apoio de fim de linha e em todas as caixas de proteção e seccionamento existentes ao longo do circuito. Colocou-se, no primeiro apoio de BT, uma caixa de proteção e seccionamento, X2002, para seccionar o troço existente a LXS 4x25 + 16. No percorrer do circuito, foi transferida uma caixa de proteção e seccionamento, X2648, com o objetivo de fazer o NA entre o circuito 2 do PTD novo e o circuito 2 do PTD 0907D2002000. Foi transferida uma outra, X2649, a qual permite proteger e seccionar o cabo LXS 4x70 + 16, ficando o cabo existente LXS 4x25 + 16 ligado diretamente com ligadores no chicote da alimentação da caixa de proteção e seccionamento. Por fim, foi projetada uma caixa de proteção e seccionamento, X2001, com o objetivo de proteger o troço principal do circuito, derivado às distâncias envolvidas. Relativamente à IP do circuito, foram colocadas 9 luminárias LUMLED VCA F 4250 (Figura A-11) e 11 transferências luminárias de vapor de sódio, por forma à uniformização da cor devido à diferenciação da tecnologia usada.

Relativamente ao orçamento da LAMT e do PTD, efetuou-se todo o cálculo mecânico respeitando o RSLEAT e as Recomendações para Linhas Aéreas de Alta Tensão até 30 kV. Os cálculos mecânicos tornam-se necessários, no entanto a publicação da Norma Portuguesa sobre condutores Alumínio-Aço (ALACO) e da revisão do RSLEAT, a DGEG elaborou projetos tipo de linhas, o que veio a facilitar a vida dos projetistas, tornando desnecessária a grande maioria dos cálculos outrora efetuados.

Os isoladores escolhidos, neste estudo de caso, foram do tipo cadeia em amarração. No apoio da derivação, apoio número 12 da LN 15 kV 0020/GRD Cavadoude, e no PTD foram utilizados isoladores em amarração reforçada do tipo U100BLP. Além disso, o número de isoladores considerados, por fixação em cadeia de suspensão e cadeia de amarração, é em função da tensão, secção do condutor e poluição.

As trações unitárias ou tensões máximas de tração a aplicar no cabo escolhido, ALACO 50 mm^2 será de 9 daN/mm^2. Neste caso em concreto, uma vez que estamos perante um vão inferior a 30 metros, conhecido como vão sem tração, considera-se a tração unitária de 1 daN/mm^2.

Considerou-se que o projeto em questão estava numa zona de gelo, localizado a 520 metros de altitude, pelo que foram consideradas as seguintes condições relativamente às ações dos agentes atmosféricos sobre a LAMT:

- Força máxima do vento: 750 Pa;
- Temperatura máxima: 50 ºC;
- Tensão máxima: 1 daN/mm^2;
- Número de condutores: 3;
- Condutor: ALACO 50 mm^2.

Estando perante um vão sem tração, menor ou igual a 30 metros, não é necessário alterar o apoio de derivação, uma vez que se garante a estabilidade do mesmo. Neste estudo de caso, a linha a derivar

provém de um apoio de betão com a referência MM06-2750-22, sendo os condutores da linha principal do tipo ALACO 30 mm^2. Para este tipo de situação, utiliza-se o projeto tipo de um PTD do tipo construtivo R250, tal como mencionado no Anexo C. Consequentemente, foi colocado um apoio do tipo TP4/14, normalizado pela EDPD e pelo projeto tipo do R250, para a colocação do PTD do tipo aéreo [37].

A simulação do perfil da LAMT (Figura A-27), foi realizada no programa corporativo SITRD-DM, onde se verificou, para o apoio a intervir e a colocar, a estabilidade, o ângulo dos condutores nas fixações, a inclinação das cadeias, a distância entre os condutores, a distância ao solo e a distância dos condutores aos edifícios e obstáculos diversos. Ao nível do maciço de fundação, o apoio a colocar o PTD foi dotado de maciço de betão ciclópico. O mesmo respeita os critérios de dimensionamento constante nas Recomendações para Linhas Aéreas de Alta Tensão até 30 kV. No caso do apoio TP4/14, a profundidade de enterramento deve ser 1,90 metros de acordo com a Equação (C-7), mencionada no Anexo C. A implementação dos maciços de fundação deve ter em conta diversos critérios: natureza dos terrenos, função do apoio, esforços envolvidos e altura do mesmo.

Por forma a derivar do apoio da linha principal, usou-se uma armação do tipo HRFSC/EDP 100 e no apoio TP4/14 uma do tipo HPT4, seguindo as Recomendações para Linhas Aéreas de Alta Tensão até 30 kV [38]. No apoio do PTD, colocou-se um dispositivo anti dissuasor de acordo com o mencionado no Anexo C.

No final do Apêndice A, pode visualizar-se os orçamentos referentes à obra em questão: RABT (Figura A-21 e Figura A-22), LAMT (Figura A-23) e PTD (Figura A-24).

A.3.3. Remodelação no Âmbito do Programa Corrente Urgente

No âmbito do programa Corrente Urgente, realizou-se uma terceira obra que consistiu na remodelação da RABT e IP, a fim de garantir todos os índices de QST, quer no novo PTD, quer no PTD 0907D2002000. Foi remodelado o troço final do circuito 3 do PTD 0907D2002000, a cabo LXS 4x70 +16, ficando alimentado a partir do circuito 3 do novo PTD (Figura A-14) e permitindo o NA, na caixa de proteção e seccionamento X3563. Neste pequeno troço remodelado, foi necessário alterar um apoio de BT, 10B-200 para garantir a distância normalizada às janelas presentes na fachada de um edifício. Além disso, foi também substituída todas as luminárias de tecnologia obsoleta por LED.

Uma vez que no centro histórico da aldeia existiam diversos clientes referentes ao circuito 1 do PTD 0907D2002000 com problemas associados aos índices de QST, optou-se pela interligação dos dois PTD. Assim, para tal foi necessário remodelar o troço final do circuito 4, troço que alimenta o reclamante B, a cabo LXS 4x70 + 16, sendo necessário substituir 14 apoios de BT, por forma a garantir estabilidade dos mesmos. As derivadas do ramo principal foram também remodeladas de LXS 5x16 para cabo do tipo LXS 4x70 + 16. Relativamente à IP, foram projetadas 20 luminárias LUMLED VCA F 4250 e 9 transferências de luminárias de vapor de sódio. Com esta remodelação, conseguiu realizar-se a interligação do circuito 1 (Figura A-15) do PTD novo com o circuito 1 do PTD 0907D2002000 na caixa de proteção e seccionamento X1696. Foi também colocada uma nova caixa de proteção e seccionamento no extremo da remodelação, a fim de proteger e seccionar os cabos a jusante. Assim, projetou-se uma terra nesta caixa de

proteção e seccionamento e outra a meio do circuito remodelado, numa zona com abundância de terra.

No final do Apêndice A pode visualizar-se o orçamento referente à obra em questão, Figura A-25 e Figura A-26.

Figura A-14. Circuito 3 do novo PTD após a remodelação da RABT.

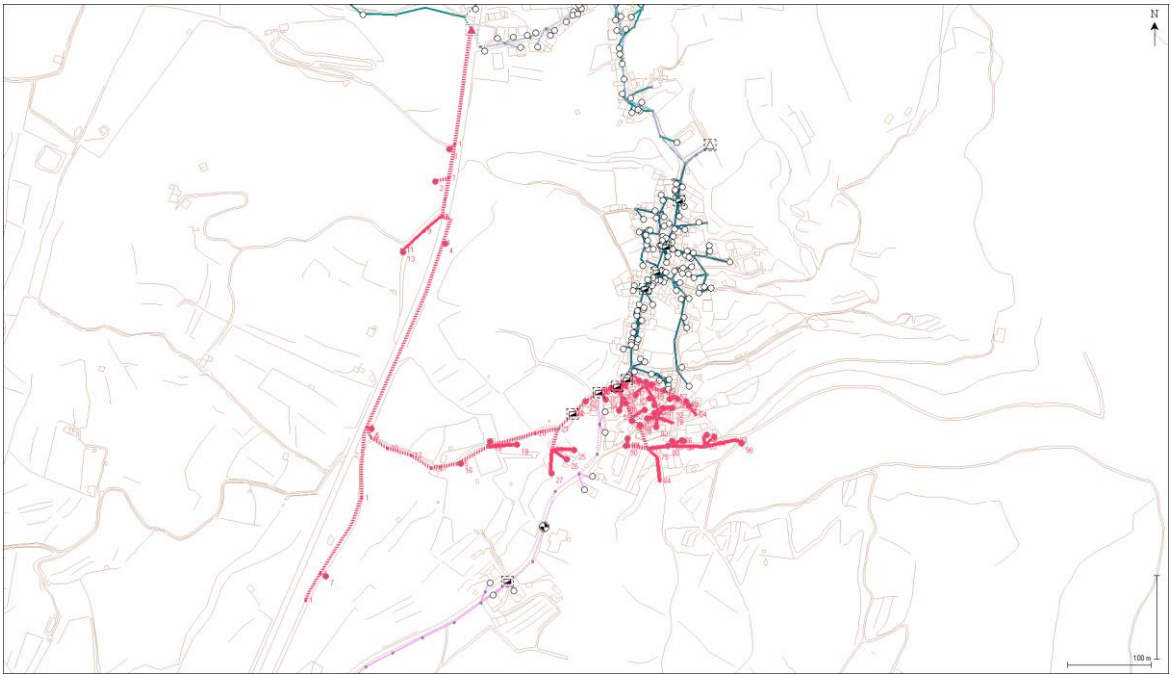

Figura A-15. Circuito 1 do novo PTD após a remodelação da RABT

A.4. Licenciamento da LAMT e do PTD

Nesta fase, foram criadas as memórias descritivas e justificativas da LAMT (Figura A-30), do PTD e da BT (Figura A-31), assim como o perfil topográfico da LAMT e do PTD (Figura A-27), esquema unifilar do QGBT do PTD do tipo R250 (Figura A-29) e a planta do projeto de BT (Figura A-28).

Posteriormente, solicitou-se, ao subdiretor da AAM-ALR, o envio para licenciamento da nova LAMT e respetivo PTD. Chegando a esta fase, foram criadas as respetivas cartas a enviar para as respetivas entidades: Ministério da Economia, DGEG. Com o objetivo de concluir o processo, foi atualizado o respetivo processo do SGPI, colocando os ficheiros criados anteriormente, tal como o devido preenchimento dos campos presentes no formulário do processo.

No final do Apêndice A, apresentam-se todos os desenhos e respetivas memórias descritivas e justificativas do processo de licenciamento do novo PTD.

A.5. Plano de Segurança e Saúde

Tratando-se de uma obra com LAMT e PTD, obrigatoriamente, foi necessário criar:

- Plano de Segurança e Saúde Construção/ Modificação/ Ampliação de Linha Aérea de Média Tensão;
- Plano de Segurança e Saúde Construção/ Remodelação e Posto de Transformação Aéreo;
- Plano de Segurança e Saúde Construção/ Remodelação/ Ampliação de Rede de Distribuição Aérea de Baixa Tensão.

A.6. Execução

Figura A-16. Ligação do PTD 0907D2055200.

Durante a execução do estudo de caso mencionado anteriormente, foram acompanhados os trabalhos da remodelação, construção e remoção de ativos obsoletos, Figura A-16. Começou-se por efetuar as remodelações da RABT referentes ao circuito 1, 2 e 3 do PTD 0907D2002000, com o objetivo de resolver os problemas associados aos reclamantes. Dado que o circuito 4, implementado na instalação de ligação

0907D2002000, apresentava um comprimento de aproximadamente 1300 metros ao reclamante B, foi inserido um equipamento com base em três transformadores isoladores no apoio da derivada do ramo de alimentação do reclamante B, de modo a estabilizar a tensão em valores regulamentares.

Após a execução da remodelação referente aos circuitos do PTD 0907D2002000, prosseguiu-se com a construção da RABT e IP relativamente ao pedido solicitado pelo Município da Guarda. Para tal, como mencionado anteriormente, foi necessário instalar um novo PTD, 0907D2055200, colocado na proximidade da LAMT presente com o objetivo de alimentar o ponto final da ampliação solicitada e a injeção no reclamante B, para regularizar todos os índices de QST. O PSE começou por executar as ampliações de RABT e IP dos circuitos 1 e 2 do novo PTD. No término destas ampliações, procedeu-se à montagem do PTD 0907D2055200. Assim, começou-se pelo arvoramento do poste TP14, prosseguindo-se com a montagem da armação, interruptor seccionador e respetivo QGBT. Posteriormente aos trabalhos de construção terem sido concluídos e após a aprovação do processo de licenciamento solicitado à DGEG com a emissão da Licença de Exploração, foi solicitado ao Município da Guarda a criação de um pedido de iluminação, PI11, pedido de contrato de IP, a fim de garantir o processamento interno do mesmo com o objetivo de celebração do novo contrato de energia referente à IP associada à nova instalação de ligação. Além disso, o PSE informou uma data para a realização de ligação do novo PTD, sendo necessário a criação de um Pedido de Intervenção em Tensão (PIT) ao departamento da Condução Norte. Este pedido contém um responsável de trabalhos, com habilitações de trabalhos em tensão de MT, e um responsável por parte do departamento de Condução. Foi criada uma ordem de manobras, para efetuar a de ligação, no dia solicitado no pedido de intervenção em tensão, tendo sempre como responsáveis um elemento do departamento de Manutenção, responsável de consignação, e outro do PSE, responsável de trabalhos, a fim de executar as "cinco regras de ouro da consignação":

- separar completamente – isolar a instalação de todas as possíveis fontes de tensão (responsável de consignação);
- proteger contra a reposição acidental – bloquear na posição de abertura todos os órgãos de isolamento ou adotar medidas preventivas quando tal não seja exequível (responsável de consignação);
- verificar a ausência de tensão – após a identificação da instalação a colocar fora de tensão e após a receção da mesma (responsável de trabalhos);
- ligar à terra e em curto-circuito (responsável de trabalhos);
- proteger contra as peças em tensão que estejam nas zonas de trabalhos ou na sua proximidade e delimitar a zona de trabalhos (responsável de trabalhos).

Aquando da solicitação da autorização da ligação do novo PTD, teve de garantir-se o valor normalizado para a terra de serviço e terra de proteção da nova instalação. Assim, para garantir a veracidade das mesmas, realizou-se a medição de ambas (Figura A-17), através de um ohmímetro, para garantir os valores mencionados no Anexo C.

Figura A-17. Medição da terra de proteção e terra de serviço.

Nesta fase, foi também solicitado um pedido de vistoria à nova instalação de ligação. Concluindo todo este processo, houve a necessidade de verificar os pontos de ligação entre os circuitos dos dois PTD, pontos estes realizados em caixas de proteção e seccionamento, Normalmente Abertos (NA). Toda a exploração da rede de BT foi realizada em circuito aberto, tendo pontos estratégicos, NA, que permitem a passagem de carga de uma instalação de ligação para outra, facilitando o processo em situações de anomalias/avarias na rede a atuar. Neste estudo de caso, foram realizados quatro NA em locais estratégicos por forma às seguintes interligações, Figura A-32:

- X1696 – NA entre o circuito 1 do PTD 0907D2002000 e o circuito 1do novo PTD;
- X2647 – NA entre o circuito 2 do PTD 0907D2002000 e o circuito 2 do novo PTD;
- X3563 – NA entre o circuito 3 do PTD 0907D2002000 e o circuito 3 do novo PTD;
- X4612 -NA entre o circuito 4 do PTD 0907D2002000 e o circuito 1 do novo PTD.

Relativamente à obra de corrente urgente, a remodelação da RABT e IP foi realizada durante a fase de construção das ampliações do novo PTD. Além disso, realizou-se a desmontagem de troços RABT obsoletos, isto é, rede nua em quincôncio, substituída por rede torçada. Ao nível da IP de toda a aldeia, substituíram-se todas as luminárias de tecnologia obsoleta, luminárias de vapor de mercúrio, por LED.

Devido aos novos desafios da geração distribuída, integração das renováveis, eficiência energética e novos serviços centrados no cliente, as *smart grids* tornam-se essenciais para a exploração da rede de distribuição. Assim, como mencionado na secção 2.9, a arquitetura do projeto *InovGrid*, a comunicação dos smart meters para os sistemas é sempre efetuada através de um equipamento designado por DTC que permite a concentração de todos os dados recolhidos pelas *EDP Box*, presentes na instalação de ligação.

Figura A-18. Registo fotográfico do antes (esquerda) e depois da execução da obra (direita).

edp distribuição

FOLHA DE ORÇAMENTAÇÃO

DADOS DO PROJETO	
CONTATO ISU	X
DEFINIÇÃO DE PROJETO (DP)	2800-18C106512
PEDIDO DE LIGAÇÃO À REDE (PLR)	X

DADOS DO RAMAL	
REQUERENTE	X
FREGUESIA	CAVADOUDE
CONCELHO	GUARDA
DISTRITO	GUARDA

DADOS TECNICOS	
POT. REQUISIT.	X
TIPO DE PEDIDO	X

DADOS DA ORÇAMENTAÇÃO			
DESIGNAÇÃO	OPERAÇÃO	QUANT.	UNID.
Tarefas referentes às Infraestruturas Elétricas - Montagem			
Cabo LXS 4x95 +16	Instalar	403	m
Cabo LXS 4x70 +16	Instalar	887	m
Cabo LXS 4x50 +16	Instalar	85	m
Cabo LXS 4x25 +16	Instalar	18	m
Cabo LXS 4x16	Instalar	92	m
Cabo LXS 2x16	Instalar	95	m
Apoio 12B-400	Instalar	1	un
Apoio 10B-600	Instalar	1	un
Apoio 9B-800	Instalar	2	un
Apoio 9B-600	Instalar	7	un
Apoio 9B-400	Instalar	4	un
Apoio 9B-200	Instalar	2	un
Caixa de Proteção e Seccionamento 1E 2S	Instalar	2	un
Caixa de Proteção e Seccionamento 1E 2S	Recolocar	4	un
Montagem Terra Neutro LXS 70 + Lig. Nua/CX	Instalar	6	un
Fusível FAC 160A 400V GG T1	Material	3	un
Fusível FAC 125A 400V GG T00	Material	3	un
Fusível FAC 100A 400V GG T00	Material	6	un
Fusível FAC 80A 400V GG T00	Material	3	un
Fusível FAC 63A 400V GG T00	Material	3	un
Luminária LUMLED VA F 4250	Material	13	un
Braço IP aço T42 C/P 075 INC 85 RABT	Material	13	un
Flum QTP Apoio/fachada	Recolocar	18	un
Ligador Terra de Serviço LXS 70	Material	8	un
Ligador Torçada IP <= 6 mm2	Material	52	un

Figura A-19. Folha de Orçamentação da obra de Corrente Programável.

DESIGNAÇÃO	OPERAÇÃO	QUANT.	UNID.
Ligador Torçada CHABT 16 mm2	Material	148	un
Desl./Lig. Cabo LXS Mono/Tri - MO	Instalar	5	un
Mud./Reg. Cabo Exist. <= 16 mm2	Instalar	50	un
Mud./Reg. Cabo Exist. > 16 mm2	Instalar	1	un
Preparação de entrada chegada aérea	Instalar	2	un
Tarefas referentes às Infraestruturas Elétricas - Desmontagem			
Cabo troçada/nu poste	Remover	985	m
Cabo BT aéreo não caracterizado - MO <= 16 poste	Remover	14	m
Apoio 12B-200	Remover	1	un
Apoio 10B-200	Remover	4	un
Apoio 9B-400	Remover	4	un
Apoio 9B-200	Remover	5	un
Apoio 9B-100	Remover	1	un
Apoio 8B-100	Remover	1	un
Consola/Postalete/Chumba - MO	Remover	2	un
Flum QTP Apoio/fachada	Remover	10	un

ORÇ.: 05/11/2019 Hugo Ribeiro
VERIF.: 05/11/2019 Hugo Ribeiro

Figura A-20. Folha de Orçamentação da obra de Corrente Programável (continuação).

edp distribuição

FOLHA DE ORÇAMENTAÇÃO

DADOS DO PROJETO	
CONTATO ISU	X
DEFINIÇÃO DE PROJETO (DP)	2800-19C006131
PEDIDO DE LIGAÇÃO À REDE (PLR)	X

DADOS DO RAMAL	
REQUERENTE	X
FREGUESIA	CAVADOUDE
CONCELHO	GUARDA
DISTRITO	GUARDA

DADOS TÉCNICOS	
POT. REQUISIT.	X
TIPO DE PEDIDO	X

DADOS DA ORÇAMENTAÇÃO			
DESIGNAÇÃO	OPERAÇÃO	QUANT.	UNID.
Tarefas referentes às Infraestruturas Elétricas - Montagem			
Cabo LXS 4x95 +16	Instalar	1775	m
Cabo LXS 4x16	Instalar	28	m
Cabo LSVAV 4x35 mm2	Instalar	20	m
Subida Poste LSVAV 2x16 mm2	Recolocar	3	un
Subida Poste LSVAV 4x35 mm2	Instalar	1	un
Subida Poste LXS 2x16 mm2	Recolocar	2	un
Subida Poste LXS 4x16 mm2	Instalar	1	un
Fornecimento e Montagem Tubo PEAD 63	Instalar	15	m
Reconstrução/Construção Muros/Paredes	Instalar	1	m2
Apoio 9B-600	Instalar	23	un
Apoio 9B-800	Instalar	15	un
Apoio 9B-1000	Instalar	3	un
Apoio 10B-600	Instalar	4	un
Apoio 10B-800	Instalar	5	un
Abertura e Tapamento de Vala - Perfil BT	Instalar	15	m
Caixa de Proteção e Seccionamento 1E 2S	Instalar	4	un
Caixa de Proteção e Seccionamento 1E 2S	Recolocar	2	un
Montagem Terra Neutro LXS 70 + Lig. Nua/CX	Instalar	11	un
Fusível FAC 100A 400V GG T00	Material	3	un
Fusível FAC 80A 400V GG T00	Material	6	un
Fusível FAC 63A 400V GG T00	Material	6	un
Luminária LUMLED VA F 4250	Material	9	un
Foco IP LED REDE LXS - MO	Instalar	9	un
Braço IP aço T42 C/P 075 INC 85 RABT	Instalar	9	un
Flum QTP Apoio/fachada	Recolocar	11	un

Figura A-21. Folha de Orçamentação da obra de Ampliação RABT.

DESIGNAÇÃO	OPERAÇÃO	QUANT.	UNID.
Ligador Terra de Serviço LXS 70	Material	9	un
Ligador Torçada IP <= 6 mm2	Material	46	un
Ligador Torçada CHSBT 16 mm2	Material	24	un
Ligador Torçada Rede > 16 mm2	Material	10	un
Ligador Torçada CHABT 16 mm2	Material	15	un
Mud./Reg. Cabo Exist. > 16 mm2	Instalar	4	un
Mud./Reg. Cabo Exist. <= 16 mm2	Instalar	2	un
Tarefas referentes às Infraestruturas Elétricas - Desmontagem			
Cabo troçada/nu poste	Remover	797,22	m
Apoio 8B-100	Remover	2	un
Apoio 9B-200	Remover	5	un
Apoio 9B-400	Remover	14	un
Apoio 9B-600	Remover	3	un
Flum QTP Apoio/fachada	Remover	10	un

ORÇ.: 05/11/2019 Hugo Ribeiro
VERIF.: 05/11/2019 Hugo Ribeiro

Figura A-22. Folha de Orçamentação da obra de Ampliação RABT (continuação).

edp distribuição

FOLHA DE ORÇAMENTAÇÃO

DADOS DO PROJETO	
CONTATO ISU	ILP501431077680
DEFINIÇÃO DE PROJETO (DP)	2800-19C052341
PEDIDO DE LIGAÇÃO À REDE (PLR)	190001824527

DADOS DO RAMAL	
REQUERENTE	X
FREGUESIA	CAVADOUDE
CONCELHO	GUARDA
DISTRITO	GUARDA

DADOS TÉCNICOS	
POT. REQUISIT.	X
TIPO DE PEDIDO	PI13

DADOS DA ORÇAMENTAÇÃO			
DESIGNAÇÃO	OPERAÇÃO	QUANT.	UNID.
Tarefas referentes às Infraestruturas Elétricas			
Armação MT HRF 100	Material	1	un
Isolador CAD D 3xU100BLP	Material	9	un
Isolador Rígido Polimérico	Material	1	un
Jogo de Acessórios JJ AL50 D E AM	Material	3	un
Ligador Anel AL 20-70	Material	3	un
Ligação de Ramal + Montagem Travessa + Regulação TET - MO	Instalar	1	un
Cabo ALACO 50 mm2	Instalar	45,15	m
Complemento de Abertura de Acessos LAMT	Instalar	14	m
Dispositivo Disuasor Nidificação (guarda-chuva MT)	Instalar	1	un

ORÇ.: 05/11/2019 Hugo Ribeiro
VERIF.: 05/11/2019 Hugo Ribeiro

Figura A-23. Folha de Orçamentação da obra de MT.

edp distribuição

FOLHA DE ORÇAMENTAÇÃO

DADOS DO PROJETO	
CONTATO ISU	ILP501431077680
DEFINIÇÃO DE PROJETO (DP)	2800-19C052342
PEDIDO DE LIGAÇÃO À REDE (PLR)	190001824527

DADOS DO RAMAL	
REQUERENTE	X
FREGUESIA	CAVADOUDE
CONCELHO	GUARDA
DISTRITO	GUARDA

DADOS TÉCNICOS	
POT. REQUISIT.	X
TIPO DE PEDIDO	PI13

DADOS DA ORÇAMENTAÇÃO

DESIGNAÇÃO	OPERAÇÃO	QUANT.	UNID.
Tarefas referentes às Infraestruturas Elétricas			
Transformador de Potência 160 kVA 15 kV	Material	1	un
Contador Totalizador Trifásico	Instalar	1	un
Relógio Astronómico	Instalar	1	un
Poste Betão TP4/14	Material	1	un
Armação HPT4 TP4	Material	1	un
Ferragem Tubos PT Aéreo	Material	1	un
Ferragem Suporte TP	Material	1	un
Jogo de Acessórios JJ AA50 A E AM	Material	3	un
Isolador CAD A 3xU100BLP	Instalar	3	un
Descarregador Sobretensões 15 kV PT	Material	1	un
Interruptor Seccionador Tripolar 31,5 A 30 kV Exterior	Material	1	un
Cadeado de Latão 50 mm	Material	1	un
Elétrodo Terra Vareta	Material	12	un
Montagem Elétrodo Terra c/ Brocagem 10 m	Instalar	10	un
Mobilização de Meios p/ execução de Brocagem	Instalar	10	un
QGBT	Material	1	un
Cabo LXS 4x95 + 16	Material	22	m
Fusível FAC 125 A T1	Material	6	un
Fusível FAC 100 A T1	Material	6	un
Montagem Módulo de Comunicação GSM/GPRS	Instalar	1	un
Reconstrução de muro/parede	Instalar	8	m2

ORÇ.: 05/11/2019 Hugo Ribeiro
VERIF.: 05/11/2019 Hugo Ribeiro

Figura A-24. Folha de Orçamentação da obra de PTD.

edp distribuição

FOLHA DE ORÇAMENTAÇÃO

DADOS DO PROJETO	
CONTATO ISU	X
DEFINIÇÃO DE PROJETO (DP)	2800-19C053480
PEDIDO DE LIGAÇÃO À REDE (PLR)	X

DADOS DO RAMAL	
REQUERENTE	X
FREGUESIA	CAVADOUDE
CONCELHO	GUARDA
DISTRITO	GUARDA

DADOS TECNICOS	
POT. REQUISIT.	X
TIPO DE PEDIDO	X

DADOS DA ORÇAMENTAÇÃO			
DESIGNAÇÃO	OPERAÇÃO	QUANT.	UNID.
Tarefas referentes às Infraestruturas Elétricas - Montagem			
Cabo LXS 4x25 +16	Instalar	59	m
Cabo LXS 4x50 +16	Instalar	53	m
Cabo LXS 4x70 +16	Instalar	863	m
Cabo LXS 2x16	Instalar	42	m
Cabo LXS 4x16	Instalar	65	m
Cabo LXS 2x16 mm2 Apoio Fachada	Instalar	10	m
Cabo LXS 2x16 mm2 Apoio Fachada	Instalar	5	m
Preparação Chegada Aérea	Instalar	3	un
Reconstrução/Construção Muros/Paredes	Instalar	2	m2
Apoio 9B-400	Instalar	4	un
Apoio 9B-600	Instalar	5	un
Apoio 9B-800	Instalar	2	un
Apoio 10B-400	Instalar	1	un
Apoio 10B-600	Instalar	3	un
Caixa de Proteção e Seccionamento 1E 2S	Instalar	1	un
Montagem Terra Neutro LXS 70 + Lig. Nua/CX	Instalar	4	un
Fusível FAC 80A 400V GG T00	Material	6	un
Fusível FAC 63A 400V GG T00	Material	6	un
Luminária LUMLED VA F 4250	Material	20	un
Foco IP LED REDE LXS - MO	Instalar	20	un
Braço IP aço T42 C/P 075 INC 85 RABT	Material	20	un
Flum QTP Apoio/fachada	Recolocar	9	un
Ligador Terra de Serviço LXS 70	Material	4	un
Ligador Torçada IP <= 6 mm2	Material	97	un
Ligador Torçada Rede > 16 mm2	Material	10	un

Figura A-25. Folha de Orçamentação da obra de Corrente Urgente.

DESIGNAÇÃO	OPERAÇÃO	QUANT.	UNID.
Ligador Torçada CHABT 16 mm2	Material	133	un
Desl./Lig. Cabo LXS Mono/Tri - MO	Instalar	3	un
Mud./Reg. Cabo Exist. > 16 mm2	Instalar	6	un
Mud./Reg. Cabo Exist. <= 16 mm2	Instalar	7	un
Tarefas referentes às Infraestruturas Elétricas - Desmontagem			
Cabo BT aéreo <= 16 mm2	Remover	103,93	m
Cabo troçada/nu poste	Remover	708,56	m
Apoio 8B-100	Remover	2	un
Apoio 8B-200	Remover	2	un
Apoio 9B-100	Remover	2	un
Apoio 9B-400	Remover	4	un
Apoio 12B-200	Remover	1	un
Flum QTP Apoio/fachada	Remover	18	un
Caixa de Proteção e Seccionamento 1E 2S	Remover	1	un

ORÇ.: 05/11/2019 Hugo Ribeiro

VERIF.: 05/11/2019 Hugo Ribeiro

Figura A-26. Folha de Orçamentação da obra de Corrente Urgente (continuação).

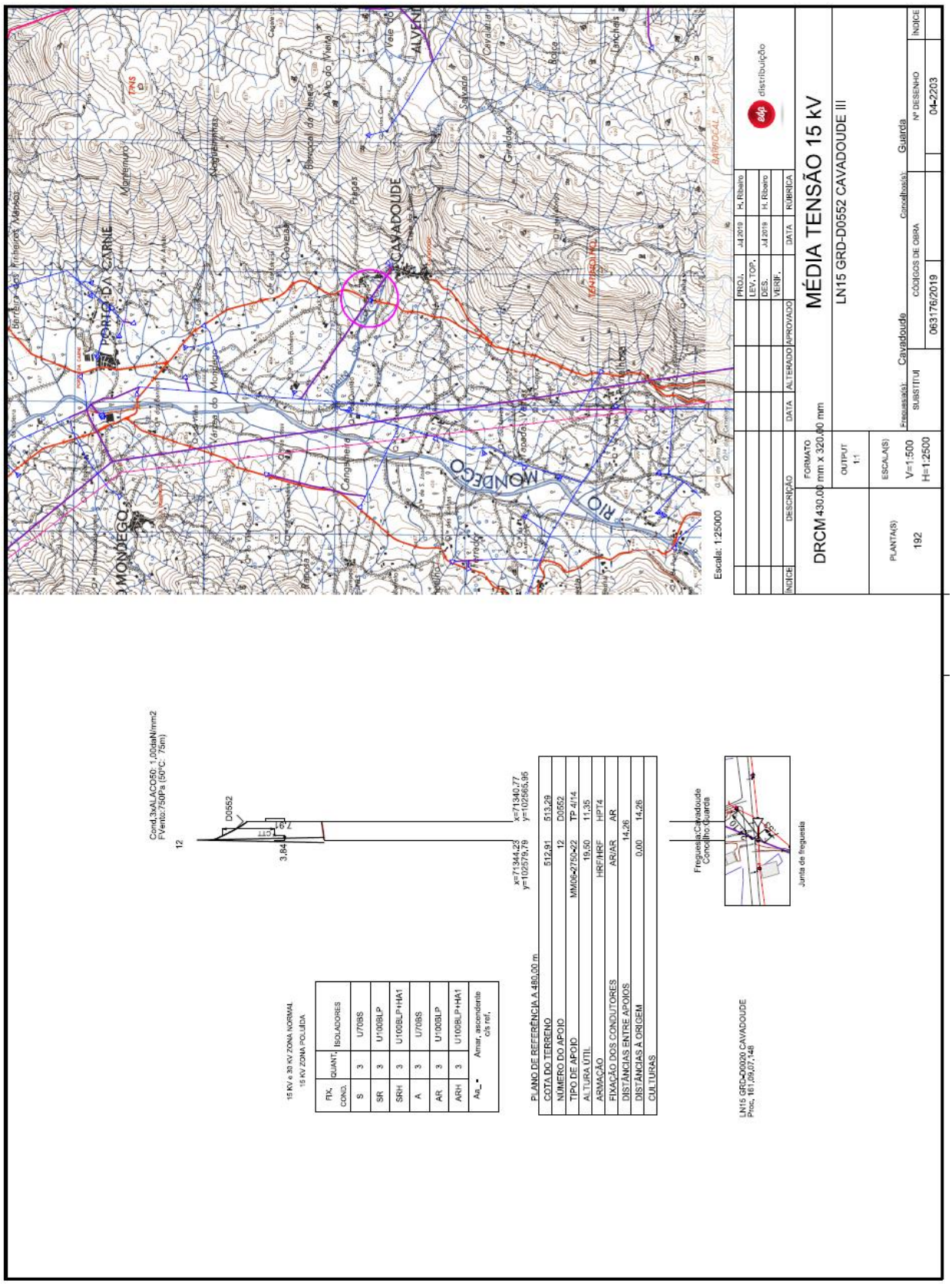

Figura A-27. Perfil da LAMT do PTD 0907D2055200.

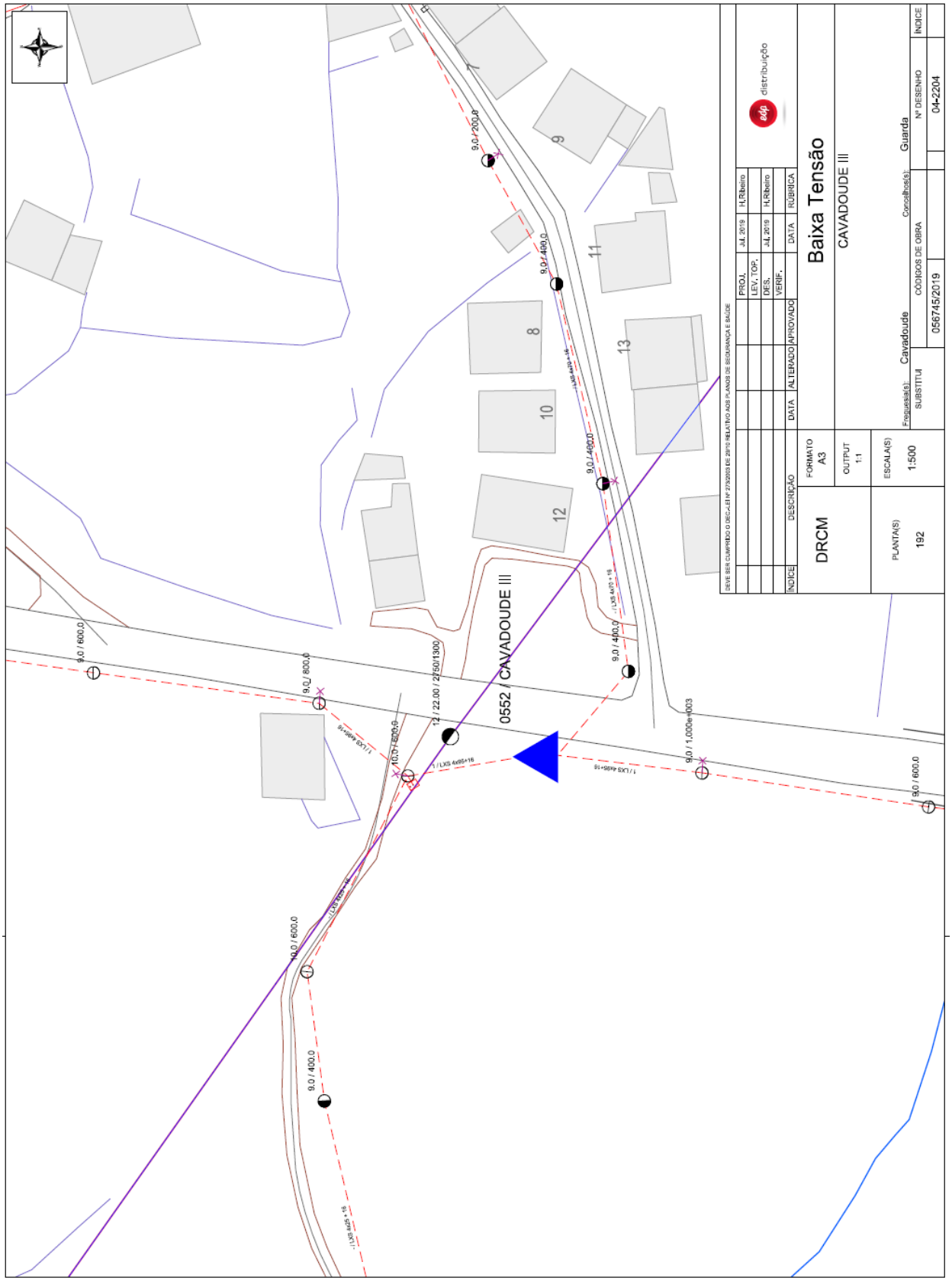

Figura A-28. Perfil da RABT do PTD 0907D2055200.

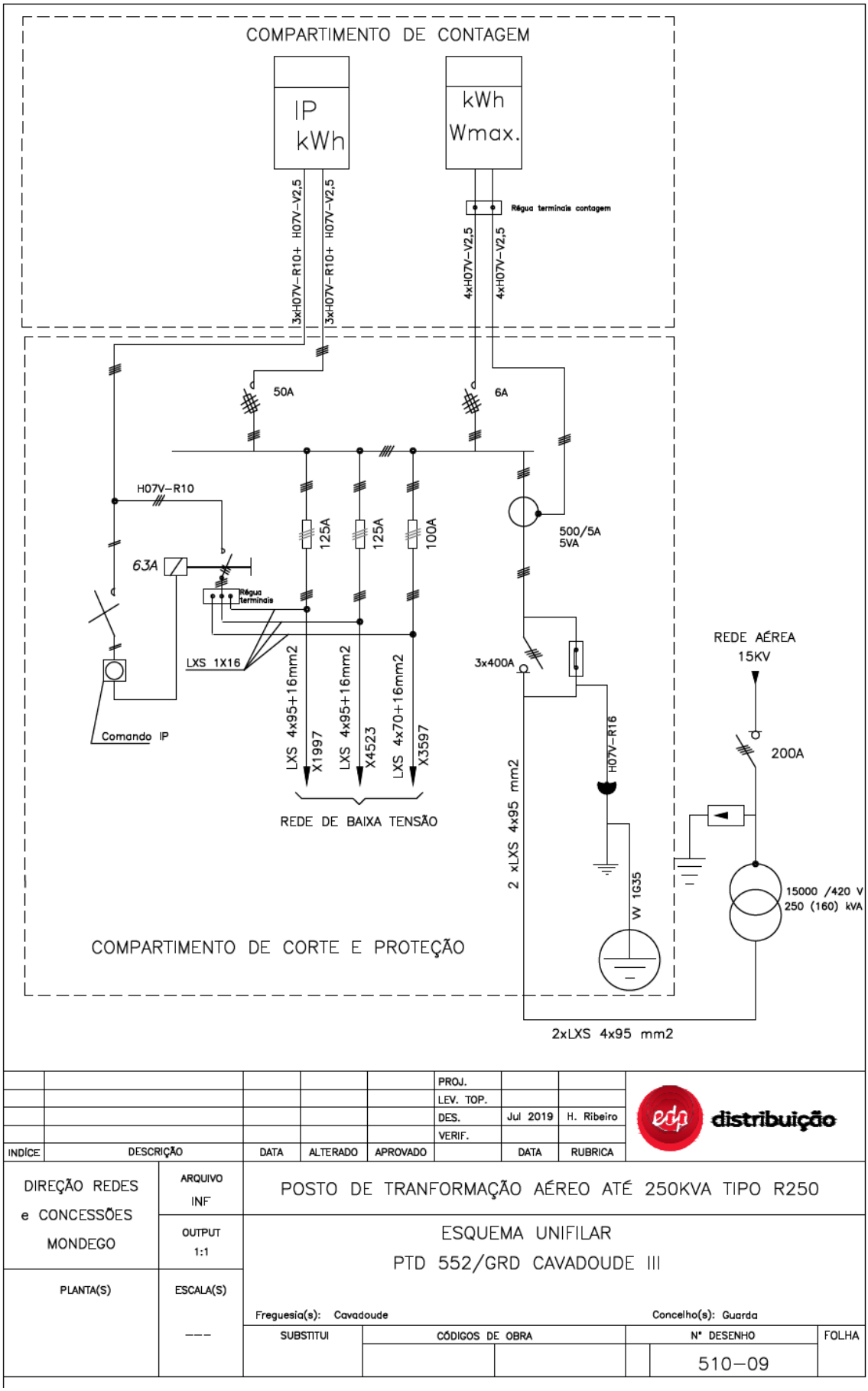

Figura A-29. Esquema Unifilar do PTD 0907D2055200.

edp distribuição

MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

ENTIDADE: EDP Distribuição Energia, SA – DIREÇÃO DE REDE E CONCESSÕES MONDEGO

INSTALAÇÃO PROJETADA: **Linha Aérea de MT a 15 KV para o PTD nº 552/GRD em CAVADOUDE III**

ORIGEM: Apoio nº 12 da Linha Aérea de MT a 15 KV para o PTD nº 0020/GRD em Cavadoude
(Proc.161.09.07.148)

OBJETIVO: Fornecimento de energia ao PT em referência.

LOCALIZAÇÃO: Freguesia (s): Cavadoude
Concelho (s): Guarda

TRAÇADO: Planta: **Des. nº 04-2203**

CARATERÍSTICAS: **Comprimento Total: 14,26 m.** Neutro da Rede: Impedante

Condutores: Material: Al/Aço Secção: 50 mm^2 Tensão máxima: 1 daN/mm^2 c/Gelo

Isoladores: Rígidos, tipo: . Cadeia, tipo: U100BLP e U70BS

Armações: Normalizadas, dos tipos indicados no perfil
Especiais: Apoios N.º Des. N.º

Apoios: De betão, com as caraterísticas indicadas no perfil
Outros:
Com maciços: Todos

TRAVESSIAS E CRUZAMENTOS: *(indicar os nºs dos apoios adjacentes da linha de AT):*

Estradas Nacionais:
Estradas Municipais:
Caminhos de Ferro:
Linhas de Telecomunicações: entre 12-PT;
Linhas de BT:
Outros:

CÁLCULOS: Segundo o projeto-tipo de linhas aéreas até 15 kV

INDICAÇÕES COMPLEMENTARES: Foi obtida autorização dos proprietários. Devido à sua reduzida dimensão, o primeiro vão da linha foi calculado praticamente sem tração.

Em tudo o omisso serão observadas as Normas e Regras de Segurança em vigor

Guarda, 15 de julho de 2019

O Projetista O Técnico Responsável

Figura A-30. Memória Descritiva e Justificativa da LAMT.

edp distribuição

MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

ENTIDADE: EDP Distribuição energia, SA – DIREÇÃO REDE E CONCESSÕES MONDEGO

INSTALAÇÕES PROJETADAS: **PTD nº 552/GRD, e Rede de BT / IP em CAVADOUDE III**

Freguesia de: Cavadoude

Concelho de: Guarda

JUSTIFICAÇÃO: Fornecimento de energia a consumidores particulares e iluminação pública

DESCRIÇÃO:

POSTO DE TRANSFORMAÇÃO

Localização – **Des. nº 510-09**

Relação de transformação: 15000/ 420 – 240 V

Designação, potência, tipo

a) PT N.º 552/GRD, 250 (160) kVA, Tipo: R250

REDES DE DISTRIBUIÇÃO B. T.:

Traçado – **Des. nº 04-2204**

Apoios – Tipos e desenhos

Postes: Betão Des.º n.º

Espiamentos: Arame de ferro galvanizado n.º cabo de aço de mm.

Isoladores, com ferragens, tipo 226/2 e 231/2

Condutores -- Tipo: Isolado: LXS Isolado: de cobre

Corta circuitos fusível tipo: APC e caixas/seccionadores/armários tipo:

Focos de iluminação pública. Tipo: Fechado; Des.º N.º

Lâmpadas de vapor de mercúrio de Watts e de Watts Lâmpadas de de Watts

Terras de serviço: Número: 3

Travessias:

Ocupações:

Cruzamentos – Linhas de

INDICAÇÕES COMPLEMENTARES: Foi obtida autorização para a colocação do PT. De momento será instalado um TP de 160 kVA. Interliga com a rede de Baixa Tensão do PTD nº 0020/GRD – CAVADOUDE (Proc. 161.09.07.148).

Anexos: **Esquema Unifilar do PT**

Em tudo o omisso serão observadas as Normas e Regras de Segurança em vigor

Guarda, 15 de julho de 2019

O Projetista O Técnico Responsável

Figura A-31. Memória Descritiva e Justificativa da RABT.

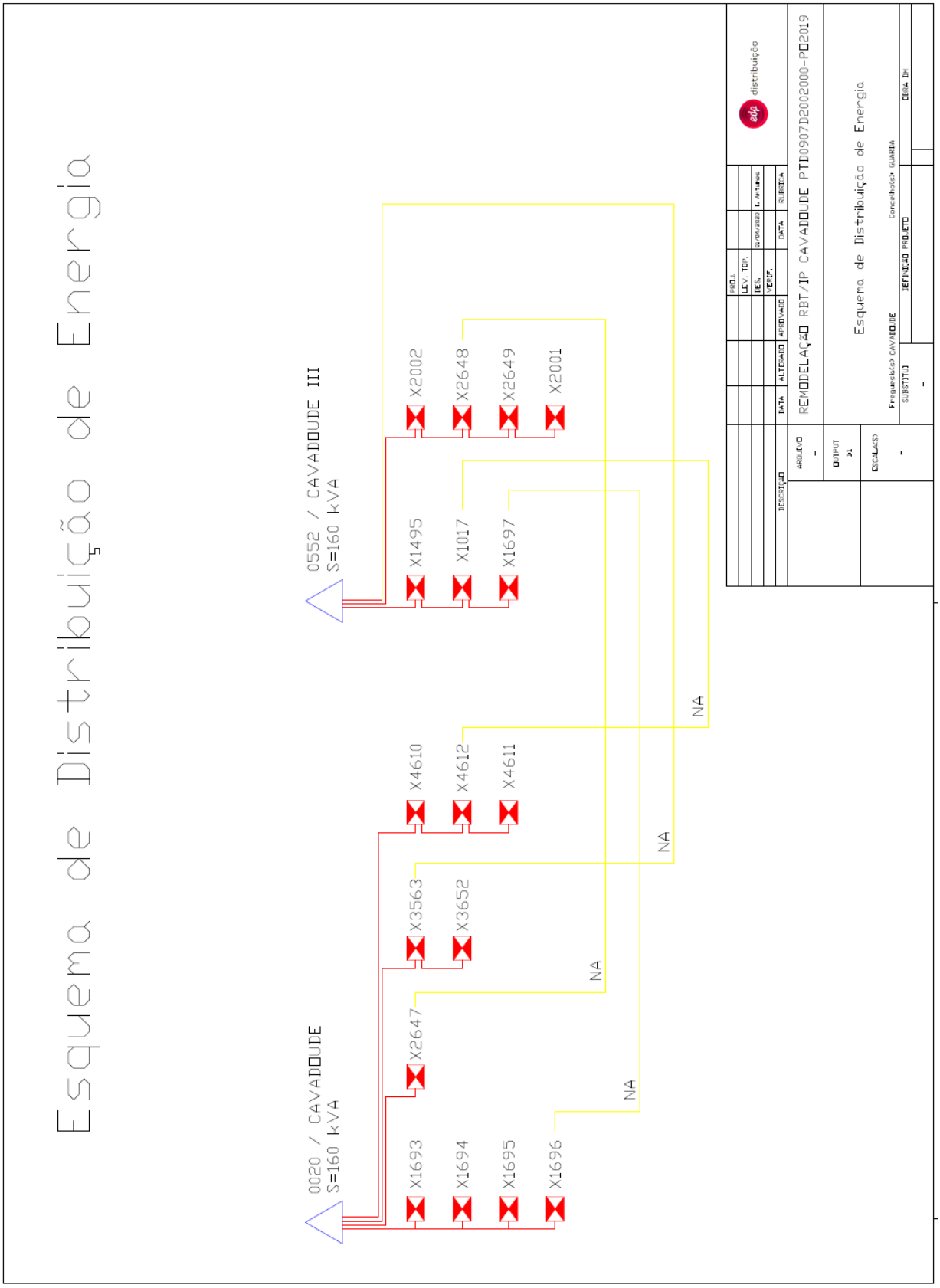

Figura A-32. Esquema de Distribuição de Energia.

Apêndice B
Estudo de Caso – Corujeira/Guarda

B.1. Pré-análise

O estudo de caso apresentado abaixo retrata um pedido do tipo PF90, do tipo Outros. O requerente em questão requisitou uma potência de 41,40 kVA e dista aproximadamente de 830 m do PTD número 0907D2006800. A obra em questão localiza-se na união de freguesias de Corujeira e Trinta, concelho da Guarda e trata-se da alimentação de uma estação elevatória. Na Figura B-33, apresenta-se o croqui com a localização do ponto de rede mais próximo e do ponto de ligação solicitado.

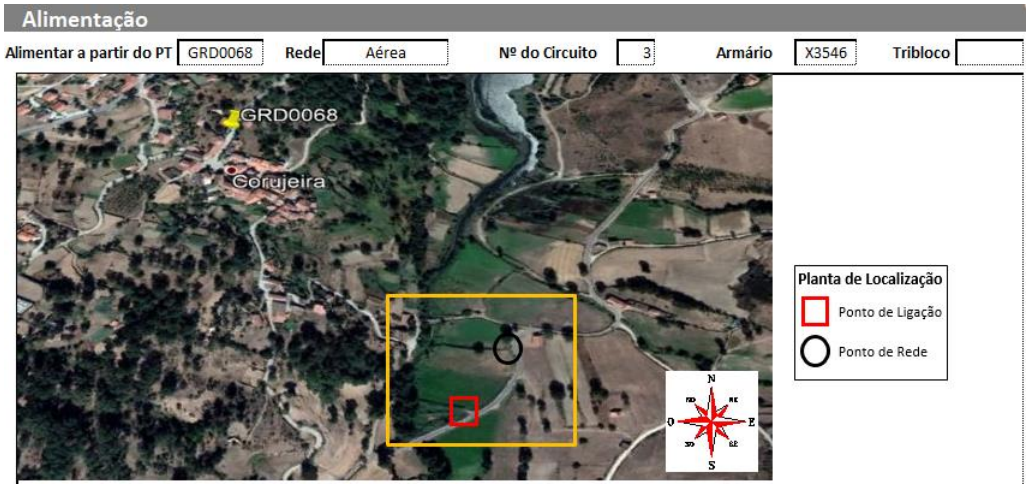

Figura B-33. Croqui de localização do ponto de rede e ligação.

Tal como foi apresentado na secção 2.8, Análise de Estudo de Rede, segundo a matriz de análise (Figura 2-2), é necessário efetuar uma análise de rede para potências de 41,40 kVA a partir do PTD.

B.2. Análise de Estudo de Rede

A análise de estudo de rede efetuada teve por base a análise de quedas de tensões e de curto-circuitos, com o dimensionamento dos respetivos fusíveis de BT, tendo como objetivo garantir os índices de QST a todos os clientes do PTD em análise [32].

B.2.1. Simulação em *Dplan*

Para análise de estudo de rede, fez-se uma verificação no programa corporativo SITRD do cadastro da rede BT associada ao PTD em questão. Seguidamente, exportou-se a mesma num ficheiro do tipo *.dpx* e abriu-se no programa corporativo *Dplan*, a fim de realizar a respetiva análise do estudo de caso.

B.2.1.1. Situação Inicial

Na Figura B-34, pode observar-se os circuitos referentes ao PTD 0907D2006800, onde os clientes aparecem com a simbologia a verde, o que indica que não existe queda de tensão. Verificou-se uma variação

de tensão máxima no PTD de 3,90 %, valor este regulamentar tal como mencionado na secção 2.8.

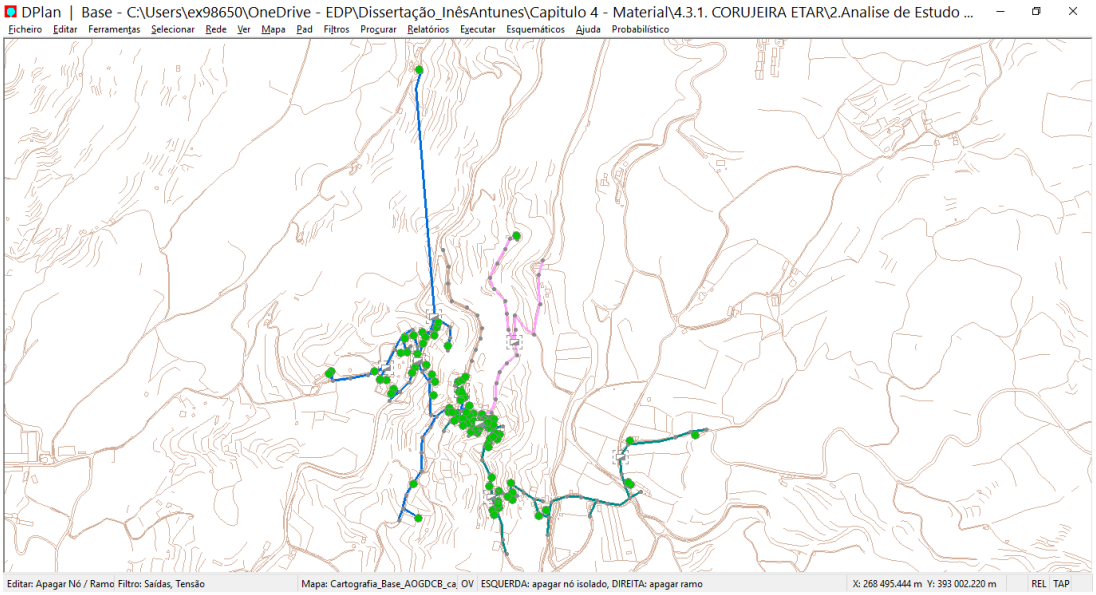

Figura B-34. Situação inicial da rede do PTD 0907D2006800.

B.2.1.2. Situação Inicial após Inserção do Cliente

Após a inserção do cliente de 41,40 kVA, verifica-se uma variação de tensão máxima no PTD de 17,83 %, valor este localizado no novo cliente. A tensão simulada no cliente foi de 0,822 p.u., o que corresponde a 189,06 V. Na Figura B-35, a verde apresentam-se os clientes com queda de tensão inferior a 6 %, a amarelo entre 6 e 8 %, e a vermelho com queda superior a 8 %. Tal como mencionado na secção 2.8, o valor da variação de queda de tensão tem de ser inferior a 10 %, o que tal não se verifica nesta situação. Assim, a solução de ampliação através da RABT fica sem efeito. Outro fator que influencia esta decisão é o facto de a ponta máxima do PTD com a inserção da potência requerida exceder a potência instalada.

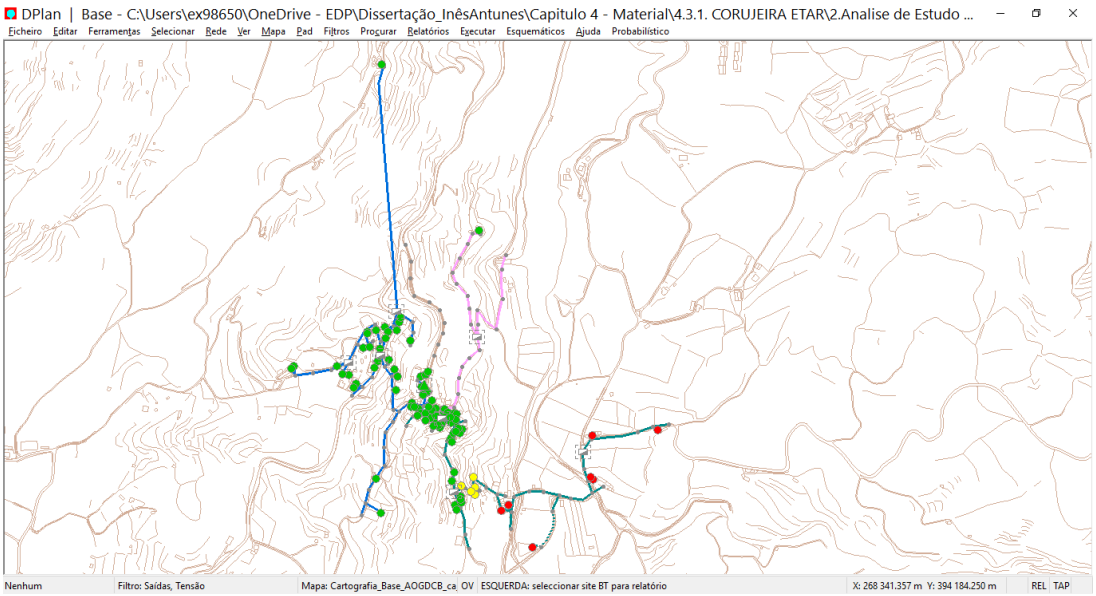

Figura B-35. Situação inicial após a inserção do cliente.

B.2.1.3. Situação Proposta

Na Figura B-36 apesenta-se a solução do estudo de caso de modo a obter uma variação de tensão máxima, no ponto de entrega do novo requerente, de 2,08 %, com uma tensão simulada de 0,979 p.u. correspondente a 225,17 V. Assim, a instalação de ligação 0907D2006800 fica com uma variação de tensão máxima de 3,90 %, valor este verificado na situação inicial. Para concretizar esta solução, foi necessário inserir um novo PTD do tipo construtivo R100, tal como mencionado no Anexo C, e a respetiva ampliação da RABT.

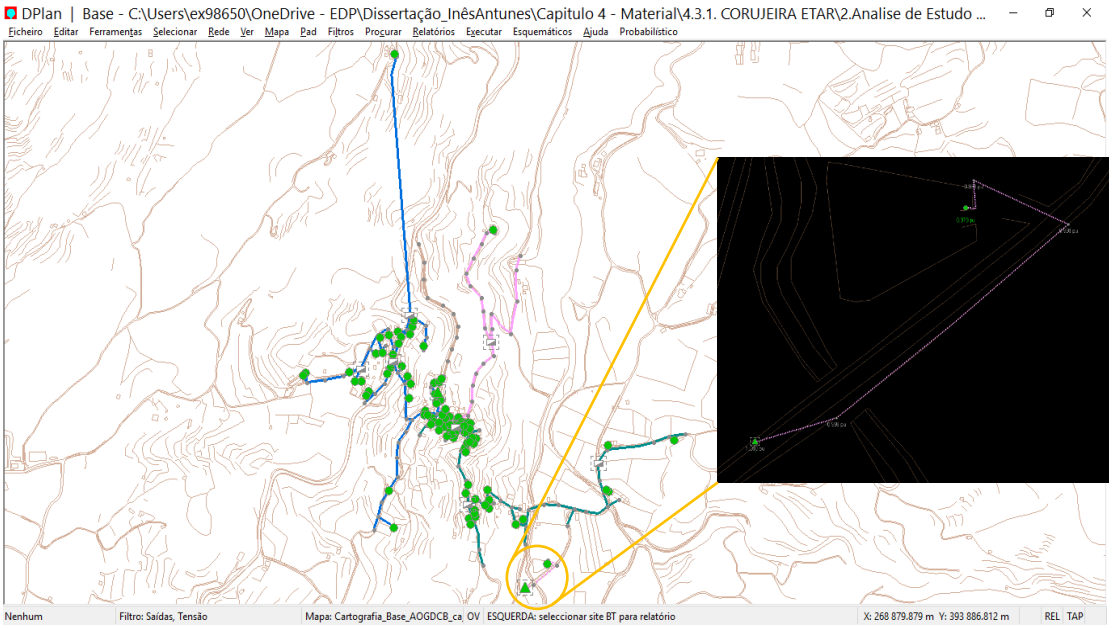

Figura B-36. Situação proposta.

B.2.1.4. Análise de Curto-Circuito e Dimensionamento de Fusíveis

Na Figura B-37, encontram-se identificados todos os nós dos ramos do estudo de caso em análise.

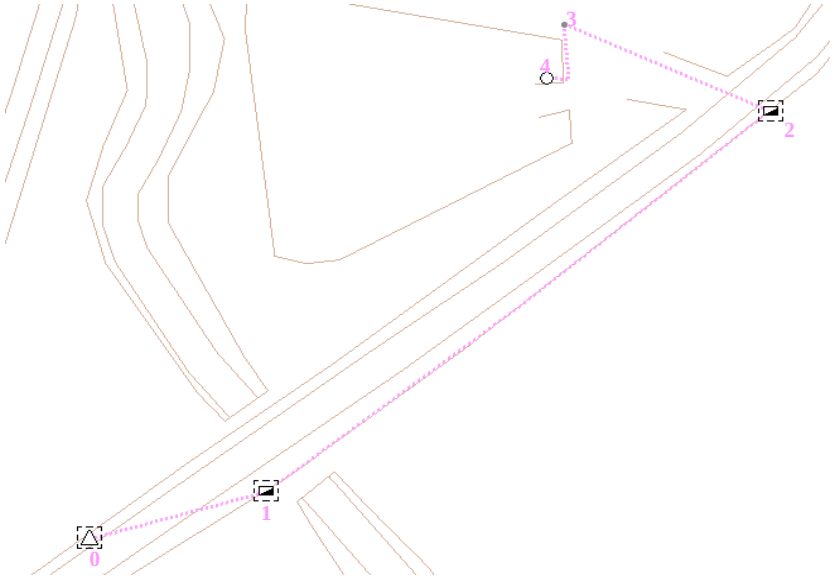

Figura B-37. Nós de identificação dos ramos em análise.

Na Tabela B-6, apresentam-se os valores respetivos à simulação realizada em *Dplan* para obtenção da análise de curto-circuitos.

Tabela B-6. Potências de curto-circuito.

Nó i	Nó j	Trifásico (A)	Fase-Neutro (A)	Tensão-Neutro (A)
0	1	1582,00	1540,55	15,43
1	2	1379,52	1124,85	64,66
2	3	1170,66	802,96	89,37
3	4	1137,91	763,80	91,51

Por forma ao dimensionamento de fusíveis BT e uma vez que foi proposto a instalação de um PTD do tipo construtivo R100, a proteção do circuito de saída do QGBT será realizada através de fusíveis FAC 125 A de calibre T1 (nó 0). Relativamente à proteção da saída do circuito da nova caixa de proteção e seccionamento (nó 1), a colocar no primeiro apoio de BT, será através de fusíveis FAC 100 A de calibre T00 e a proteção da respetiva baixada na portinhola (nó 4) será com fusíveis cilíndricos de 63 A.

Na proteção de curto-circuito, a avaliação do estado da proteção da rede é feita através da comparação do tempo de atuação do fusível com o tempo definido pela caraterística térmica da linha, para o menor curto-circuito que pode ocorrer na mesma.

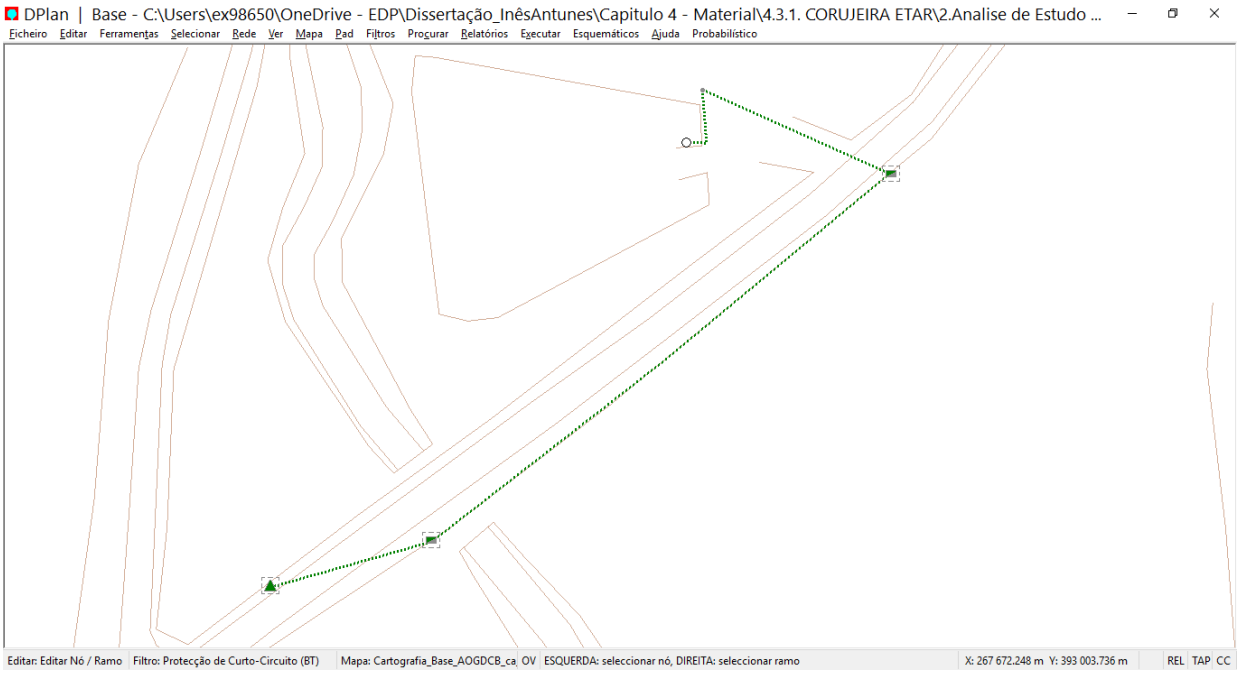

Figura B-38. Simulação da análise de proteção de curto-circuito.

Como ilustrado na Figura B-38, os ramos presentes na análise encontram-se todos a cor verde, indicando que a linha se encontra completamente protegida.

Na proteção sobrecarga, a avaliação do estado da mesma foi feita através da comparação entre a corrente de serviço e a corrente nominal do fusível, e a corrente de funcionamento do fusível com o valor dado por 1,45 I_z, sendo I_z a corrente máxima admissível na linha. Na Figura B-39, verifica-se que os ramos presentes na análise encontram-se todos a cor verde, indicando que a rede está protegida, ficando apenas o

troço da baixada (entre nó 2 e 3), a cabo LXS 4x16 a amarelo, significando que a rede está protegida, mas o valor da corrente de funcionamento do fusível está a menos de 10 % de 1,45 I_z.

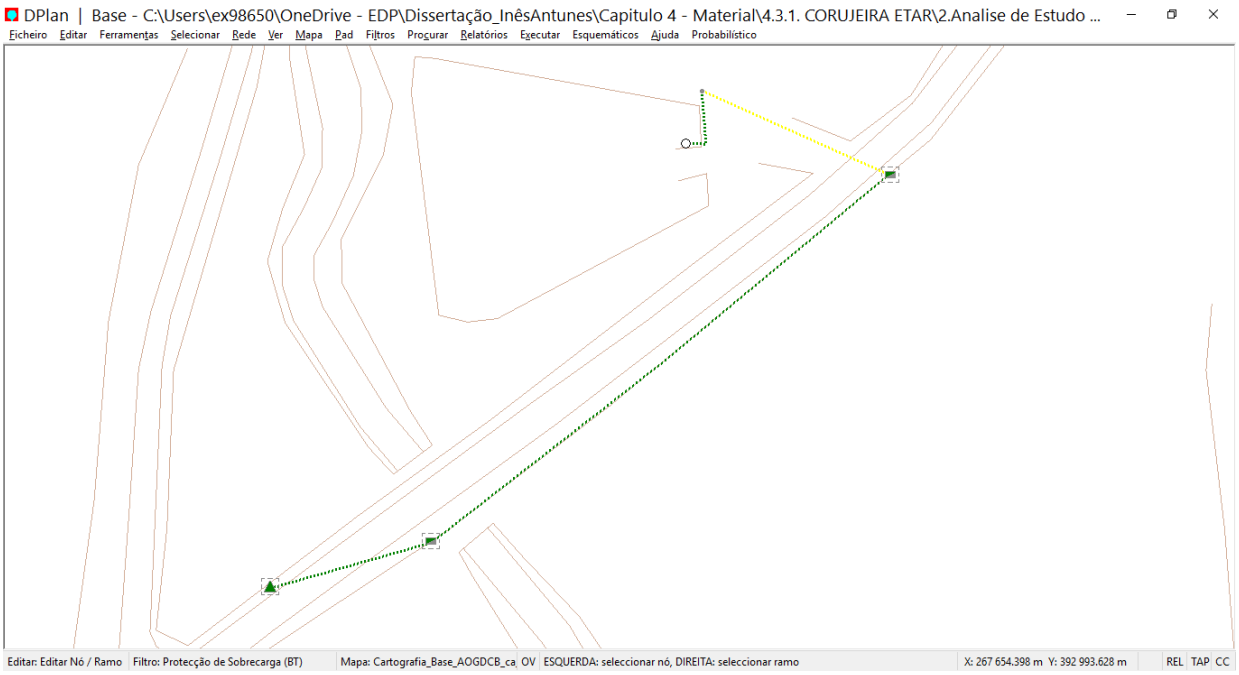

Figura B-39. Simulação da análise de proteção de sobrecarga.

Relativamente à proteção de pessoas, esta foi feita através da comparação entre o valor calculado para a corrente suscetível de percorrer o coração do ser humano com as curvas de risco definidas na norma *International Electrotechnical Commission* (IEC) 60479-1, para o tempo de atuação do fusível. Como se pode visualizar na Figura B-40, os ramos presentes na análise encontram-se todos a cor verde, indicando que pode ocorrer perceção e contração involuntária de músculos, porém não existem efeitos fisiológicos.

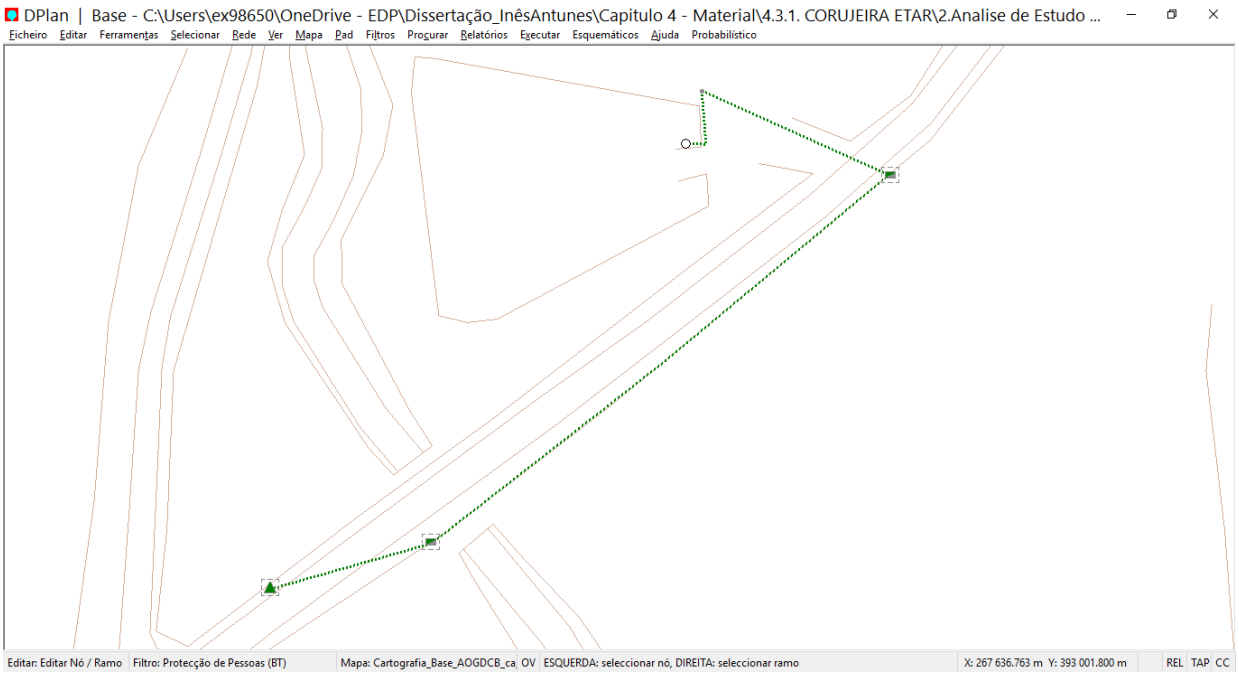

Figura B-40. Simulação da análise de proteção de pessoas.

B.2.2. Solução Proposta

Por forma a garantir todos os índices de QST às instalações presentes no PTD em análise, a alimentação do cliente de 41,40 kVA, foi necessário a instalação de um novo PTD. Assim, a solução para a ligação solicitada em BT foi viável com a instalação do novo PTD nas condições abaixo:

- LAMT aproximadamente 50 metros, com origem no apoio nº 25 da LN 15kV 297/GRD Maçainhas – Trinta;
- PTD R100_50 kVA/15 kV, a instalar em espaço com acesso a partir da via pública, a ceder pelo requisitante;
- Do QGBT do PTD estabelecer cabo LXS 4x70 + 16, aproximadamente 50 metros, até junto do ponto de ligação do requerente.

Os custos da nova ligação, tendo em conta as condições mencionadas anteriormente, foram suportadas todas pelo requerente, uma vez que outrora não existiam quedas de tensão no PTD já existente e com a inserção do cliente tal situação não se manteria. Outro fator recai sobre as novas ligações ou aumentos de potência BT, a mais de 600 m do PTD mais próximo, estar sujeitas a comparticipações a LMT e no PTD a instalar [15]. Na Figura B-41, apresenta-se o traçado da LAMT de 15 kV e o apoio de onde deriva a alimentação do novo PTD.

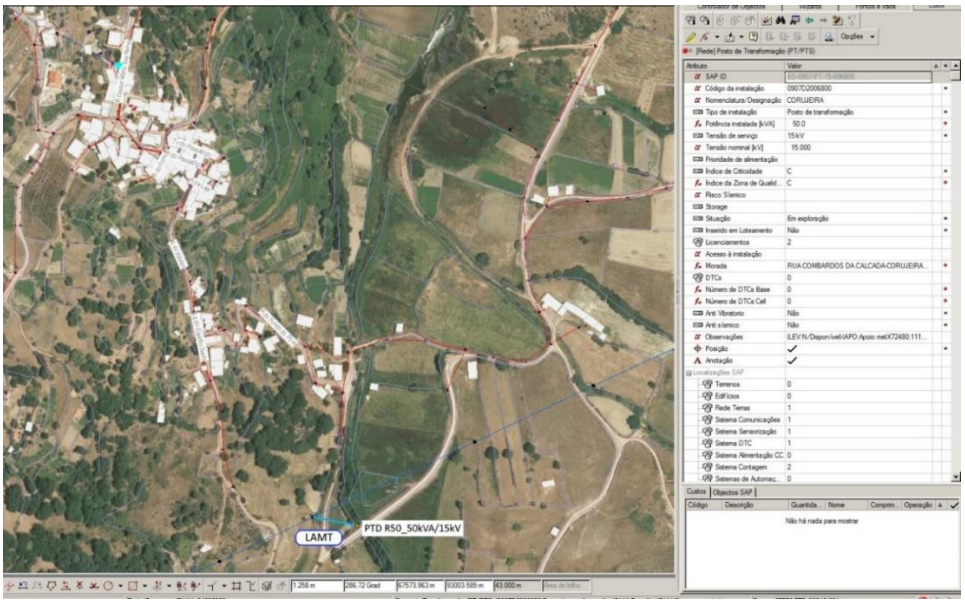

Figura B-41. Traçado de linha de 15 kV - Guarda.

B.3. Levantamento e Recolha de Autorizações da LAMT e do PTD

Nesta fase, foi necessário o deslocamento ao local em estudo, por forma ao levantamento da LAMT a instalar, bem como a definição do local do novo PTD. Começou-se pela marcação do local do novo PTD e para tal foi necessária a autorização por parte do proprietário do terreno onde será instalado o mesmo, sendo o próprio indemnizado. Como estávamos perante um vão sem tração, não existiu a colocação de apoios de MT, derivando apenas do apoio número 25 da LN 15kV 297/GRD Maçainhas – Trinta. Após a autorização da cedência de espaço por parte do proprietário do terreno, passou-se à fase seguinte.

No final do Apêndice, na Figura B-45 e Figura B-46, apresentam-se os protótipos dos formulários de relatório de prejuízo e declaração de indeminização a terceiros, respetivamente.

B.4. Levantamento Topográfico da LAMT e do PTD

Com a finalidade de definir um traçado com maior rigor possível, para a LAMT em análise realizou-se, após a recolha de todas as autorizações, o levantamento topográfico. Durante esta fase foram identificados, de novo, todos os proprietários e todos os parcelários (habitações e terrenos) por onde seria construída à posteriori a LAMT.

O levantamento efetuado pelo topógrafo foi tratado em *AutoCad* e, posteriormente, carregado na obra de MT do programa corporativo SITRD-DM para posterior processo de orçamento e projeto da LAMT e PTD.

B.4.1. Cálculos Elétricos Comprovativos

Nas Tabela B-7, Tabela B-8 e Tabela B-9 apresentam-se todos os cálculos elétricos, resultados comprovativos, com base no método exposto na secção 2.8 e através do uso das equações aí mencionadas, para cada ramo do novo circuito. O cálculo foi efetuado com base num ficheiro *Excel*, criado no decorrer da dissertação em ambiente empresarial, onde se apesentam os cálculos relativos às quedas de tensão e dimensionamento de fusíveis.

Tabela B-7. Caracterização dos ramos do estudo de caso.

Circ.	Ramo	Tipo de Cabos				Instalações			
		Designação	Tipo Construtivo	Secção	L (m)	S_{total} (kVA)	N.º de Instalações	Fator de Simultaneidade	Stotal (kVA) Corrigida
1	0_1	LXS 4x95+16	Aéreo	95	30,00	41,40	1	1,0000	41,40
	1_2	LXS 4x70+16	Aéreo	70	70,00	41,40	1	1,0000	41,40
	2_3	LXS 4x16	Aéreo	16	19,00	41,40	1	1,0000	41,40
	3_4	LSVAV 4x16	Subterrâneo	16	15,00	41,40	1	1,0000	41,40

Tabela B-8. Valores da queda de tensão em cada ramo.

Circ.	Ramo	Cálculo de Quedas de Tensão						
		I_s (A)	$R_{20\,°C}$ (Ω)	$R_{50\,°C}$ (Ω)	ΔU (V)	ΔU (%)	ΔU (V) Parcial	ΔU (%) Parcial
1	0_1	59,7558	0,0089	0,0100	0,5978	0,2599	0,5978	0,2599
	1_2	59,7558	0,0283	0,0317	1,8931	0,8231	2,4910	1,0830
	2_3	59,7558	0,0336	0,0376	2,2481	0,9774	4,7390	2,0605
	3_4	59,7558	0,0265	0,0297	1,7748	0,7717	6,5139	2,8321

Tabela B-9. Valores de corrente de curto-circuito e dimensionamento de fusíveis em cada ramo.

Circ.	Ramo	Cálculos de I_{cc} e Dimensionamento de Fusíveis							
		1.ª Condição ($I_s \leq I_n \leq I_z$)				2.ª Condição ($I_f \leq 1{,}45 \times I_z$)			Calibre Fusível
		I_s	I_n	I_z	VERIF.	I_f	1,45 x I_z	VERIF.	
1	0_1	59,7558	125	230	SIM	200	333,5000	SIM	125
	1_2	59,7558	100	160	SIM	160	232,0000	SIM	100
	2_3	59,7558	63	101	SIM	101	146,4500	SIM	63
	3_4	59,7558	63	101	SIM	101	146,4500	SIM	63

Após os resultados obtidos nas tabelas anteriores, optou por colocar-se um cabo de comprimento 20 + 10 m no ramo 0_1 derivado à descida ao QGBT do apoio a instalar o novo PTD. Através das equações mencionadas na secção 2.8, verifica-se uma variação de tensão máxima de 2,8321 % e na simulação em *Dplan* de 2,08 %, o que vem comprovar os valores regulamentares, no qual a variação máxima tem de ser inferior a 10 % do valor nominal. Relativamente aos cálculos de proteção de sobreintensidades, verifica-se a validação de ambas as condições para os valores de corrente nominal escolhidos. No cálculo da corrente de curto-circuito, verifica-se, segundo a informação presente na Tabela B-9, a verificação e validação do calibre dos fusíveis escolhidos anteriormente. Desta forma, justifica-se toda a solução simulada em *Dplan* e a executar no terreno após o pagamento do orçamento enviado ao cliente, na fase de valorização. Destaca-se ainda a escolha de um PTD do tipo construtivo R100, tipo aéreo, de 50 kVA/15 kV com apenas um circuito de BT, uma vez que a instalação a alimentar se encontra num local de pouca habitabilidade, uma aldeia do interior da Beira Alta.

B.5. Levantamento da RABT

Após o levantamento topográfico do PTD, efetuou-se o levantamento de rede de BT (Figura B-42), por forma à alimentação do requerente do estudo de caso.

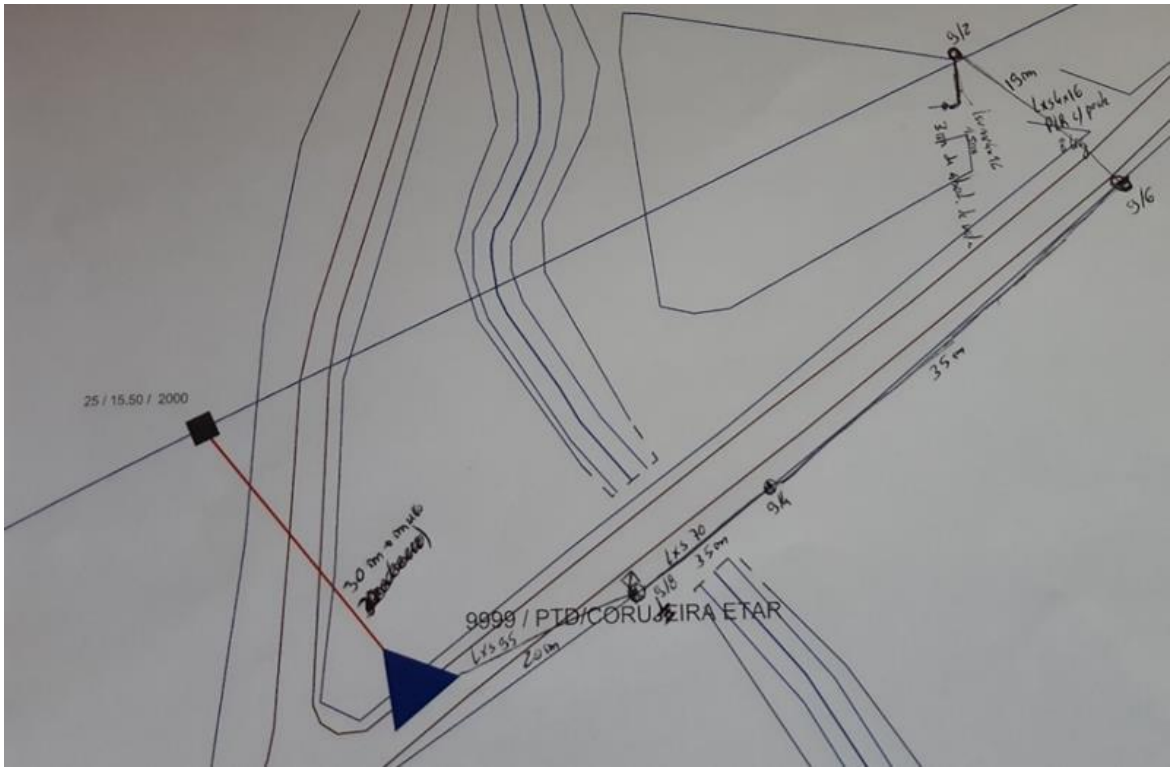

Figura B-42. Levantamento da nova RABT.

Optou-se pela colocação da RABT do lado oposto ao requerente, devido a estarmos perante um PTD do tipo construtivo R100, com apenas um circuito no QGBT. Assim, alimenta-se um caixa de proteção e seccionamento a colocar no primeiro apoio de BT, a fim de abrir a rede caso, futuramente, seja necessário a construção da rede para o lado oposto ao requerente. Desta forma, consegue criar-se seletividade na rede

com a escolha das proteções adequadas para os circuitos criados. Outro fator relevante foi a existência de vegetação, obrigando ao seu derrame e decote para manter alguma distância vigente na zona a intervir.

Figura B-43. Localização do ponto de ligação com a respetiva portinhola e caixa de contador.

B.6. Projeto e Orçamento da LAMT e do PTD

Nesta etapa, começou-se pela abertura de uma nova obra no programa corporativo SITRD-DM, obra referente à orçamentação da LAMT, para o carregamento do levantamento topográfico com a finalidade de criar o projeto da LAMT e do novo PTD. Posteriormente, na plataforma SGPI do programa corporativo *Lotus Note*, criou-se um novo processo a fim de atualizar a base de dados com todos os PTD instalados e a instalar, ficando guardada toda a informação técnica e de projeto da nova instalação de ligação criada.

Após as etapas anteriores, realizou-se o projeto em SITRD-DM, na obra aberta anteriormente, seguindo as respetivas etapas:

- colocar o novo PTD a instalar, uma vez que se trata de um vão sem tração derivado de uma linha existente, a 30 m de distância;
- desenhar o cantão da linha e definir o apoio base de saída;
- registar no desenho todos os proprietários;
- colocar a indicação do processo de licenciamento da LAMT existente, de onde derivou e respetivo nome;
- colocar dispositivo dissuasor de nidificação (guarda-chuva MT) no apoio do PTD, dado que o estudo de caso em questão pertence a uma zona protegida de cegonha branca;
- colocar dispositivos de proteção avifauna (protetor de pinças de amarração e condutor nu protegido, para os respetivos arcos de amarração);
- criar a peça desenhada (*layout*), Figura B-47.

Por fim, criou-se o esquema unifilar do PTD 0907D2055500 Corujeira Etar (Figura B-50).

O programa corporativo SITRD-DM permite efetuar a simulação dos cálculos mecânicos, relativos a: estabilidade, ângulo dos condutores nas fixações, inclinação das cadeias e distância entre condutores. Deste modo, consegue realizar-se todo o processo de forma mais ágil e mais uniformizada em toda a EDPD. Os projetos de LAMT, até 30 kV, são elaborados seguindo escrupulosamente as disposições prescritas no RSLEAT, nas Recomendações para Linhas Aéreas de Alta Tensão até 30 kV, restante legislação em vigor aplicável para este tipo de obras, bem como as prescrições da EDPD [25].

B.6.1. Cálculo Elétrico

Nos pontos seguintes, apresenta-se o cálculo elétrico tendo em conta a corrente nominal que circula na linha, verificando, assim, se o valor da queda de tensão não ultrapassa o valor estipulado [39]. O cálculo foi efetuado com base num ficheiro *Excel* desenvolvido no decorrer da dissertação em ambiente empresarial. O condutor a utilizar neste estudo de caso e no âmbito do presente contrato de empreitada contínua é o ALACO.

B.6.1.1. Corrente de Serviço

No projeto em questão, foi escolhido um transformador com uma potência de 50 kVA, tensão composta de 15 kV e o fator de potência considerado para os cálculos abaixo foi de 0,9. Foi escolhido este transformador, uma vez que o cliente requisitou uma potência de 41,40 kVA, estando presente numa zona de pouca habitabilidade.

Tabela B-10. Características gerais do projeto da LAMT.

Caraterização do PTD				**Caraterização da LAMT**				**Corrente de Serviço**
Tipo Construtivo	Tipo	Potência Instalada (kVA)	Tensão Nominal (kV)	Condutor (mm^2)	Tensão Nominal (kV)	L (m)	Secção (mm^2)	I_s (A) COS φ=0,9
R100	Aéreo	50	15	ALACO50	15	30	50	2,1383

Para a corrente de serviço obtida na Tabela B-10, a secção do condutor para a LAMT poderia ser o de ALACO 30 mm^2. Porém, pelo facto de este condutor ser pouco empregue e ter menor resistência mecânica e respeitando a empreitada contínua vigente, optou-se pela escolha do condutor ALACO 50 mm^2. Assim, com o sobredimensionado, consegue proporcionar-se uma grande margem de segurança com vista à redundância de todo o sistema [25].

Na Tabela C-22, Anexo C, pode visualizar-se a designação do condutor a utilizar, bem como a respetiva capacidade nominal suportada.

B.6.1.2. Coeficiente de Autoindução

Nesta obra, foram usados dois tipos de armações com diferentes distâncias entre os condutores:

- HRFSC/EDP 100, armação utilizada no apoio de derivação da LAMT;

- HPT4, armação utilizada no apoio do PTD a instalar.

No Anexo C, podem ser visualizadas todas as medidas das armações, assim como os esquemas das mesmas. Para as armações HRFSC/EDP 100 e HPT4 utilizadas, a distância média geométrica é igual, devido à distância entre os condutores ser a mesma. Na Tabela B-11, apresenta-se o valor do coeficiente de autoindução.

Tabela B-11. Resultado do coeficiente de autoindução.

Coeficiente de Autoindução	
d12	0,8850
d23	0,8850
d13	1,7700
dmg (m)	1,1150
r (m)	0,0045
L (H / km)	0,00115

B.6.1.3. Resistência do Condutor

O comprimento da linha MT é de 30 metros, segundo o levantamento topográfico realizado durante a visita ao local do estudo de caso. Abaixo apresenta-se o respetivo cálculo da resistência, R, considerando uma resistividade do condutor, ρ, em $\Omega.mm^2/m$ a 20 ºC. Na Tabela B-12, destaca-se o valor da resistência do condutor.

Tabela B-12. Resultado da resistência do condutor.

Resistência do Condutor	
ρ_{Al} ($\Omega.mm^2$ / m)	0,028264
Secção Real (mm^2)	49,50
R (Ω)	0,01713

B.6.1.4. Reatância do Condutor

Tabela B-13. Resultado da reatância do condutor.

Reatância do Condutor	
L1 (h / km)	0,00115
X1 (Ω / km)	0,3621
L (km)	0,0150
X (Ω)	0,00543

Na Tabela B-13 mostra-se a reatância do condutor para os vãos com as armações do tipo HRFSC/EDP 100 e HPT4. Uma vez que as distâncias entre os condutores são diferentes, dependendo do tipo de armação utilizada, a reatância será calculada usando a medida de metade do vão quando apoios adjacentes têm armações de tipos diferentes e vão completo quando são do mesmo tipo. Neste caso, como se trata apenas de um vão com armações distintas, considerou-se metade do comprimento, 15 metros.

B.6.1.5. Queda de Tensão

Por último, calculou-se o valor da queda de tensão, Tabela B-14, usando os valores da corrente, resistência e reatância do condutor calculados anteriormente. Para as redes de MT, considera-se uma queda

de tensão máxima admissível inferior ou igual a 7 %. Assim, conclui-se que a queda de tensão está dentro dos valores aceitáveis [40].

Tabela B-14. Resultado da queda de tensão.

Queda de Tensão	
ΔU (V)	0,0659
ΔU (%)	0,0004

B.6.2. Cálculo Mecânico

O cálculo mecânico, mencionado abaixo, foi efetuado respeitando o RSLEAT, nas Recomendações para Linhas Aéreas de Alta Tensão até 30 kV. Os cálculos mecânicos tornam-se necessários, no entanto a publicação da Norma Portuguesa sobre condutores ALACO e da revisão do RSLEAT, a DGEG elaborou projetos tipo de linhas, o que veio a facilitar a vida dos projetistas, tornando desnecessária a grande maioria dos cálculos outrora efetuados.

B.6.2.1. Isoladores

Os isoladores, escolhidos neste estudo de caso, foram do tipo cadeia em amarração. No apoio da derivação, apoio número 25 da LN 15 kV 297/GRD Maçainhas – Trinta, foram utilizados isoladores em amarração do tipo U70BS. No apoio do PTD foram usados isoladores em amarração reforçada, do tipo U100BLP. Além disso, o número de isoladores considerados, por fixação em cadeia de suspensão e cadeia de amarração, é em função da tensão, secção do condutor e poluição.

B.6.2.2. Tração Unitária

As trações unitárias ou tensões máximas de tração a aplicar no cabo escolhido, ALACO 50 mm^2 será de 9 daN/mm^2. Neste caso em concreto, uma vez que estamos perante um vão inferior a 30 metros, conhecido como vão sem tração, considera-se a tração unitária de 1 daN/mm^2.

B.6.2.3. Apoios

Considerou-se que o projeto em questão estava numa zona de gelo, porque estava localizado a 950 metros de altitude, pelo que foram consideradas as seguintes condições relativamente às ações dos agentes atmosféricos sobre a LAMT:

- Força máxima do vento: 750 Pa;
- Temperatura máxima: 50 ºC;
- Tensão máxima: 1 daN/mm^2;
- Número de condutores: 3;
- Condutor: ALACO 50 mm^2.

Estando perante um vão sem tração, menor ou igual a 30 metros, não é necessário alterar o apoio de derivação, dado que se garante a estabilidade do mesmo. Neste estudo de caso, a linha a derivar deriva de um apoio do tipo metálico de quatro montantes com a referência R-2000-15,5, sendo os condutores da

linha principal do tipo ALACO 70 mm^2. Para este tipo de situação utiliza-se o projeto tipo de um PTD do tipo construtivo R100 [41]. Consequentemente, foi colocado um apoio do tipo TP4/14, normalizado pela EDPD e pelo projeto tipo do R100, para a colocação do PTD do tipo aéreo [42].

A simulação do perfil da LAMT (Figura B-47) foi realizada no programa corporativo SITRD-DM, onde se verificou, para o apoio a intervir e a colocar, a estabilidade, o ângulo dos condutores nas fixações, a inclinação das cadeias, a distância entre os condutores, a distância ao solo e a distância dos condutores aos edifícios e obstáculos diversos. Ao nível do maciço de fundação, o apoio a colocar o PTD foi dotado de maciço de betão ciclópico. O mesmo respeita os critérios de dimensionamento constante nas Recomendações para Linhas Aéreas de Alta Tensão até 30 kV. No caso do apoio TP4/14, a profundidade de enterramento deve ser 1,90 metros de acordo com a Equação (C-7), mencionada no Anexo C. A implementação dos maciços de fundação deve ter em conta diversos critérios: natureza dos terrenos, função do apoio, esforços envolvidos e altura do mesmo.

B.6.2.4. Armações

Neste estudo de caso, por forma a derivar do apoio da linha principal, usou-se uma armação do tipo HRFSC/EDP 100 e no apoio TP4/14 uma do tipo HPT4, seguindo as Recomendações para Linhas Aéreas de Alta Tensão até 30 kV [38].

B.6.2.5. Dispositivos de Proteção Avifauna

Devido ao PTD e à LAMT estarem inseridas no Parque Natural da Serra da Estrela e estarmos perante uma zona de forte crescimento e abundância de cegonha branca, obriga a utilização de dispositivos de proteção de avifauna. Assim, foi necessário colocar um dispositivo anti-disuasor no apoio TP4/14 e a colocação de protetores para as pinças de amarração, bem como o uso de cabo coberto para a realização dos arcos de ligação [43].

B.6.3. Terras

O PTD, do tipo construtivo R100, tipo aéreo, montado no apoio TP4 com 14 metros de altura, será protegido por Descarregadores de Sobretensões (DST), montados obrigatoriamente na cuba do transformador, e ligados à terra através do cabo LXS 1x70 mm^2 de secção.

A nível da armação HPT4, seccionador, tampa do transformador e respetiva suspensão, deverão ser ligados à terra através de fio nu de cobre com 16 mm^2 de secção. As plataformas de manobra, barramento da terra de proteção do QGBT e a parte fixa do punho do comando do seccionador, deverão ser ligados à terra separadamente, a cabo de cobre nu de 35 mm^2 de secção.

Relativamente à terra de proteção do PTD, esta deverá ser feita através de cabo VV 1G 35 mm^2 com a bainha exterior preta e isolação verde/amarela ao elétrodo de terra de proteção. O valor da resistência da terra de proteção deverá ser inferior a 20 Ω. A terra de serviço será realizada no primeiro apoio de saída do PTD a instalar, visto que o PTD em questão apenas alimenta RABT. Deve salvaguardar-se uma distância igual ou superior a 20 metros entre os elétrodos da terra de proteção e da terra de serviço. Além disso, a

resistência global da terra de serviço não poderá exceder os 10 Ω [44].

Neste projeto, foram orçamentados seis elétrodos de terra vareta e elétrodos com brocagem de 10 metros de profundidade, devido a estarmos perante uma zona granítica e de difícil obtenção de valores regulamentares para a terra de serviço e proteção dos PTD.

B.6.4. Seccionador de Linha

No projeto tipo de um novo PTD do tipo R100, é necessário a inserção de um seccionador de montagem vertical equipado com comando mecânico. Este equipamento permite uma melhor condição de exploração da rede de MT [45].

B.7. Projeto e Orçamento da RABT

Nesta fase, começa por desenhar-se/orçamentar-se no programa corporativo SITRD-DM a respetiva RABT, ampliação para alimentação do cliente do estudo de caso. Uma vez orçamentado um PTD do tipo construtivo R100, tipo aéreo, com um QGBT de apenas um circuito de saída, a cabo LXS 4x95 + 16, tal como mencionado no Anexo C. Optar-se-á por colocar, no primeiro apoio BT, uma caixa de proteção e seccionamento, efetuando a alimentação da mesma com um cabo LXS 4x95 + 16, ligado ao barramento da mesma. No primeiro apoio BT, será colocada uma terra de serviço [44]. A restante ampliação será efetuada a cabo LXS 4x70 + 16, cabo seccionado na caixa de proteção, ligado através de fusíveis do tipo FAC 100 A, no primeiro tribloco, classe T00. Embora o fim de linha da ampliação efetuada fique a menos de 300 m, será colocada uma terra de serviço no apoio de fim de linha. A respetiva baixada para alimentação do estudo de caso, a cabo LXS 4x16, será efetuada através de um PLR com um poste e respetiva transição aérea/subterrânea, passando a cabo LSVAV 4x16 desde o apoio da baixada até à portinhola do requerente, uma vez que a portinhola está instalada para receber uma baixada do tipo subterrânea.

Tabela B-15. Simulação dos apoios através da ferramenta VEMA.

Linha Principal 1		Linha Principal 2			Apoio Simulado	Apoio Escolhido
Tipo	Vão (m)	Tipo	Vão (m)	Ângulo		
LXS 4x95 + 16	20	LXS 4x70 + 16	35	40	9B-600	9B-800
LXS 4x70 + 16	35	LXS 4x70 + 16	35	5	9B-200	9B-400
LXS 4x70 + 16	35	-	-	-	9B-600	9B-600

O primeiro apoio usado será um apoio BT do tipo 9B-800, devido a ser o vão de saída do PTD a cabo LXS 4x95 +16 e ser um apoio de ângulo. No segundo, usar-se-á um apoio BT do tipo 9B-400, uma vez que é do tipo LXS 4x70+16 e encontra-se em alinhamento. Por fim foi usado um apoio BT do tipo 9B-600, derivado a ser um apoio em fim de linha com derivação para a respetiva baixada. Relativamente à baixada, será colocado um apoio do tipo 9B-200, apoio este normalizado por Diretivas Internas da EDPD para baixadas. Para justificar os apoios utilizados no projeto BT, foi utilizada a ferramenta VEMA disponibilizada pela EDPD para auxílio no cálculo dos apoios BT. Na Tabela B-15, pode visualizar-se que os apoios escolhidos foram sobredimensionados, à exceção do de fim de linha, devido à ferramenta VEMA ter uma anomalia no cálculo nestes apoios. Desta forma, optou por colocar-se apoios de classe superior

devido a ser uma zona de gelo.

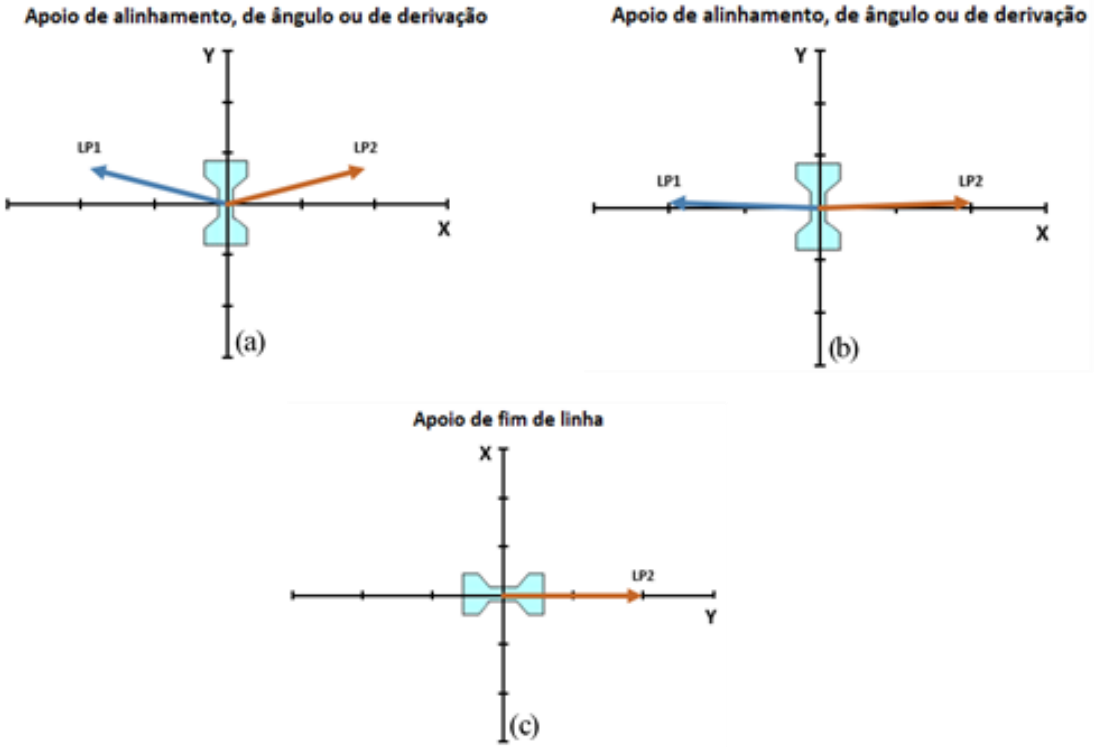

Figura B-44. Análise gráfica da ferramenta VEMA: (a) - apoio n. º1, (b) - apoio n. º2 e (c) - apoio em fim de linha.

Foi criado um *layout* referente à obra BT, Figura B-49, de modo a que posteriormente fosse tratado na fase de licenciamento.

B.8. Licenciamento da LAMT e do PTD

Neste ponto, foram criadas as memórias descritivas e justificativas da LAMT (Figura B-51), do PTD e da BT (Figura B-52) e das respetivas condicionantes, neste caso da zona da REN (Figura B-53), única condicionante da zona envolvente ao estudo de caso (Figura B-48). Posteriormente, foi solicitado ao subdiretor da AAM-ALR o envio para licenciamento da nova LAMT e respetivo PTD. Chegando a esta fase, foram criadas as respetivas cartas a enviar para as respetivas entidades: Ministério da Economia, DGEG e respetivas entidades referentes às diversas condicionantes presentes no projeto em questão.

Para concluir o processo, foi atualizado o respetivo processo do Sistema de Gestão de Projetos Investimento (SGPI), colocando os ficheiros criados anteriormente e a respetiva condicionante, tal como o devido preenchimento dos campos presentes no formulário do processo.

No final do Apêndice B apresentam-se todos os desenhos e respetivas memórias descritivas e justificativas do processo de licenciamento do novo PTD 0907D2055500 Corujeira Etar, para alimentação do cliente do presente estudo de caso.

B.9. Plano de Segurança e Saúde

Tratando-se de uma obra com LAMT e PTD obrigatoriamente é necessário criar:

- Plano de Segurança e Saúde Construção/ Modificação/ Ampliação de Linha Aérea de Média Tensão;
- Plano de Segurança e Saúde Construção/ Remodelação e Posto de Transformação Aéreo;
- Plano de Segurança e Saúde Construção/ Remodelação/ Ampliação de Rede de Distribuição Aérea de Baixa Tensão.

edp distribuição

CONSTRUÇÃO DE LINHAS AÉREAS
RELATÓRIO DE PREJUÍZOS

RELATÓRIO DE PREJUÍZOS N.º _____

Designação da Linha/Troço _____
Código Inst. SIT **Designação SIT**
Apoio(s) _____ **Vão (s)** _____/_____/_____ **Nº Parcela** _____
Artigo Matricial _____ **Freguesia** _____ **Concelho** _____

CONFRONTAÇÕES

Norte _____
Sul _____
Nascente _____
Poente _____

DEPARTAMENTO EMISSOR:

DADOS DA OBRA

Dep. Resp. _____
Projecto _____
PEP _____

☐ **PROPRIETÁRIO** ☐ **RENDEIRO**

Nome _____
Morada _____
Localidade _____ Código Postal _____ - _____
Telefone domicílio _____ Telemóvel _____
email _____ NIB _____
NIF _____ BI _____

IDENTIFICAÇÃO DOS PREJUÍZOS A INDEMNIZAR

1 - OCUPAÇÃO DE ESPAÇO

Nº Apoio	Área da base	Área Neutral.	Cultura

2 - PREJ. DE NATUREZA AGRÍCOLA

Cultura	Área - m2
Trigo	
Aveia	
Cevada	
Triticale	
Milho	
Girassol	
Batata	
Couve	
Ervilha	
Fava	
Feijão	
Arroz	
Áreas Calcadas	

3 - PREJUÍZOS ARBÓREOS OU VITÍCOLAS

Espécie	Idade (anos)	Quantidade
Alfarrobeiras		
Citrinos		
Macieiras		
Oliveiras		
Pereiras		
Videiras		

4 - PREJUÍZOS DE NATUREZA FLORESTAL

Área da Faixa de Protecção (Aceiro) - c _____ **x** _____ **=** _____ **m2**

Povoamento / Determinantes	EUCALIPTAL	PINHAL	MISTO		
Idade	_____ anos	_____ anos	_____ anos	_____ anos	_____ anos
DENSIDADE	Denso	Denso	Denso	Denso	Denso
	Claro	Claro	Claro	Claro	Claro
	Mt°.Claro	Mt°.Claro	Mt°.Claro	Mt°.Claro	Mt°.Claro
REVOLUÇÃO	C/ Cortes				
	S/ Cortes				
LOCALIZAÇÃO	Mt.° Boa	Mt.° Boa	Mt.° Boa	Mt.° Boa	Mt.° Boa
	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa
	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular
VIGOR VEGETATIVO	Mt.° Bom	Mt.° Bom	Mt.° Bom	Mt.° Bom	Mt.° Bom
	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom
	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular
	Fraco	Fraco	Fraco	Fraco	Fraco
ACEIRO	c-_____m	c-_____m	c-_____m	c-_____m	c-_____m
	l-_____m	l-_____m	l-_____m	l-_____m	l-_____m
	A-_____m2	A-_____m2	A-_____m2	A-_____m2	A-_____m2

4.1 - DESARBORIZAÇÃO FLORESTAL/ABATE DE ÁRVORES DISPERSAS

ÁRVORES ABATIDAS			ESTRUTURA DOS POVOAMENTOS					
CLASSES DAP	DAP-cm	PAP-cm	Pinheiro	Eucalipto	Carvalho	Castanheiro		
5	2,5 - 7,5	8 - 24						
10	7,5 - 12,5	24 - 39						
15	12,5 - 17,5	39 - 55						
20	17,5 - 22,5	55 - 71						
25	22,5 - 27,5	71 - 86						
30	27,5 - 32,5	86 - 102						
35	32,5 - 37,5	102 - 118						
40	37,5 - 42,5	118 - 134						
45	42,5 - 47,5	134 - 149						
50	47,5 - 52,5	149 - 165						

Observações:

Oportunamente será efectuado o respectivo pagamento mediante envio de cheque ou através de transferência bancária.

O EMPREITEIRO	O FISCAL	O PROPRIETÁRIO	O GESTOR DE OBRA
_____	_____	_____	_____
_____ - ___ - ___	_____ - ___ - ___	_____ - ___ - ___	_____ - ___ - ___

Figura B-45. Protótipo de Relatório de Prejuízos.

edp distribuição

DECLARAÇÃO INDEMNIZAÇÃO A TERCEIROS

IF_____ /_____ / RCMAG DATA ____-____-_____ INDEMNIZAÇÃO DRCM Nº _____ / _____

PROJECTO

EDIS-_____

DR : _____

DESIGNAÇÃO_____

_____

PC _____

VALOR _____,_____€

NOTA: *Válido como recibo de quitação, após pagamento*

PROPRIETÁRIO

Nome: _____

Morada: _____

Localidade: _____ Cód. Postal: _____

NIF: _____ BI / CC: _____ Arquivo: _____

Pagar no NIB _____

DECLARAÇÃO

O proprietário acima identificado, declara que aceita receber da EDP Distribuição – Energia, S.A., NIPC 504394029,com sede em Lisboa, na Rua Camilo Castelo Branco, 43; 1050-044 Lisboa, a importância de _____Euros, relativo aos prejuízos causados na sua propriedade, conforme Relatório de Prejuízos que se anexa.

_____, _____ de _____ de 20___

_____

(O Proprietário)

Figura B-46. Protótipo de Declaração de Indeminização a Terceiros.

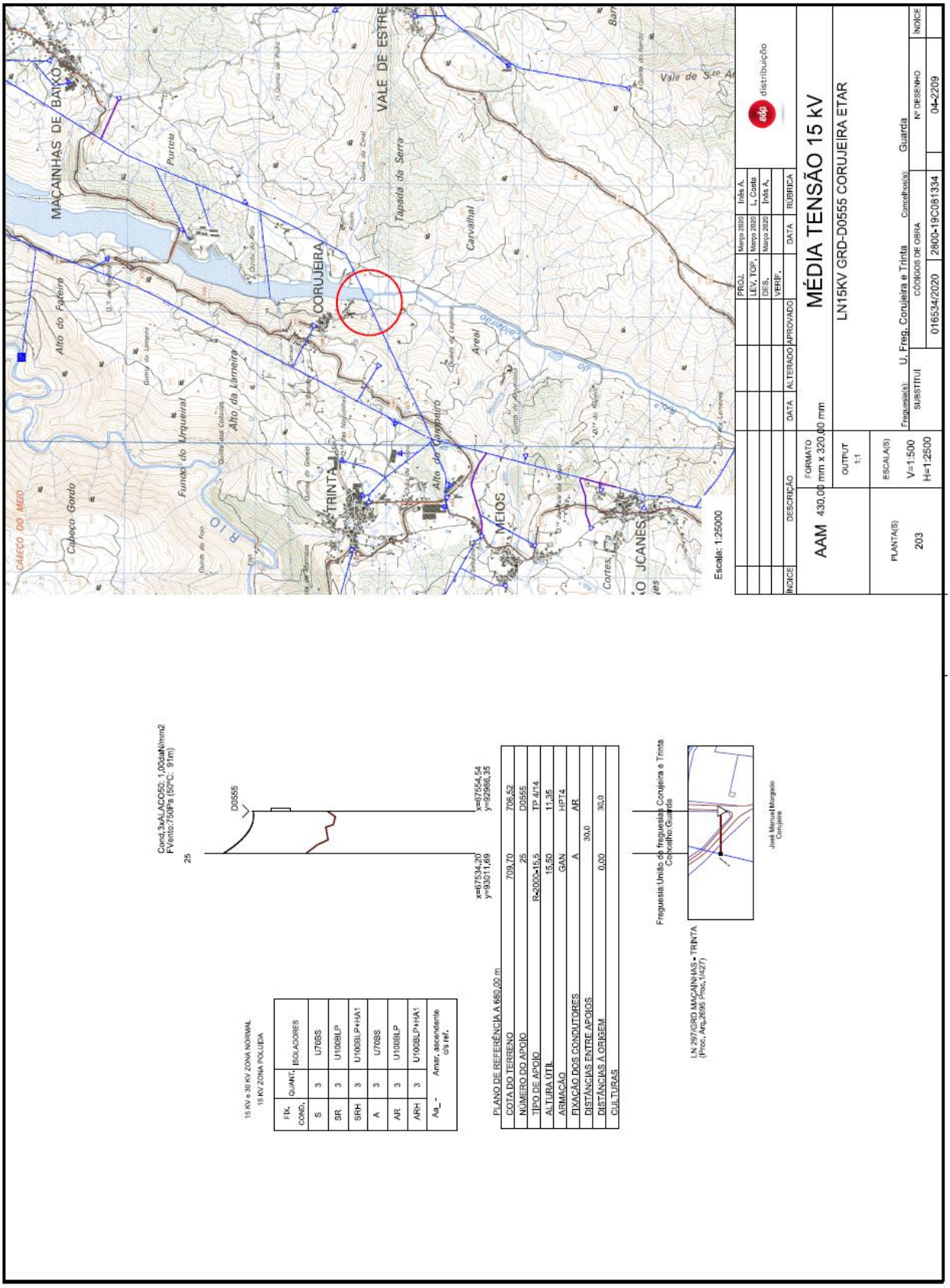

Figura B-47. Perfil da LAMT do PTD 0907D2055500 CORUJEIRA ETAR.

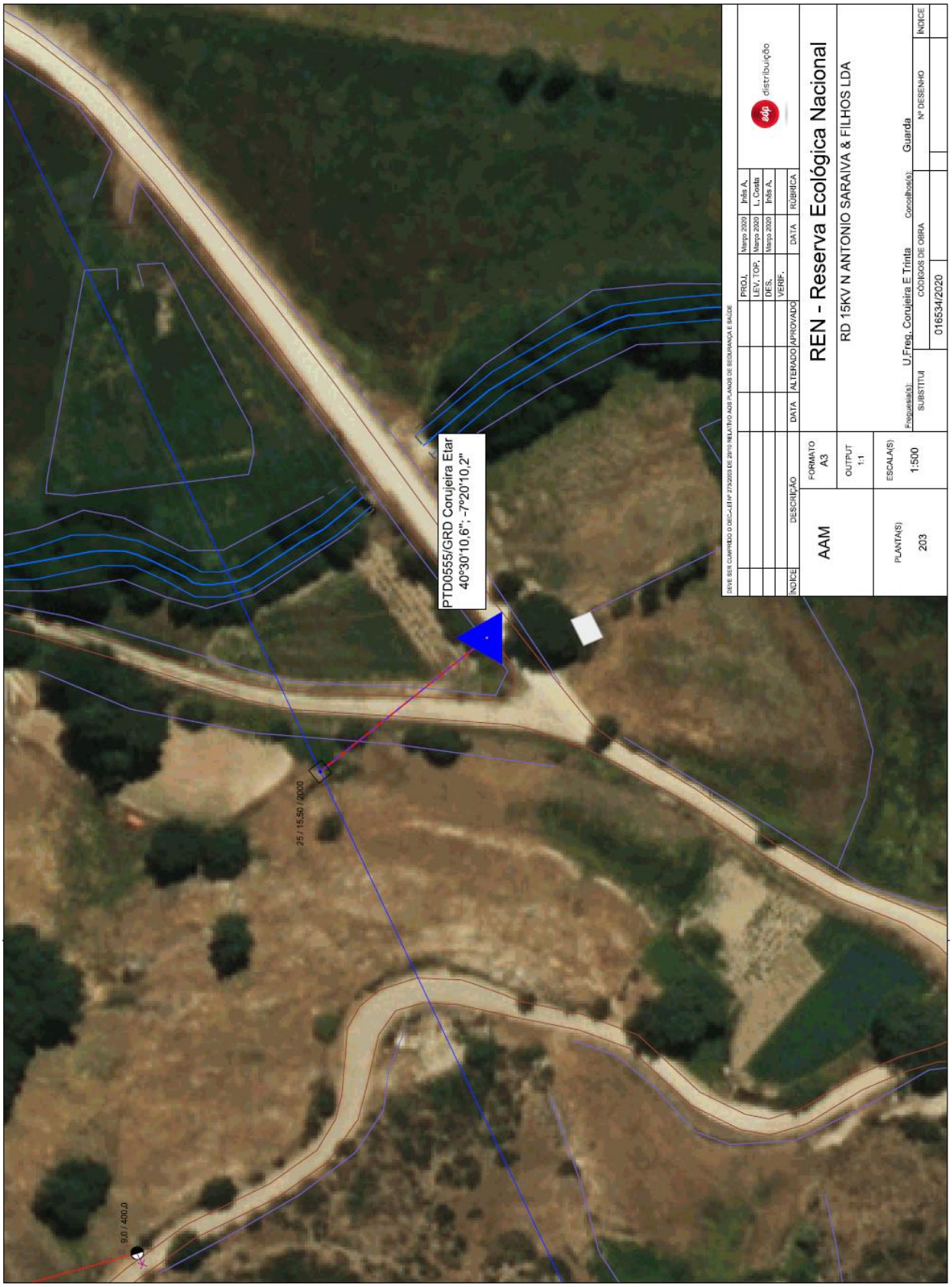

Figura B-48. Perfil do PTD 0907D2055500 CORUJEIRA ETAR - Zona REN.

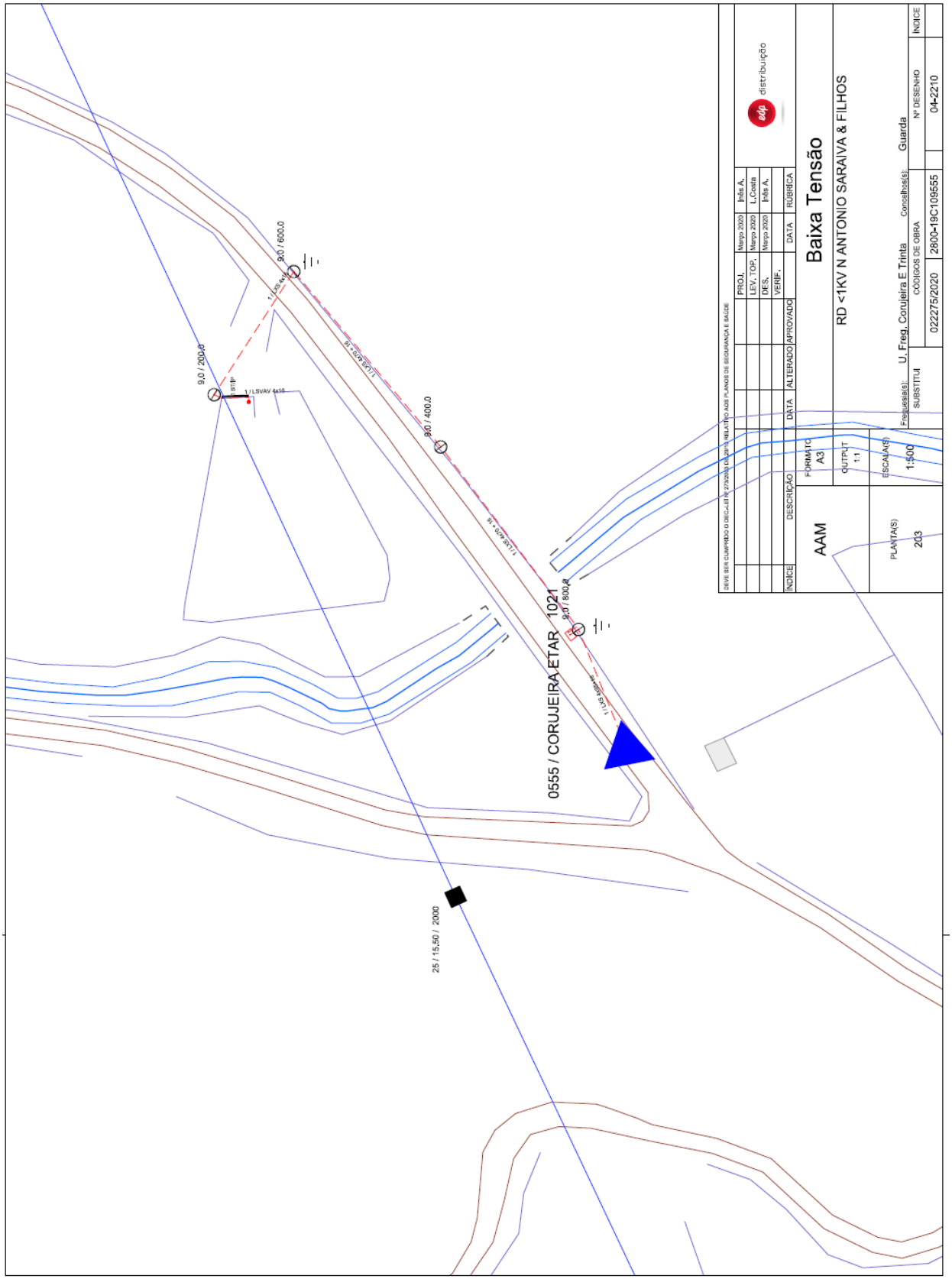

Figura B-49. RABT do PTD 0907D2055500 CORUJEIRA ETAR.

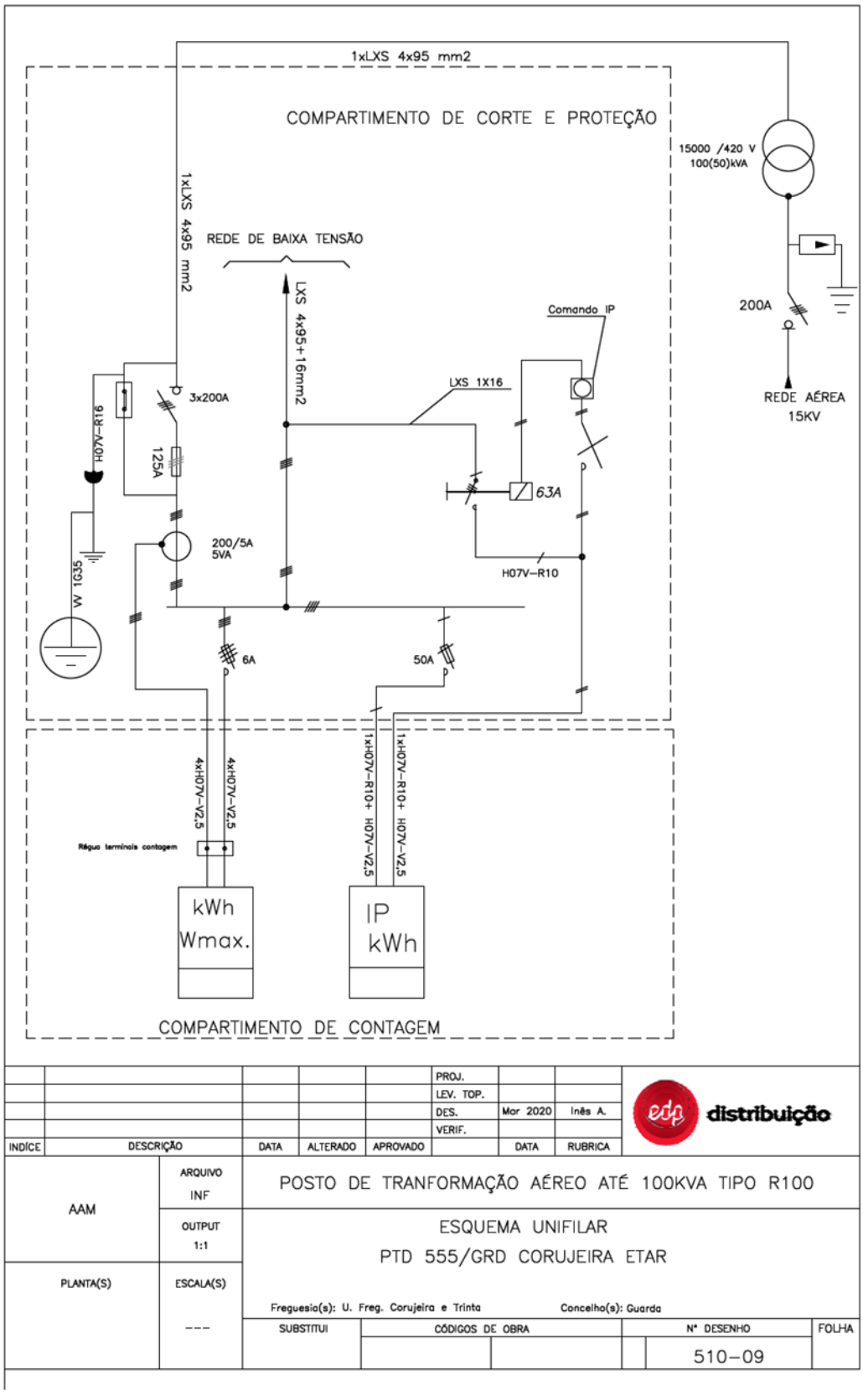

Figura B-50. Esquema unifilar do PTD R100 CORUJEIRA ETAR.

distribuição

MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

ENTIDADE: EDP Distribuição Energia, SA – DIREÇÃO DE SERVIÇO AOS ATIVOS NORTE, ÁREA DE ATIVOS MONDEGO

INSTALAÇÃO PROJETADA: Linha Aérea de MT a 15 kV para o PTD nº 555/GRD em CORUJEIRA ETAR

ORIGEM: Apoio nº 25 da da LN297/GRD MAÇAINHAS – TRINTA e o PTD 0555/GRD

(Proc.Arq.2695 Proc.1/427)

OBJETIVO: Fornecimento de energia ao PT em referência.

LOCALIZAÇÃO: Freguesia (s): União de Freguesias Corujeira e Trinta

Concelho (s): Guarda

TRAÇADO: Planta: **Des. nº 04-2209**

CARATERÍSTICAS: Comprimento Total: 30,0 m. Neutro da Rede: Impedante

Condutores: Material: Al/Aço Secção: 50 mm^2 Tensão máxima: 1 daN/mm^2 c/Gelo

Isoladores: Rígidos, tipo: . Cadeia, tipo: U100BLP e U70BS

Armações: Normalizadas, dos tipos indicados no perfil

Especiais: Apoios N.º Des. N.º

Apoios: De betão, com as caraterísticas indicadas no perfil

Outros:

Com maciços: Todos

TRAVESSIAS E CRUZAMENTOS: *(indicar os nºs dos apoios adjacentes da linha de AT):*

Estradas Nacionais:

Estradas Municipais:

Caminhos de Ferro:

Linhas de Telecomunicações:

Linhas de BT:

Outros:

CÁLCULOS: Segundo o projeto-tipo de linhas aéreas até 15 kV

INDICAÇÕES COMPLEMENTARES: . Devido à sua reduzida dimensão, o primeiro vão da linha foi calculado praticamente sem tração. Foi obtida autorização dos proprietários

Em tudo o omisso serão observadas as Normas e Regras de Segurança em vigor

Guarda, 23 de março de 2020

O Projetista O Técnico Responsável

Figura B-51. Memória Descritiva e Justificativa da LAMT.

distribuição

MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

ENTIDADE: EDP Distribuição energia, SA – DIREÇÃO DE SERVIÇO AOS ATIVOS NORTE, ÁREA DE ATIVOS MONDEGO

INSTALAÇÕES PROJETADAS: PTD nº 555/GRD, e Rede de BT / IP em CORUJEIRA ETAR

Freguesia de: União de Freguesias Corujeira e Trinta

Concelho de: Guarda

JUSTIFICAÇÃO: Fornecimento de energia a consumidores particulares e iluminação pública

DESCRIÇÃO:

POSTO DE TRANSFORMAÇÃO

Localização – **Des. nº 510-09**

Relação de transformação: 15000/ 420 – 240 V

Designação, potência, tipo

a) PT N.º 555/GRD, 100 (50) kVA, Tipo: R100

REDES DE DISTRIBUIÇÃO B. T.:

Traçado – **Des. nº 04-2210**

Apoios – Tipos e desenhos

Postes: Betão Des.º n.º

Espiamentos: Arame de ferro galvanizado n.º cabo de aço de mm.

Isoladores, com ferragens, tipo 226/2 e 231/2

Condutores -- Tipo: Isolado: LXS Isolado: de cobre

Corta circuitos fusível tipo: APC e caixas/seccionadores/armários tipo:

Focos de iluminação pública. Tipo: Fechado; Des.º N.º

Lâmpadas de vapor de mercúrio de Watts e de Watts Lâmpadas de de Watts

Terras de serviço: Número: 2

Travessias:

Ocupações:

Cruzamentos – Linhas de

INDICAÇÕES COMPLEMENTARES: Foi obtida autorização para a colocação do PT. De momento será instalado um TP de 50 kVA.

Anexos: **Esquema Unifilar do PT**

Em tudo o omisso serão observadas as Normas e Regras de Segurança em vigor

Guarda, 23 de maio de 2019

O Projetista O Técnico Responsável

Figura B-52. Memória Descritiva e Justificativa da RABT.

distribuição

MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

ENTIDADE: EDP Distribuição energia, SA – DIRECÇÃO DE SERVIÇO AOS ATIVOS NORTE, ÁREA DE ATIVOS MONDEGO

INSTALAÇÕES PROJECTADAS: Linha Aérea MT a 15 kV, com 32,50 metros, entre o apoio 25 da LN297/GRD MAÇAINHAS – TRINTA e o PTD 0555/GRD, PT tipo R100 de 100 (50) kVA nº0555/GRD, em Corujeira Etar.
Freguesia: União de Freguesias Corujeira e Trinta

Concelho: Guarda

JUSTIFICAÇÃO: Construção da instalação elétrica de distribuição publica para fornecimento de energia elétrica, a clientes particulares e de iluminação publica, designada Linha Aérea MT a 15 kV, com 32,50 metros, entre o apoio 25 da LN297/GRD MAÇAINHAS – TRINTA e o PTD 0555/GRD, PT tipo R100 de 100 (50) kVA nº0555/GRD, em Corujeira Etar, com um apoio para posto de transformação aéreo (D0555-TP4 14).

DESCRIÇÃO: O apoio do PTD encontra-se integrados na Reserva Ecológica Nacional (REN), conforme representado na planta e descrito na tabela. O apoio a instalar na área da Reserva Ecológica Nacional é de betão ocupam 3,70 m^2 de área total.

Concelho	Freguesia	Nº do Apoio	Tipo	Área	Coord. X	Coord. Y
Guarda	U.F. Corujeira e Trinta	TP4/14	TP4 14	3,70	-7° 20' 10.2"	40° 30' 10.6"

Anexos:

- Projeto para licenciamento na DGEG da linha aérea de média tensão e planta localização 1:25000
- Planta escala 1:2000 localização dos apoios

Figura B-53. Memória Descritiva e Justificativa da condicionante REN.

distribuição

FOLHA DE ORÇAMENTAÇÃO

DADOS DO PROJETO	
CONTATO ISU	ILP501434729401
DEFINIÇÃO DE PROJETO (DP)	2800-19C081334
PEDIDO DE LIGAÇÃO À REDE (PLR)	190001879228

DADOS DO RAMAL	
REQUERENTE	X
RUA	LUGAR CORUJEIRA
CONCELHO	CORUJEIRA
DISTRITO	GUARDA

DADOS TÉCNICOS	
POT. REQUISIT.	41,4 kVA
TIPO DE PEDIDO	PF90

DADOS DA ORÇAMENTAÇÃO			
DESIGNAÇÃO	OPERAÇÃO	QUANT.	UNID.
Tarefas referentes às Infraestruturas Elétricas			
Armação MT HRF 100	Material	1	un
Isolador CAD D 3xU70BS	Material	3	un
Jogo de Acessórios JJ AA50 D E AM	Material	3	un
Ligador Anel AL 20-70	Material	3	un
Ligação de Ramal + Montagem Travessa + Regulação TET - MO	Instalar	1	un
Cabo ALACO 50 mm2	Instalar	0,975	km
Protetor de Condutor Nu Manga FLX 70 mm2	Material	6	un
Proteção Avifauna Cabo Coberto - MO	Instalar	2	un
Protetor de Pinça de Amarração	Material	6	un
Cabo Coberto CCSX 42 - AL1 15kV	Material	4,5	m
Dispositivo Disuasor Nidificação (guarda-chuva MT)	Instalar	1	un

ORÇ.: 14/03/2020 Inês Antunes
VERIF.: 14/03/2020 Hugo Ribeiro

Figura B-54. Folha de Orçamentação da LAMT.

edp distribuição

FOLHA DE ORÇAMENTAÇÃO

DADOS DO PROJETO	
CONTATO ISU	ILP501434729401
DEFINIÇÃO DE PROJETO (DP)	2800-19C081334
PEDIDO DE LIGAÇÃO À REDE (PLR)	190001879228

DADOS DO RAMAL	
REQUERENTE	X
RUA	LUGAR CORUJEIRA
CONCELHO	CORUJEIRA
DISTRITO	GUARDA

DADOS TECNICOS	
POT. REQUISIT.	41,4 kVA
TIPO DE PEDIDO	PF90

DADOS DA ORÇAMENTAÇÃO

DESIGNAÇÃO	OPERAÇÃO	QUANT.	UNID.
Tarefas referentes às Infraestruturas Elétricas			
Transformador de Potência 50 kVA 15 kV	Material	1	un
Contador Totalizador Trifásico	Instalar	1	un
Relógio Astronómico	Instalar	1	un
Poste Betão TP4/14	Material	1	un
Armação HPT4 TP4	Material	1	un
Ferragem Tubos PT Aéreo	Material	1	un
Ferragem Suporte TP	Material	1	un
Jogo de Acessórios JJ AA50 A C AM	Material	3	un
Ligador Anel AL 20-70	Material	3	un
Isolador CAD A 3xU100BLP	Instalar	3	un
Descarregador Sobretensões 15 kV PT	Material	1	un
Seccionador Tripolar 200 A VT 30 kV	Material	1	un
Cadeado de Latão 50 mm	Material	1	un
Elétrodo Terra Vareta	Material	6	un
Montagem Elétrodo Terra c/ Brocagem 10 m	Instalar	1	un
Mobilização de Meios p/ execução de Brocagem	Instalar	1	un
QGBT	Material	1	un
Cabo LXS - 0,6/1 kV 4x95	Material	1	un
Fusível FAC 125 A T1	Material	3	un
Montagem de PTD R100	Instalar	1	un
Reconstrução de muro/parede	Instalar	30	m2

ORÇ.: 14/03/2020 Inês Antunes
VERIF.: 14/03/2020 Hugo Ribeiro

Figura B-55. Folha de Orçamentação PTD.

edp distribuição

FOLHA DE ORÇAMENTAÇÃO

DADOS DO PROJETO	
CONTATO ISU	ILP501434729401
DEFINIÇÃO DE PROJETO (DP)	2800-19C081334
PEDIDO DE LIGAÇÃO À REDE (PLR)	190001879228

DADOS DO RAMAL	
REQUERENTE	X
RUA	LUGAR CORUJEIRA
CONCELHO	CORUJEIRA
DISTRITO	GUARDA

DADOS TECNICOS	
POT. REQUISIT.	41,4 kVA
TIPO DE PEDIDO	PF90

DADOS DA ORÇAMENTAÇÃO

DESIGNAÇÃO	OPERAÇÃO	QUANT.	UNID.
Tarefas referentes às Infraestruturas Elétricas			
Cabo LXS 4x95 +16	Instalar	33	m
Cabo LXS 4x70 +16	Instalar	73	m
Cabo LXS 4x16	Material	19	m
Cabo LSVAV 4x16	Material	15	m
Apoio 9B-800	Instalar	1	un
Apoio 9B-600	Instalar	1	un
Apoio 9B-400	Instalar	1	un
Apoio 9B-200	Instalar	1	un
Caixa de Proteção e Seccionamento 1E 2S	Instalar	1	un
Fusível FAC 100 A T0	Material	3	un
Montagem Terra Neutro LXS 70 + Lig. Nua/CX	Instalar	1	un
Montagem Terra Neutro LXS 70 + Lig. LXS	Instalar	1	un
PLR Aéreo QQ Cabo C/1 poste - MO	Instalar	1	un
PLR Subterrâneo QQ SECC/COMP + Vala 1-10 m	Instalar	1	un
Abertura e tapamento de vala BT	Instalar	3	m
Montagem Tubo PEAD 63	Instalar	3	m
Ligador Torçada CHSBT 16	Material	4	un
Ligador Torçada CHABT 16	Material	4	un
Ligador Terra de Serviço LXS 70 LXS	Material	2	un

ORÇ.: 14/03/2020 Inês Antunes
VERIF.: 14/03/2020 Hugo Ribeiro

Figura B-56. Folha de Orçamentação RABT.

Apêndice C
Estudo de Caso – Matança/Fornos de Algodres

C.1. Pré-análise

O estudo de caso apresentado retrata um pedido do tipo PI13, do tipo Nova Ligação IP. O requerente em questão requisitou uma potência de 20,70 kVA e dista aproximadamente de 1140 m do PTD número 0905D2007900. A obra em questão localiza-se na freguesia de Matança, concelho de Fornos de Algodres, e trata-se de uma ampliação de rede BT e IP que, futuramente, servirá pelo menos um cliente para edificação de um turismo rural. Na Figura C-57, apresenta-se o croqui com a localização do ponto de rede mais próximo e do ponto de ligação solicitado.

Figura C-57. Croqui de localização do ponto de rede e ligação.

Tal como foi apresentado na secção 2.8, Análise de Estudo de Rede, segundo a matriz de análise (Figura 2-2) é necessário efetuar uma análise de rede para potências de 20,70 kVA a partir dos 600 metros do PTD.

C.2. Análise de Estudo de Rede

A análise de estudo de rede efetuada teve por base a análise de quedas de tensões e de curto-circuitos, com o dimensionamento dos respetivos fusíveis de BT, tendo como objetivo garantir os índices de QST a todos os clientes do PTD em análise [32]. Este caso pretende a alimentação de um futuro turismo rural com uma potência de 20,70 kVA. Após a verificação no terreno, identificou-se a possibilidade de futuramente surgirem mais clientes além da instalação a viabilizar.

C.2.1. Simulação Inicial

Para análise de estudo de rede, fez-se uma verificação no programa corporativo SITRD do cadastro da rede BT associada ao PTD em questão. Seguidamente, exportou-se a mesma num ficheiro do tipo *.dpx* e abriu-se no programa corporativo *Dplan*, para realizar toda análise do estudo de caso. Na Figura C-58, apresenta-se a localização do local do futuro turismo rural com a necessidade de ampliação de, aproximadamente, 800 m de rede, ficando o extremo da mesma a ma distância 1140 m do PTD 0905D2007900, como mencionado anteriormente.

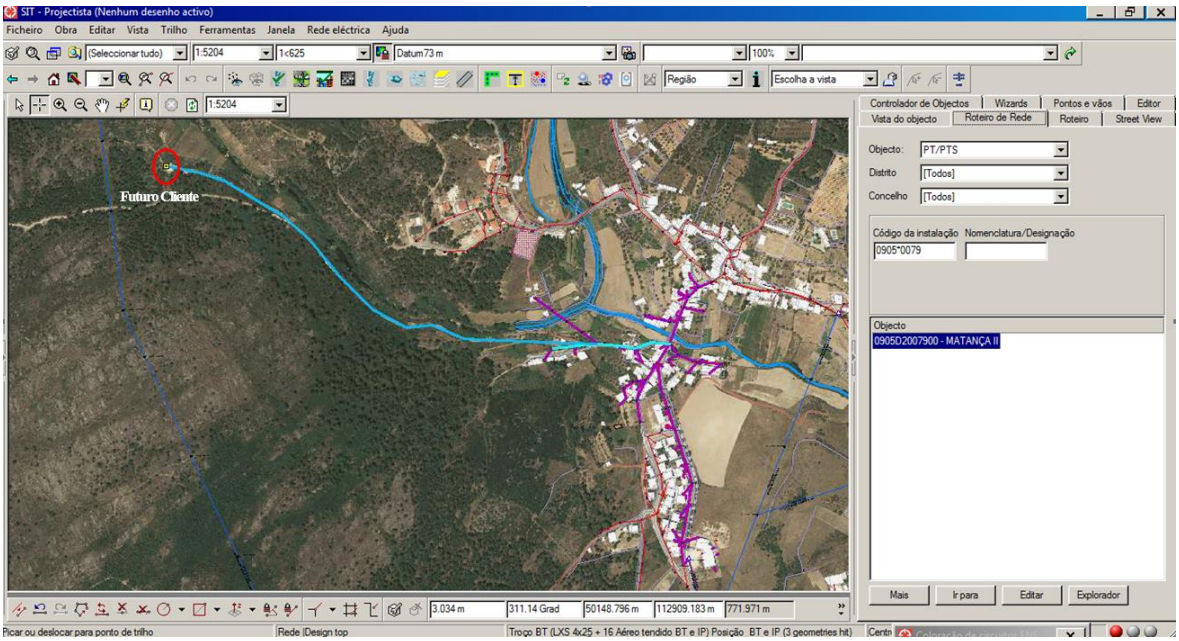

Figura C-58. Localização do futuro cliente a alimentar.

Devido à distância entre o futuro cliente e o PTD mais perto com possibilidade de alimentação na zona pretendida, surgiu a necessidade de inserção de um novo PTD.

C.2.2. Análise de Curto-Circuito e Dimensionamento de Fusíveis

Na Figura C-59, encontram-se identificados todos os nós dos ramos do estudo de caso em análise.

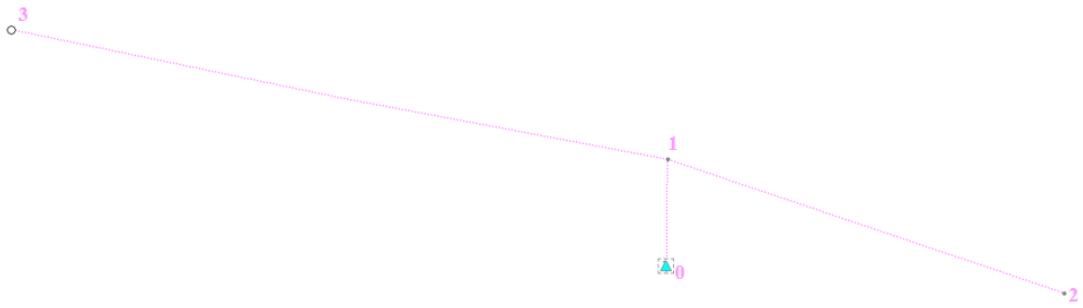

Figura C-59. Nós de identificação dos ramos em análise.

Na Tabela C-16, apresentam-se os valores respetivos à simulação realizada em *Dplan* para obtenção da análise de curto-circuitos.

Tabela C-16. Potências de curto-circuito.

Nó i	Nó j	Trifásico (A)	Fase-Neutro (I)	Tensão-Neutro (I)
0	1	3470,10	3408,04	11,27
1	2	3165,26	2724,29	54,19
2	3	2941,54	2321,29	70,65

Face ao dimensionamento de fusíveis BT e uma vez que foi proposto a instalação de um PTD do tipo construtivo R100, a proteção do circuito de saída do QGBT será realizada através de fusíveis FAC 125 A de calibre T1 (nó 0). Relativamente à proteção da saída quer do ramo entre os nós 1 e 2 como do ramo entre os nós 1 e 3, da nova caixa de proteção e seccionamento, a colocar no primeiro apoio de BT, será através de fusíveis FAC 100 A de calibre T00.

Na proteção de curto-circuito, a avaliação do estado da proteção da rede é feita através da comparação do tempo de atuação do fusível com o tempo definido pela caraterística térmica da linha, para o menor curto-circuito que pode ocorrer na mesma.

Como ilustrado Figura C-60, os ramos presentes na análise encontram-se todos a cor verde, indicando que a linha se encontra completamente protegida.

Na proteção sobrecarga, a avaliação do estado da mesma foi feita através da comparação entre a corrente de serviço e a corrente nominal do fusível, e a corrente de funcionamento do fusível com o valor dado por 1,45 I_z, sendo I_z a corrente máxima admissível na linha. Na Figura C-61, verifica-se que os ramos presentes na análise se encontram todos a cor verde, indicando que a rede está protegida.

Relativamente à proteção de pessoas, esta foi feita através da comparação entre o valor calculado para a corrente suscetível de percorrer o coração do ser humano com as curvas de risco definidas na norma IEC 60479-1, para o tempo de atuação do fusível. Como se pode visualizar na Figura C-62, os ramos presentes na análise encontram-se todos a cor verde, indicando que pode ocorrer perceção e contração involuntária de músculos, porém não existem efeitos fisiológicos.

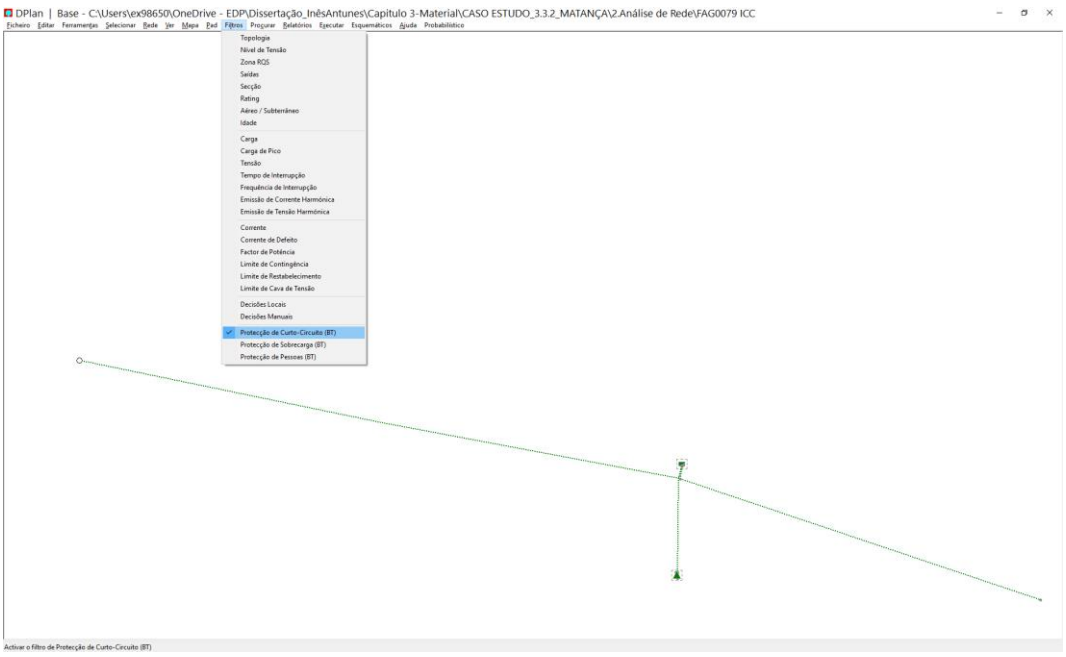

Figura C-60. Simulação da análise de proteção de curto-circuito.

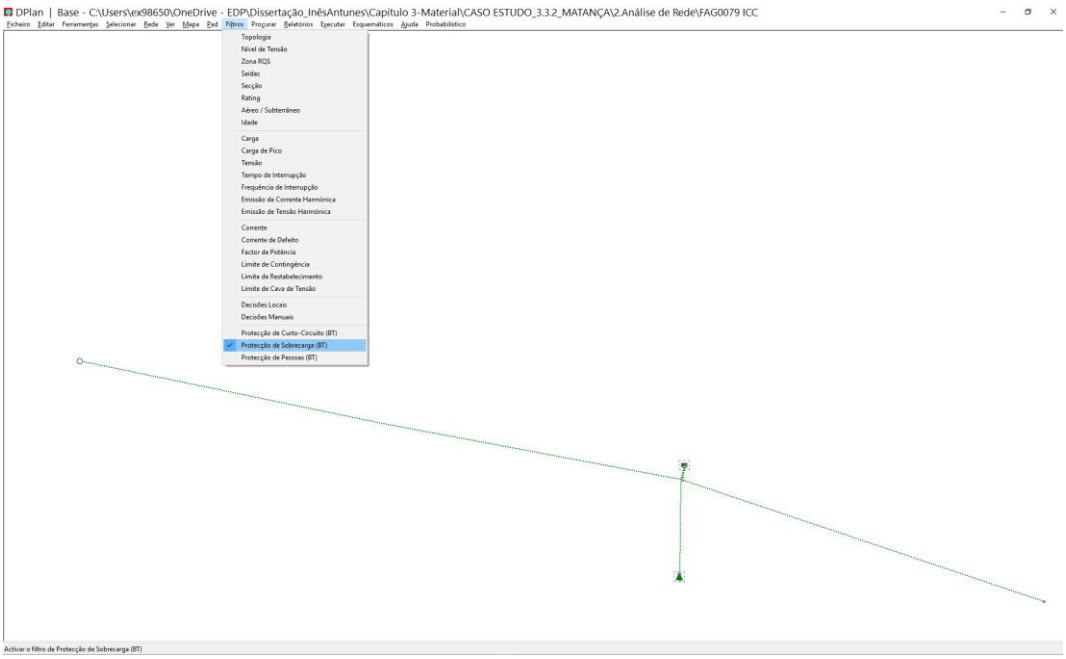

Figura C-61. Simulação da análise de proteção de sobrecarga.

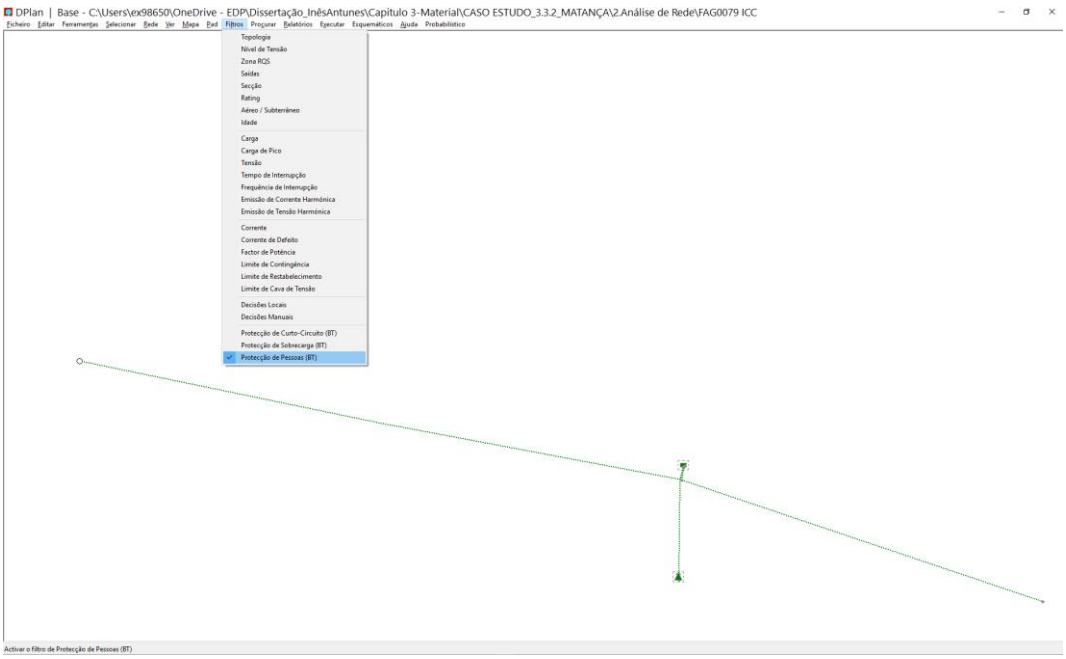

Figura C-62. Simulação da análise de proteção de pessoas.

C.2.3. Solução Proposta

Na Figura C-63, apesenta-se localização proposta para a inserção de um novo PTD a fim de alimentar o futuro requisitante. Através de uma simulação efetuada no programa corporativo *Dplan*, verificou-se que a variação de tensão máxima, no ponto de entrega do novo requerente, é de 0,23 %, com uma tensão simulada de 0,998 p.u. correspondente a 229,54 V. Relativamente à análise de curto-circuito e dimensionamento de fusíveis verificou-se que, tanto ao nível da proteção de curto-circuito, como proteção de sobrecarga e proteção de pessoas e bens, a escolha dos fusíveis de proteção permitem a obtenção de todos os valores regulamentares. Desta forma, consegue garantir-se todos os índices de qualidade e serviço

ao futuro cliente. Para concretizar esta solução, é necessário:

- construção de 140 m de LAMT, com origem no apoio número 12 da LN PTD 20/MGL, Aldeia de Carvalho;
- construção de um novo PTD do tipo construtivo R100, 100 kVA/15 kV a instalar em espaço com acesso a partir da via pública;
- ampliação da RABT através de cabo do tipo LXS 4x70 + 16.

Figura C-63. Proposta de localização do novo PTD.

C.3. Levantamento e Recolha de Autorizações da LAMT e do PTD

Nesta fase, foi necessário o deslocamento ao local em estudo para efetuar o levantamento da LAMT a instalar, bem como a definição do local do novo PTD. Começou-se pela marcação do local do novo PTD e para tal foi necessária a autorização por parte do proprietário do terreno onde será instalado o novo PTD, sendo o mesmo indemnizado, bem como o local dos apoios MT de suporte à derivada da LAMT de alimentação do novo PTD.

Devido a certas inconveniências encontradas no local do estudo de caso, a LAMT teve de derivar do apoio número 11 da LN PTD 20/MGL, Aldeia de Carvalho em vez do apoio número 12, como inicialmente proposto. Houve necessidade de inserção de um apoio de MT a menos de 30 m do apoio de derivação, vão sem tração, de modo a garantir a estabilidade do apoio de onde se deriva, havendo necessidade de inserção de um segundo apoio derivado a alguns inconvenientes encontrados no traçado da nova LAMT. Tendo em conta que todos os apoios foram inseridos em propriedade da junta de freguesia, após a autorização da cedência de espaço por parte da mesma, passou-se à fase seguinte.

C.4. Levantamento Topográfico da LAMT e do PTD

Com a finalidade de definir um traçado com maior rigor possível, para a LAMT em análise realizou-se, após a recolha de todas as autorizações, o levantamento topográfico (Figura C-64). Durante esta fase

foram identificados, de novo, todos os proprietários e todos os parcelários (habitações e terrenos) por onde seria construída à posteriori a LAMT.

O levantamento efetuado pelo topógrafo foi tratado em *AutoCad* e posteriormente carregado na obra de MT do programa corporativo SITRD-DM para posterior processo de orçamento e projeto da LAMT e PTD.

Figura C-64. Levantamento topográfico da LAMT e PTD.

C.5. Levantamento da RABT

Após o levantamento topográfico do PTD, efetuou-se o levantamento de rede BT, por forma à alimentação do requerente do estudo de caso. Procedeu-se à colocação da RABT do lado oposto ao PTD, devido a estarmos perante um PTD do tipo construtivo R100, com apenas um circuito no QGBT. Assim, alimenta-se um caixa de proteção e seccionamento a colocar no primeiro apoio BT, abrindo a rede para ambos os lados. Desta forma, consegue-se criar seletividade na rede com a escolha das proteções adequadas para os circuitos criados.

C.6. Projeto e Orçamento da LAMT e do PTD

Nesta etapa, começou-se pela abertura de uma nova obra no programa corporativo SITRD-DM, obra referente à orçamentação da LAMT, para depois se fazer o levantamento topográfico com a finalidade de criar o projeto da LAMT e do novo PTD. Posteriormente, na plataforma SGPI do programa corporativo Lotus Note, criou-se um novo processo a fim de atualizar a base de dados com todos os PTD instalados e a instalar, ficando guardada toda a informação técnica e de projeto da nova instalação de ligação criada.

Após as etapas anteriores, realizou-se o projeto em SITRD-DM, na obra aberta anteriormente, seguindo as respetivas etapas:

- colocar o novo PTD a instalar;
- colocar os apoios de MT de suporte à LAMT;
- desenhar o cantão da linha e definir o apoio base de saída;

- registar no desenho todos os proprietários;
- colocar a indicação do processo de licenciamento da LAMT existente, de onde derivou e respetivo nome;
- criar a peça desenhada (*layout*), Figura C-65.

Por fim, criou-se o esquema unifilar do PTD 0905D2009100 Matança IV (Figura C-69).

O programa corporativo SITRD-DM permite efetuar a simulação dos cálculos mecânicos, relativos a estabilidade, ângulo dos condutores nas fixações, inclinação das cadeias e distância entre condutores. Deste modo, consegue-se realizar todo o processo de forma mais ágil e mais uniformizada em toda a EDPD. Os projetos de LAMT, até 30 kV, são elaborados seguindo escrupulosamente as disposições prescritas no RSLEAT, nas Recomendações para Linhas Aéreas de Alta Tensão até 30 kV, restante legislação em vigor aplicável para este tipo de obras, bem como as prescrições da EDPD [25].

No final do Apêndice C, pode visualizar-se todo o orçamento referente à LAMT e ao novo PTD a instalar, Figura C-74 e Figura C-75 respetivamente.

C.6.1. Condutores

O condutor a utilizar neste estudo de caso e no âmbito do presente contrato de empreitada contínua será o ALACO. No projeto em questão foi escolhido um transformador com uma potência de 100 kVA, tensão composta de 15 kV e o fator de potência considerado foi de 0,9. Foi escolhido este transformador, porque o cliente requisitou uma potência de 20,70 kVA, a uma distância de mais de 1000 metros do PTD 0905D2007900.

Respeitando a empreitada contínua vigente, optou-se pela escolha do condutor ALACO 50 mm^2, permitindo um sobredimensionado e proporcionando uma grande margem de segurança com vista à redundância de todo o sistema [25].

O procedimento de seleção dos condutores foi elaborado com base no descrito no ponto 0, Apêndice B.

C.6.2. Cálculo Mecânico

O cálculo mecânico, mencionado abaixo, foi efetuado, respeitando o RSLEAT, nas Recomendações para Linhas Aéreas de Alta Tensão até 30 kV. Os cálculos mecânicos tornam-se necessários, no entanto a publicação da Norma Portuguesa sobre condutores ALACO e da revisão do RSLEAT, a DGEG elaborou projetos tipo de linhas, o que veio a facilitar a vida dos projetistas, tornando desnecessária a grande maioria dos cálculos outrora efetuados.

C.6.2.1. Isoladores

Os isoladores escolhidos, neste estudo de caso, foram do tipo cadeia em amarração. No apoio da derivação, apoio número 11 da LN PTD 20/MGL, Aldeia de Carvalho, projetaram-se isoladores em amarração do tipo U100BLP. Nos apoios, com referência número 1 e número 2 projetaram-se isoladores em amarração do tipo U70BS e no apoio do PTD foram projetados isoladores em amarração reforçada, do

tipo U100BLP. Relativamente ao número de isoladores considerados, por fixação em cadeia de suspensão e cadeia de amarração, é em função da tensão, secção do condutor e poluição.

C.6.2.2. ração Unitária

As trações unitárias ou tensões máximas de tração a aplicar no cabo escolhido, ALACO 50 mm^2 será de 9 daN/mm^2.

C.6.2.3. Apoios

Considerou-se que o projeto em questão não estava numa zona de gelo, visto que estava localizado a 565 metros de altitude. Assim, foram consideradas as seguintes condições relativamente às ações dos agentes atmosféricos sobre a LAMT:

- Força máxima do vento: 750 Pa;
- Temperatura máxima: 50 ºC;
- Tensão máxima: 9 daN/mm^2;
- Número de condutores: 3;
- Condutor: ALACO 50 mm^2.

Foi projetado um apoio do tipo MM06-2750-16, apoio de suporte à derivação da LAMT presente, colocado a menos de 30 metros, vão sem tração, para garantir a estabilidade do apoio a derivar. Neste estudo de caso, a linha a derivar deriva de um apoio do tipo de betão com a referência MP00-600-18, sendo os condutores da linha principal do tipo ALACO 50 mm^2. Para este tipo de situação, utiliza-se o projeto tipo de um PTD do tipo construtivo R100 [41]. Seguidamente, foi projetado um apoio do tipo MP02-1200-18 e, consequentemente, foi colocado um apoio do tipo TP4/14, normalizado pela EDPD e pelo projeto tipo do R100 para a colocação do PTD do tipo aéreo [42]. A simulação do perfil da LAMT (Figura C-65) foi realizada no programa corporativo SITRD-DM, onde se verificou, para o apoio a intervir e a colocar, a estabilidade, o ângulo dos condutores nas fixações, a inclinação das cadeias, a distância entre os condutores, a distância ao solo e a distância dos condutores aos edifícios e obstáculos diversos. Ao nível do maciço de fundação, dos apoios a colocar foram dotados de maciços de betão ciclópico. O mesmo respeita os critérios de dimensionamento constante nas Recomendações para Linhas Aéreas de Alta Tensão até 30 kV. A profundidade de enterramento dos apoios de MT deve seguir a equação (C-7). A implementação dos maciços de fundação deve ter em conta diversos critérios: natureza dos terrenos, função do apoio, esforços envolvidos e altura do mesmo.

C.6.2.4. Armações

Neste estudo de caso, no apoio de onde deriva a LAMT, projetou-se uma armação do tipo HRFSC/EDP 100, bem como no apoio número 1. No apoio número 2, projetou-se uma armação do tipo GAN, enquanto que no apoio TP4/14 uma do tipo HPT4, seguindo as Recomendações para Linhas Aéreas de Alta Tensão até 30 kV [38].

C.6.3. Terras

O PTD, do tipo construtivo R100, tipo aéreo, montado no apoio TP4 com 14 metros de altura, será protegido por DST, montados, obrigatoriamente, na cuba do transformador, e ligados à terra através do cabo LXS 1x70 mm^2 de secção.

A nível da armação HPT4, seccionador, tampa do transformador e respetiva suspensão, deverão ser ligados à terra através de fio nu de cobre com 16 mm^2 de secção. As plataformas de manobra, barramento da terra de proteção do QGBT e a parte fixa do punho do comando do seccionador, deverão ser ligados à terra separadamente, a cabo de cobre nu de 35 mm^2 de secção.

Relativamente à terra de proteção do PTD, esta deverá ser feita através de cabo VV 1G 35 mm^2 com a bainha exterior preta e isolação verde/amarela ao elétrodo de terra de proteção. O valor da resistência da terra de proteção deverá ser inferior a 20 Ω. A terra de serviço será realizada no primeiro apoio de saída do PTD a instalar, para que o PTD em questão apenas alimenta RABT. Deve salvaguardar-se uma distância igual ou superior a 20 metros entre os elétrodos da terra de proteção e da terra de serviço. Além disso, a resistência global da terra de serviço não poderá exceder os 10 Ω [44].

Neste projeto, foram orçamentados seis elétrodos de terra vareta e elétrodos com brocagem de 10 metros de profundidade, dado que se está perante uma zona granítica e de difícil obtenção de valores regulamentares para a terra de serviço e proteção dos PTD.

C.6.4. Seccionador de Linha

No projeto tipo de um novo PTD do tipo R100, é necessário a inserção de um seccionador de montagem vertical equipado com comando mecânico. Este equipamento permite uma melhor condição de exploração da rede MT [45].

C.7. Projeto e Orçamento da RABT

Nesta fase, começa-se por desenhar/orçamentar no programa corporativo SITRD-DM a respetiva RABT, ampliação para alimentação do cliente do estudo de caso. Uma vez orçamentado um PTD do tipo construtivo R100, tipo aéreo, com um QGBT de apenas um circuito de saída, a cabo LXS 4x95 + 16, tal como mencionado no Anexo C. Optar-se-á por colocar, no primeiro apoio BT, uma caixa de proteção e seccionamento, efetuando a alimentação da mesma com um cabo LXS 4x95 + 16, ligado ao barramento da mesma. No primeiro apoio BT, será colocada uma terra de serviço [44]. A restante ampliação será efetuada a cabo LXS 4x70 + 16, cabo seccionado na caixa de proteção, ligado através de fusíveis do tipo FAC 100 A, no primeiro tribloco, classe T00. Embora o fim de linha da ampliação efetuada fique a menos de 300 m, será colocada uma terra de serviço no apoio de fim de linha.

O primeiro apoio usado será um apoio BT do tipo 9B-800, devido a ser o vão de saída do PTD a cabo LXS 4x95 + 16 e ser um apoio de ângulo. No segundo, apoio de fim de linha (nó 2), usar-se-á um apoio BT do tipo 9B-600, uma vez que será suportado o cabo do tipo LXS 4x70+ 16 e encontra-se em fim de linha. No ramo compreendido entre os nós 1 e 3, projetou-se um apoio 9B-400, em alinhamento, e no fim de linha um apoio 9B-600, suportando cabo do tipo LXS 4x70 + 16. Para justificar os apoios utilizados

no projeto de BT, foi utilizada a ferramenta VEMA disponibilizada pela EDPD para auxílio no cálculo dos apoios BT. Na Tabela C-17, pode visualizar-se que os apoios escolhidos foram sobredimensionados, à exceção do de fim de linha, devido à ferramenta VEMA ter uma anomalia no cálculo nestes apoios.

Tabela C-17. Simulação dos apoios através da ferramenta VEMA.

Linha Principal 1		Linha Principal 2			Linha Derivada			Apoio Simulado	Apoio Escolhido
Tipo	Vão (m)	Tipo	Vão (m)	Ângulo	Tipo	Vão (m)	Ângulo		
LXS 4x70 + 16	25	LXS 4x70 + 16	20	0	LXS 4x95 + 16	15	90	9B-800	9B-800
LXS 4x70 + 16	25	-	-	-	-	-	-	9B-600	9B-600
LXS 4x70 + 16	20	LXS 4x70 + 16	20	0	-	-	-	9B-200	9B-400
LXS 4x70 + 16	20	-	-	-	-	-	-	9B-600	9B-600

Foi criado um layout referente à obra BT (Figura C-68), de modo a que posteriormente fosse tratado na fase de licenciamento.

No final do Apêndice C, pode visualizar-se todo o orçamento referente à RABT e IP (Figura C-76).

C.8. Licenciamento da LAMT e do PTD

Neste ponto, foram criadas as memórias descritivas e justificativas da LAMT (Figura C-70), do PTD e da BT (Figura C-71) e das respetivas condicionantes, neste caso da zona da REN (Figura C-72) e da zona da RAN (Figura C-73). Posteriormente, foi solicitado ao subdiretor da AAM-ALR o envio para licenciamento da nova LAMT e respetivo PTD. Chegando a esta fase, foram criadas as respetivas cartas a enviar para as respetivas entidades: Ministério da Economia, DGEG e respetivas entidades referentes às diversas condicionantes presentes no projeto em questão.

Por forma a concluir o processo, foi atualizado o respetivo processo do SGPI, colocando os ficheiros criados anteriormente e as respetivas condicionantes, tal como o devido preenchimento dos campos presentes no formulário do processo.

No final do Apêndice C, apresentam-se todos os desenhos e respetivas memórias descritivas e justificativas do processo de licenciamento do novo PTD 0905D2009100 Matança IV.

C.9. Plano de Segurança e Saúde

Tratando-se de uma obra com LAMT e PTD obrigatoriamente é necessário criar:

- Plano de Segurança e Saúde Construção/ Modificação/ Ampliação de Linha Aérea de Média Tensão;
- Plano de Segurança e Saúde Construção/ Remodelação e Posto de Transformação Aéreo;
- Plano de Segurança e Saúde Construção/ Remodelação/ Ampliação de Rede de Distribuição Aérea de Baixa Tensão.

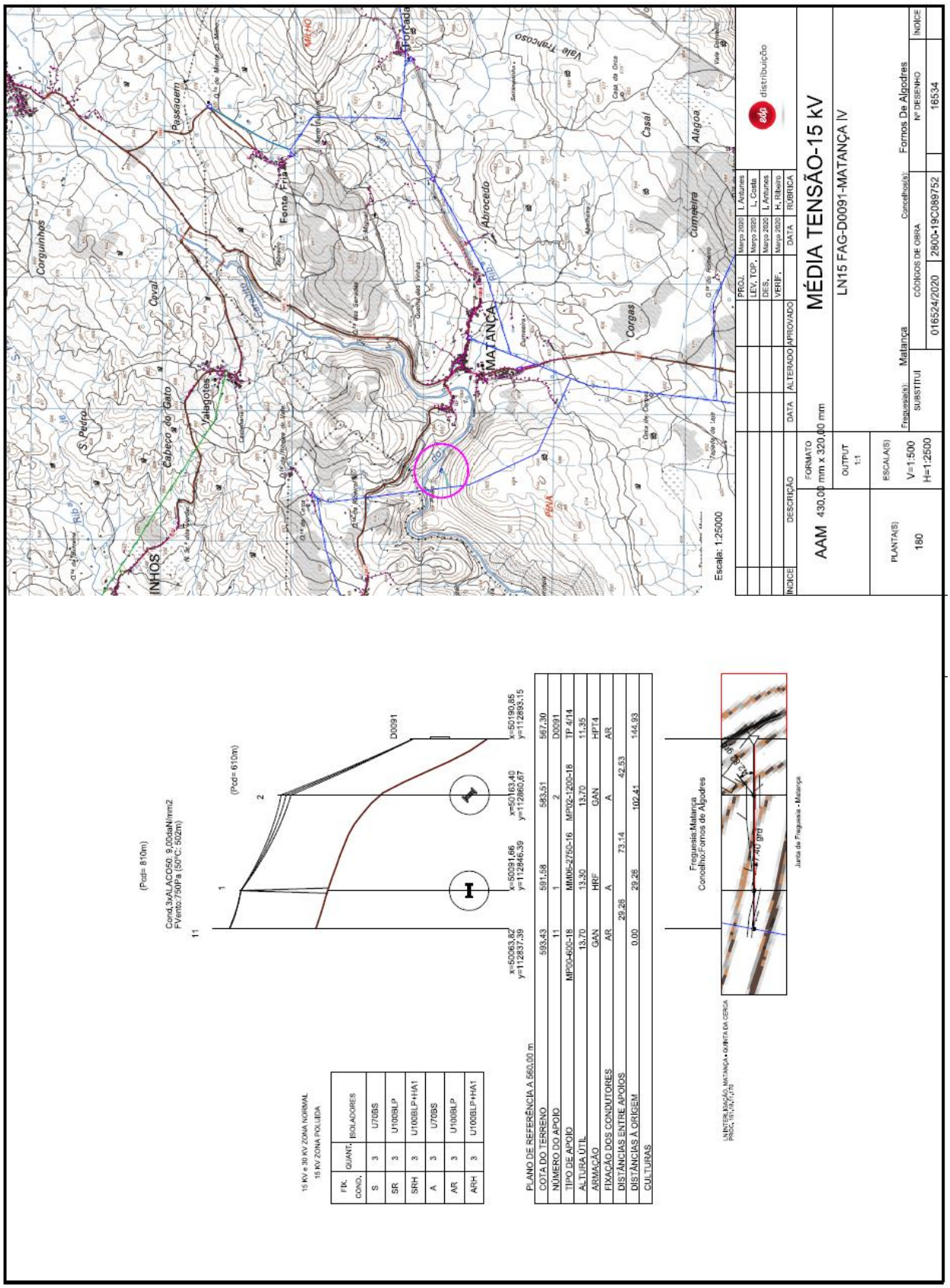

Figura C-65. Perfil da LAMT do PTD 0905D2009100 MATANÇA IV.

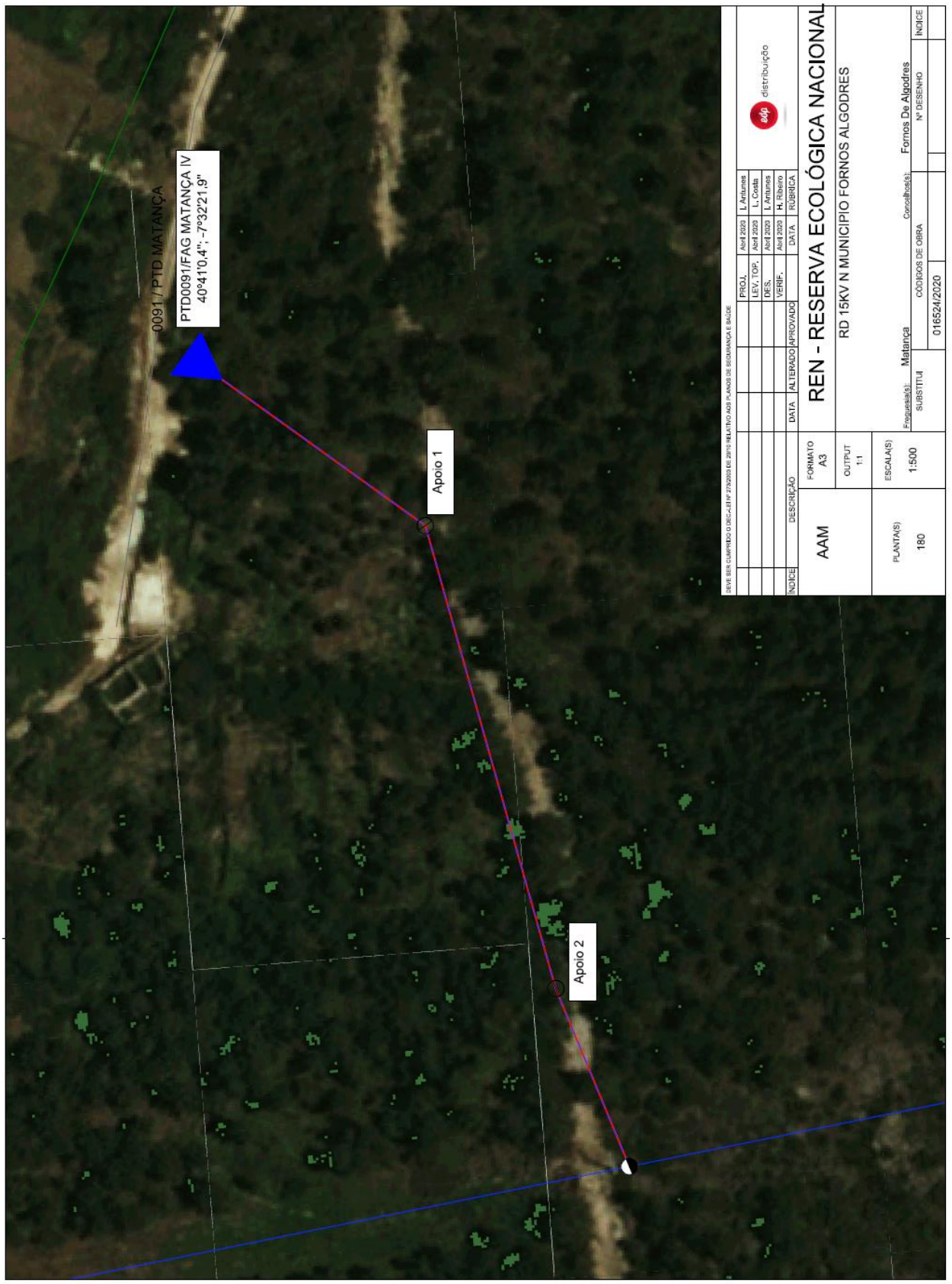

Figura C-66. Perfil do PTD 0905D2009100 MATANÇA IV - Zona REN.

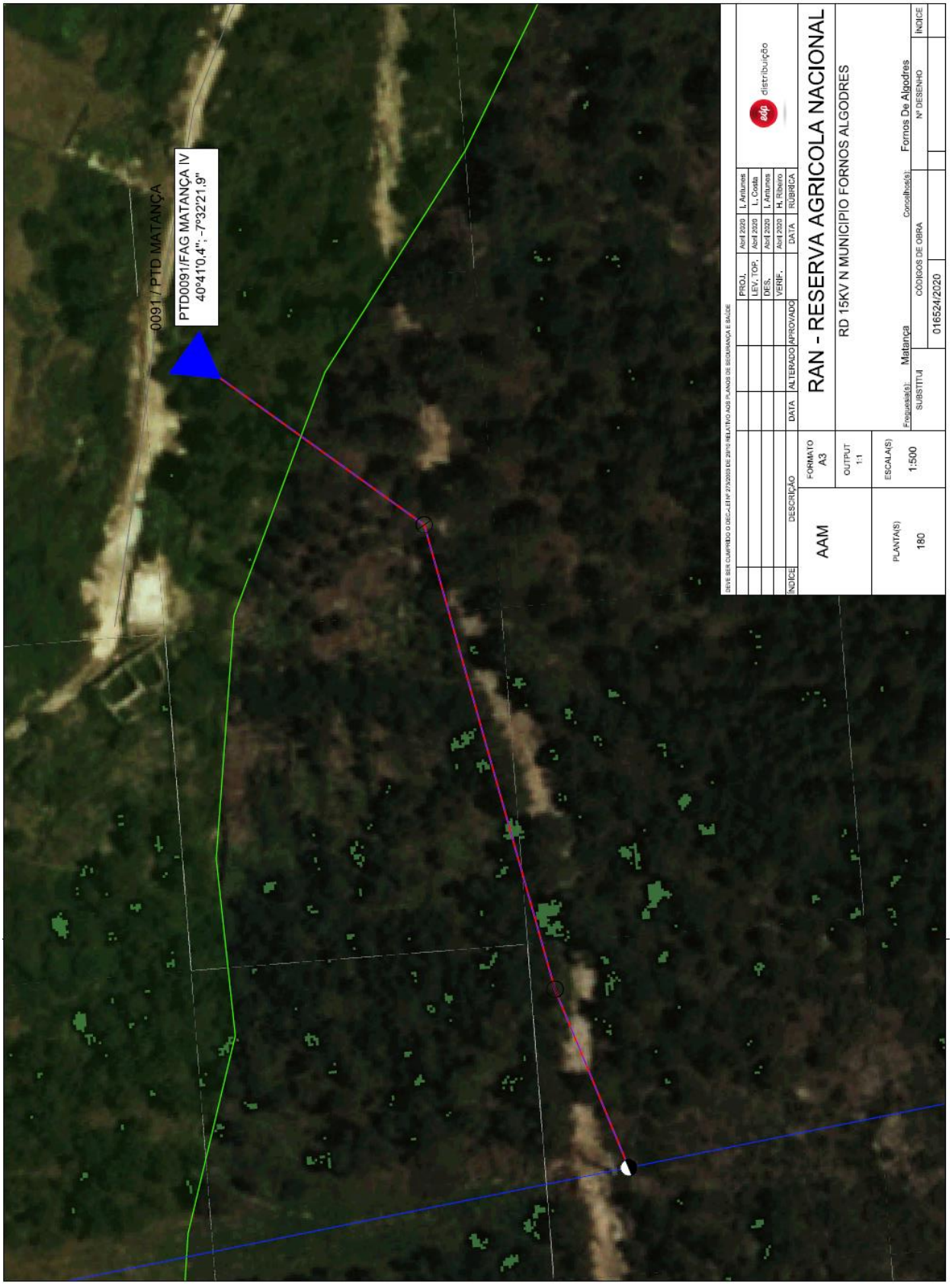

Figura C-67. Perfil do PTD 0905D2009100 MATANÇA IV - Zona RAN.

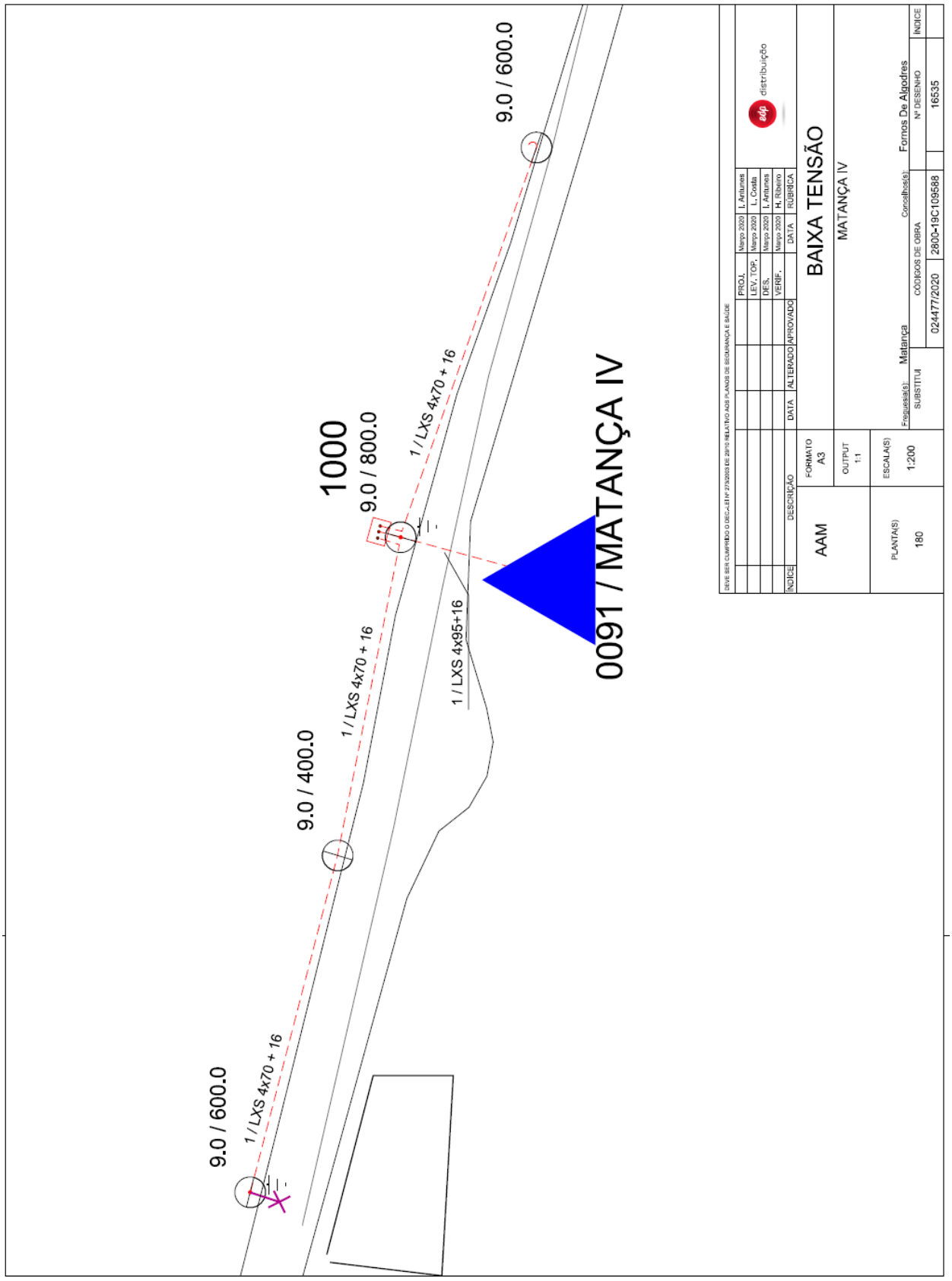

Figura C-68. RABT do PTD 0905D2009100 MATANÇA IV.

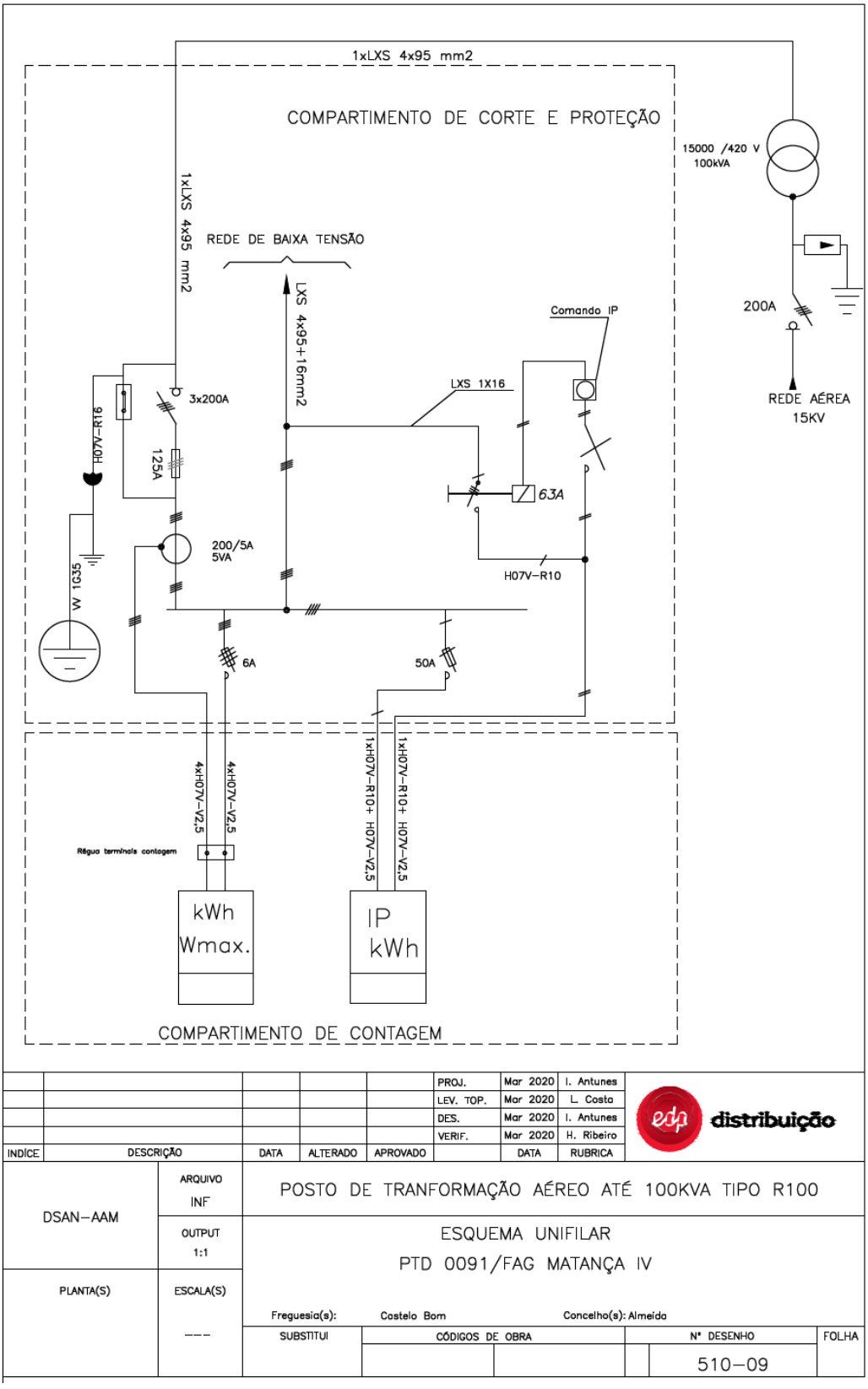

Figura C-69. Esquema unifilar do PTD R100 MATANÇA IV.

edp distribuição

MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

ENTIDADE: EDP Distribuição Energia, SA – DIREÇÃO DE SERVIÇO AOS ATIVOS NORTE, ÁREA DE ATIVOS MONDEGO

INSTALAÇÃO PROJETADA: **Linha Aérea de MT a 15 kV para o PTD n° 0091/FAG em MATANÇA IV**

ORIGEM: Apoio n° 11 da LN INTERLIGAÇÃO, MATANÇA - QUINTA DA CERCA e o PTD 0091/FAG

(Proc. 161.18.11.170)

OBJETIVO: Fornecimento de energia ao PT em referência.

LOCALIZAÇÃO: Freguesia (s): Matança

Concelho (s): Fornos de Algodres

TRACADO: Planta: **Des. n° 16534**

CARATERÍSTICAS: **Comprimento Total: 144,93 m.** Neutro da Rede: Impedante

Condutores: Material: Al/Aço Secção: 50 mm^2 Tensão máxima: 9 daN/mm^2 c/Gelo

Isoladores: Rígidos, tipo: . Cadeia, tipo: U100BLP e U70BS

Armações: Normalizadas, dos tipos indicados no perfil

Especiais: Apoios N.° Des. N.°

Apoios: De betão, com as caraterísticas indicadas no perfil

Outros:

Com maciços: Todos

TRAVESSIAS E CRUZAMENTOS: *(indicar os n°s dos apoios adjacentes da linha de AT):*

Estradas Nacionais:

Estradas Municipais:

Caminhos de Ferro:

Linhas de Telecomunicações:

Linhas de BT:

Outros:

CÁLCULOS: Segundo o projeto-tipo de linhas aéreas até 15 kV

INDICAÇÕES COMPLEMENTARES: Foi obtida autorização dos proprietários. Devido à sua reduzida dimensão, o primeiro vão da linha foi calculado praticamente sem tração.

Em tudo o omisso serão observadas as Normas e Regras de Segurança em vigor.

Guarda, 2 de abril de 2020

O Projetista O Técnico Responsável

Figura C-70. Memória Descritiva e Justificativa da LAMT.

MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

ENTIDADE: EDP Distribuição energia, SA – DIREÇÃO SERVIÇO AOS ATIVOS - NORTE, ÁREA DE ATIVOS MONDEGO

INSTALAÇÕES PROJETADAS: **PTD n° 0091/FAG, e Rede de BT / IP em MATANÇA IV**

Freguesia de: Matança

Concelho de: Fornos de Algodres

JUSTIFICAÇÃO: Fornecimento de energia a consumidores particulares e iluminação pública

DESCRIÇÃO:

POSTO DE TRANSFORMAÇÃO

Localização – **Des. n° 510-09**

Relação de transformação: 15000/ 420 – 240 V

Designação, potência, tipo

a) PT N.° 0091/FAG, 100 kVA, Tipo: R100

REDES DE DISTRIBUIÇÃO B. T.:

Traçado – **Des. n° 16535**

Apoios – Tipos e desenhos

Postes: Betão Des.° n.°

Espiamentos: Arame de ferro galvanizado n.° cabo de aço de mm.

Isoladores, com ferragens, tipo 226/2 e 231/2

Condutores -- Tipo: Isolado: LXS Isolado: de cobre

Corta circuitos fusível tipo: APC e caixas/seccionadores/armários tipo:

Focos de iluminação pública. Tipo: Fechado; Des.° N.°

Lâmpadas de vapor de mercúrio de Watts e de Watts Lâmpadas de de Watts

Terras de serviço: Número: 2

Travessias:

Ocupações:

Cruzamentos – Linhas de

INDICAÇÕES COMPLEMENTARES: Foi obtida autorização para a colocação do PT.

Anexos: **Esquema Unifilar do PT**

Em tudo o omisso serão observadas as Normas e Regras de Segurança em vigor.

Guarda, 2 de abril de 2020

O Projetista O Técnico Responsável

Figura C-71. Memória Descritiva e Justificativa da RABT.

distribuição

MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

ENTIDADE: EDP Distribuição energia, SA – DIRECÇÃO DE SERVIÇO AOS ATIVOS NORTE, ÁREA DE ATIVOS MONDEGO

INSTALAÇÕES PROJECTADAS: Linha Aérea MT a 15 kV, com 144,93 metros, entre o apoio 11 da LN INTERLIGAÇÃO, MATANÇA - QUINTA DA CERCA e o PTD 0091/FAG, PT tipo R100 de 100 kVA nº0091/FAG, em Matança IV.
Freguesia: Matança

Concelho: Fornos de Algodres

JUSTIFICAÇÃO: Construção da instalação elétrica de distribuição publica para fornecimento de energia elétrica, a clientes particulares e de iluminação publica, designada Linha Aérea MT a 15 kV, com 144,93 metros, entre o apoio 11 da LN INTERLIGAÇÃO, MATANÇA - QUINTA DA CERCA e o PTD 0091/FAG, PT tipo R100 de 100 kVA nº0091/FAG, em Matança IV, com um apoio para posto de transformação aéreo (D0091-TP4 14).

DESCRIÇÃO: O apoio do PTD encontra-se integrados na Reserva Ecológica Nacional (REN), bem como os apoios 1 e 2, conforme representado na planta e descrito na tabela.

Concelho	Freguesia	Nº do Apoio	Tipo	Área	Coord. X	Coord. Y
Fornos de Algodres	Matança	Apoio 1	18M1200	1,11	-7° 32' 23.1"	40° 40' 59.3"
Fornos de Algodres	Matança	Apoio 2	16M2750	3,80	-7° 32' 26.1"	40° 40' 58.9"
Fornos de Algodres	Matança	TP4/14	TP4 14	3,70	-7° 32' 21.9"	40° 41' 0.4"

Anexos:

- Projeto para licenciamento na DGEG da linha aérea de média tensão e planta localização 1:25000
- Planta escala 1:2000 localização dos apoios

Figura C-72. Memória Descritiva e Justificativa da condicionante REN.

edp distribuição

MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

ENTIDADE: EDP Distribuição energia, SA – DIRECÇÃO DE SERVIÇO AOS ATIVOS NORTE, ÁREA DE ATIVOS MONDEGO

INSTALAÇÕES PROJECTADAS: Linha Aérea MT a 15 kV, com 144,93 metros, entre o apoio 11 da LN INTERLIGAÇÃO, MATANÇA - QUINTA DA CERCA e o PTD 0091/FAG, PT tipo R100 de 100 kVA nº0091/FAG, em Matança IV.
Freguesia: Matança

Concelho: Fornos de Algodres

JUSTIFICAÇÃO: Construção da instalação elétrica de distribuição publica para fornecimento de energia elétrica, a clientes particulares e de iluminação publica, designada Linha Aérea MT a 15 kV, com 144,93 metros, entre o apoio 11 da LN INTERLIGAÇÃO, MATANÇA - QUINTA DA CERCA e o PTD 0091/FAG, PT tipo R100 de 100 kVA nº0091/FAG, em Matança IV, com um apoio para posto de transformação aéreo (D0091-TP4 14).

DESCRIÇÃO: O apoio do PTD encontra-se integrados na Reserva Agrícola Nacional (RAN), bem como os apoios 1 e 2, conforme representado na planta e descrito na tabela.

Concelho	Freguesia	Nº do Apoio	Tipo	Área	Coord. X	Coord. Y
Fornos de Algodres	Matança	TP4/14	TP4 14	3,70	-7° 32' 21.9"	40° 41' 0.4"

Anexos:

- Projeto para licenciamento na DGEG da linha aérea de média tensão e planta localização 1:25000
- Planta escala 1:2000 localização dos apoios

Figura C-73. Memória Descritiva e Justificativa da condicionante RAN.

edp distribuição

FOLHA DE ORÇAMENTAÇÃO

DADOS DO PROJETO	
CONTATO ISU	501435069355
DEFINIÇÃO DE PROJETO (DP)	2800-19C089752
PEDIDO DE LIGAÇÃO À REDE (PLR)	190001885868

DADOS DO RAMAL	
REQUERENTE	X
RUA	X
CONCELHO	MATANÇA
DISTRITO	GUARDA

DADOS TECNICOS	
POT. REQUISIT.	20,7 kVA
TIPO DE PEDIDO	PI13

DADOS DA ORÇAMENTAÇÃO			
DESIGNAÇÃO	OPERAÇÃO	QUANT.	UNID.
Tarefas referentes às Infraestruturas Elétricas			
Armação MT HRF 100	Material	2	un
Armação MT GAN 80	Material	1	un
Isolador CAD D 3xU100BLP	Material	3	un
Isolador CAD D 3xU70BS	Material	6	un
Isolador CAD A 3xU70BS	Material	6	un
Jogo de Acessórios JJ AA50 D E AM	Material	9	un
Jogo de Acessórios JJ AA50 A E AM	Material	6	un
Ligador Anel AL 20-70	Material	3	un
Ligação de Ramal + Montagem Travessa + Regulação TET - MO	Instalar	1	un
Cabo ALACO 50 mm2	Instalar	0,431	km
Apoio MT 16M2750	Instalar	1	un
Apoio MT 18M1200	Instalar	1	un

ORÇ.: 14/03/2020 Inês Antunes
VERIF.: 14/03/2020 Hugo Ribeiro

Figura C-74. Folha de Orçamentação da LAMT.

edp distribuição

FOLHA DE ORÇAMENTAÇÃO

DADOS DO PROJETO	
CONTATO ISU	ILP501435069355
DEFINIÇÃO DE PROJETO (DP)	2800-19C109587
PEDIDO DE LIGAÇÃO À REDE (PLR)	190001885868

DADOS DO RAMAL	
REQUERENTE	X
RUA	X
CONCELHO	MATANÇA
DISTRITO	GUARDA

DADOS TECNICOS	
POT. REQUISIT.	20,7
TIPO DE PEDIDO	PI13

DADOS DA ORÇAMENTAÇÃO			
DESIGNAÇÃO	**OPERAÇÃO**	**QUANT.**	**UNID.**
Tarefas referentes às Infraestruturas Elétricas			
Transformador de Potência 100 kVA 15 kV	Material	1	un
Contador Totalizador Trifásico	Instalar	1	un
Relógio Astronómico	Instalar	1	un
Poste Betão TP4/14	Material	1	un
Armação HPT4 TP4	Material	1	un
Ferragem Tubos PT Aéreo	Material	1	un
Ferragem Suporte TP	Material	1	un
Jogo de Acessórios JJ AA50 A C AM	Material	3	un
Ligador Anel AL 20-70	Material	3	un
Isolador CAD A 3xU100BS	Instalar	3	un
Descarregador Sobretensões 15 kV PT	Material	1	un
Seccionador Tripolar 200 A VT 30 kV	Material	1	un
Cadeado de Latão 50 mm	Material	1	un
Elétrodo Terra Vareta	Material	6	un
Montagem Elétrodo Terra c/ Brocagem 10 m	Instalar	1	un
Mobilização de Meios p/ execução de Brocagem	Instalar	1	un
QGBT R100	Material	1	un
Cabo LXS - 0,6/1 kV 4x95	Material	1	un
Fusível FAC 125 A T1	Material	3	un
Montagem de PTD R100	Instalar	1	un
Reconstrução de muro/parede	Instalar	8	m2

ORÇ.: 14/03/2020 Inês Antunes
VERIF.: 14/03/2020 Hugo Ribeiro

Figura C-75. Folha de Orçamentação do PTD.

edp distribuição

FOLHA DE ORÇAMENTAÇÃO

DADOS DO PROJETO	
CONTATO ISU	501435069355
DEFINIÇÃO DE PROJETO (DP)	2800-19C109588
PEDIDO DE LIGAÇÃO À REDE (PLR)	190001885868

DADOS DO RAMAL	
REQUERENTE	X
RUA	X
CONCELHO	MATANÇA
DISTRITO	GUARDA

DADOS TECNICOS	
POT. REQUISIT.	20,7 kVA
TIPO DE PEDIDO	PI13

DADOS DA ORÇAMENTAÇÃO		
DESIGNAÇÃO	**OPERAÇÃO**	**QUANT.**
Tarefas referentes às Infraestruturas Elétricas		
Cabo LXS 4x95 +16	Instalar	25
Cabo LXS 4x70 +16	Instalar	70
Apoio 9B-800	Instalar	1
Apoio 9B-600	Instalar	2
Apoio 9B-400	Instalar	1
Caixa de Proteção e Seccionamento 1E 2S	Instalar	1
Fusível FAC 100 A T0	Material	6
Montagem Terra Neutro LXS 70 + Lig. Nua/CX	Instalar	1
Montagem Terra Neutro LXS 70 + Lig. LXS	Instalar	1
Ligador Torçada CHSBT 16	Material	4
Ligador Terra de Serviço LXS 70 LXS	Material	2
Ligador Torçada IP	Material	2
LUMLED VCA F 4250	Material	1
Braço IP	Material	1
Montagem Foco IP LED LXS-MO	Instalar	1

ORÇ.: 14/03/2020
VERIF.: 14/03/2020

Figura C-76. Folha de Orçamentação da RABT e IP.

Apêndice D
Estudo de Caso – Marialva/Mêda

D.1. Contextualização

O estudo de caso apresentado abaixo retrata um pedido do tipo PI13, Nova Ligação IP, com o objetivo de melhorar os índices de QST da aldeia histórica/medieval de Marialva, concelho da Mêda. Devido ao turismo rural pressente nesta aldeia, o requerente das Casas do Côro requisitou uma potência de 41,40 kVA para um edifício no centro da aldeia histórica. Porém, as infraestruturas elétricas de RSBT associadas à instalação de ligação 0909D3008500 não garantem os índices de QST, mencionados na secção 2.8.

No âmbito do programa de recuperação de aldeias históricas em Portugal, Marialva sofreu uma reestruturação ao nível da infraestrutura elétrica (Figura D-77), tornando-a toda subterrânea. A RSBT foi efetuada com a colocação dos cabos enterrados diretamente no solo, isto é, sem a criação de rede de tubagem.

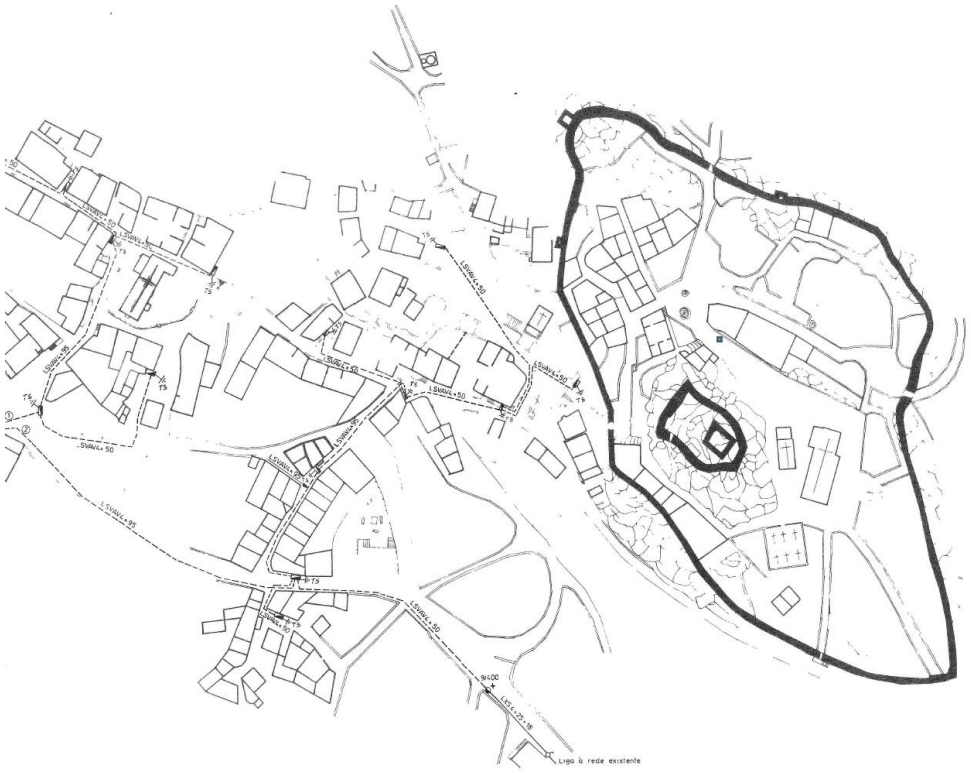

Figura D-77. Projeto elétrica no âmbito do programa de recuperação de aldeias históricas.

O requerente solicitou um segundo pedido para uma potência inferior, 27,60 kVA, no qual a solução de alimentação exigia a remodelação do troço do armário de distribuição A3022 ao A3023 e, consequentemente, a inserção de um novo armário de distribuição através de cabo LVAV 3x185 + 95 e respetiva baixada a cabo LSVAV 4x35. Foi usado este tipo de cabo para a baixada devido à elevada distância do novo armário de distribuição à respetiva portinhola. Isto advém das dificuldades verificadas

com a construção do novo ramal.

Tendo em conta à existência de uma feira medieval anual na localidade, o Município da Mêda solicita, anualmente, três contratos eventuais: dois, na proximidade do castelo, de 41,40 kVA e 20,70 kVA, e outro, junto ao parque de estacionamento provisório da feira, de 20,70 kVA. Além disso, devido a todos os pedidos de solicitação, por parte do requerente do turismo rural, o Município reuniu com a EDPD, a fim de repor todos os índices de QST e tentativa de resolução de todos os problemas associados a novas ligações e aos contratos eventuais.

D.2. Análise de Estudo de Rede

A análise de estudo de rede efetuada teve por base a análise de quedas de tensões e de curto-circuitos, com o dimensionamento dos respetivos fusíveis de BT, tendo como objetivo garantir os índices de QST a todos os clientes do PTD em análise [32].

D.2.1. Simulação em Dplan

Para análise de estudo de rede, fez-se uma verificação no programa corporativo SITRD do cadastro da rede BT associada ao PTD em questão. Seguidamente, exportou-se a mesma num ficheiro do tipo .dpx e abriu-se no programa corporativo *Dplan*, por forma a realizar toda análise do estudo de caso.

D.2.1.1. Situação Inicial

Na Figura D-78, pode visualizar-se o circuito referente ao PTD 0909D3008500, onde surgem a verde os clientes que não apresentam queda de tensão, a amarelo os que estão no limite regulado e a vermelho os clientes que apresentam variações máxima de tensão superior a 8 %.

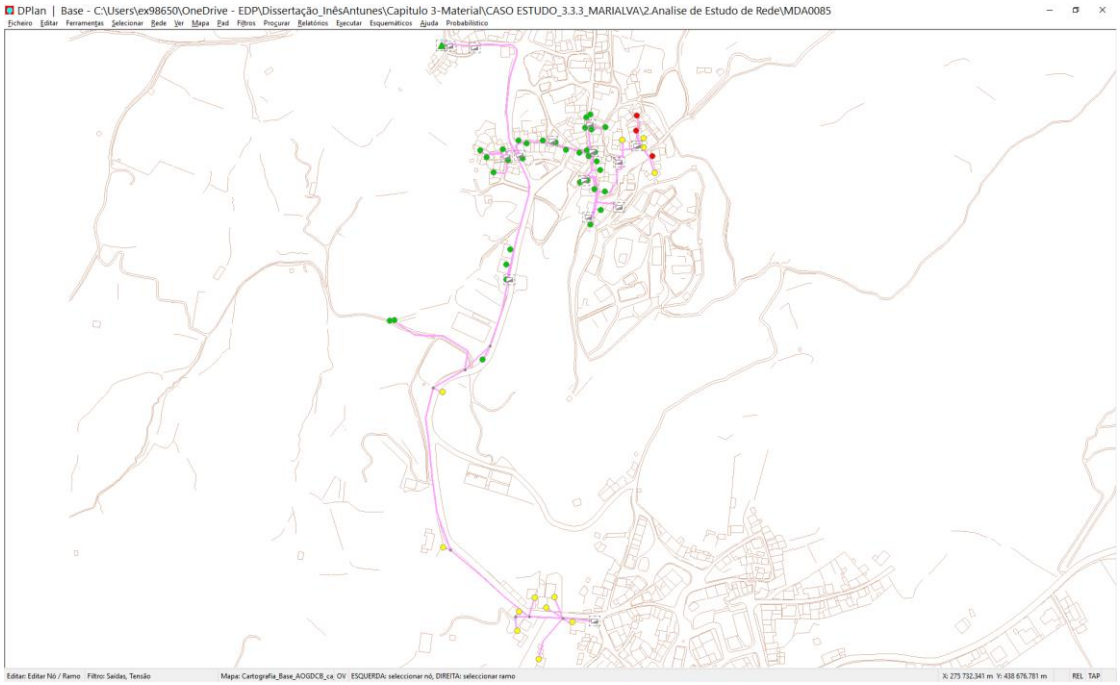

Figura D-78. Situação inicial da rede do PTD 0909D3008500.

D.2.1.2. Situação Inicial Após Inserção do Cliente

Após a inserção do cliente de 27,60 kVA, verificou-se uma variação de tensão máxima no PTD de 10,21 %, valor este localizado no novo cliente. Na Figura D-79, a verde apresentam-se os clientes com queda de tensão inferior a 6 %, a amarelo entre 6 e 8 %, e a vermelho com queda superior a 8 %. Tal como mencionado na secção 2.8, o valor da variação de queda de tensão tem de ser inferior a 10 %, o que tal não se verifica nesta situação. Assim, a solução de ampliação através da RSBT fica sem efeito, necessitando de remodelação da RSBT do circuito 3 do PTD 0909D3008500.

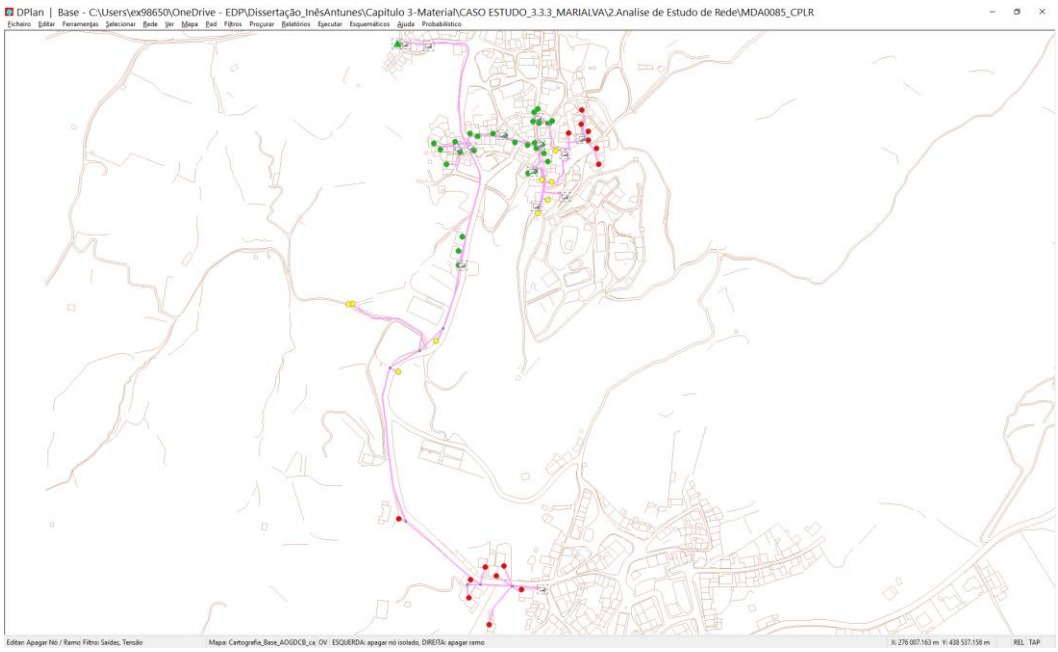

Figura D-79. Situação inicial após a inserção do cliente.

D.2.1.3. Situação Inicial Após Inserção do Cliente e Contratos Eventuais

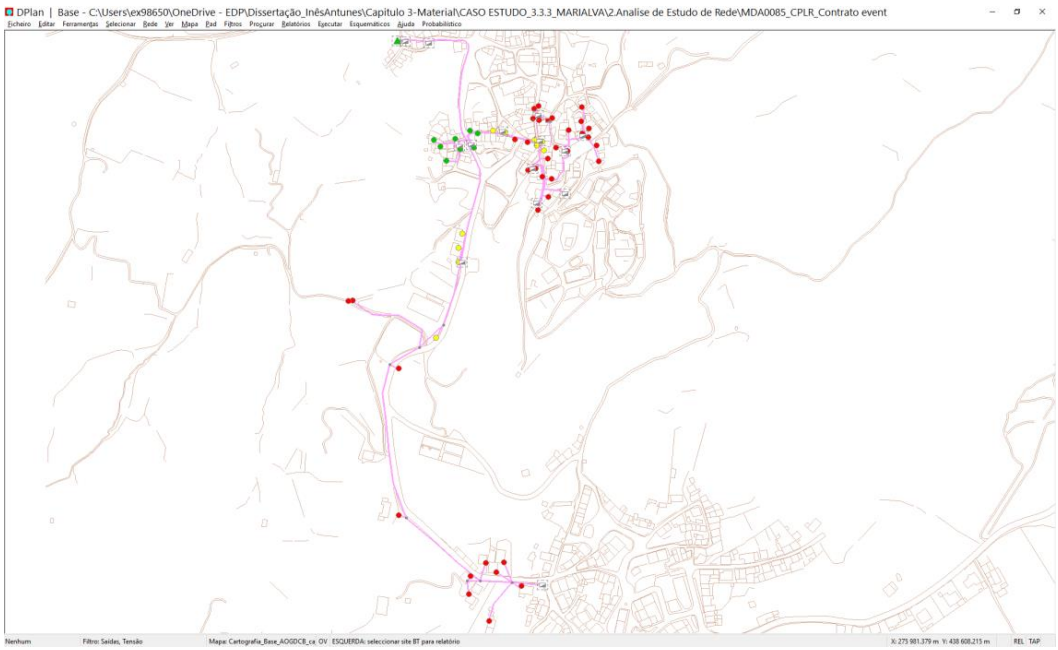

Figura D-80. Situação inicial após a inserção do cliente e respetivos contratos eventuais.

Na Figura D-80, apresenta-se a simulação no programa corporativo *Dplan* após a inserção do cliente 27,60 kVA e dos contratos eventuais solicitados pelo Município no período da feira medieval. Assim, pode observar-se que o PTD fica com variação máxima de tensão de 14,53 %, valor este não regulamentado.

D.2.1.4. Solução Proposta

Por forma a resolver o problema quer do requerente, quer por parte do Município, criou-se um novo circuito a cabo LVAV 3x185 + 95 que alimentará um novo armário de distribuição a colocar no cruzamento de acesso ao centro histórico. A partir do novo armário, criar-se-á um novo troço a cabo LVAV 3x185 + 95 que alimentará o armário de distribuição A3023. Por fim, elaborar-se-á um novo troço a cabo LSVAV 4x95 com o objetivo de alimentar o parque de estacionamento da feira medieval e um possível futuro cliente. Através da simulação em *Dplan* (Figura D-81) verifica-se uma variação máxima de tensão de 5,54 % no circuito 3 e 6,18 % no novo circuito.

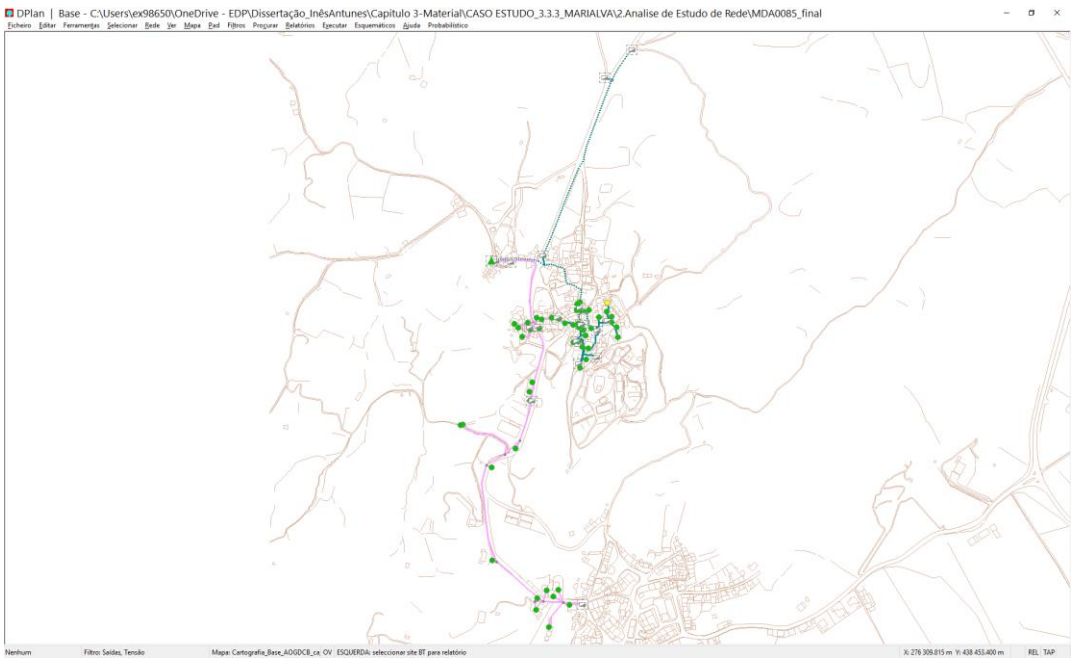

Figura D-81. Solução proposta.

D.3. Projeto da RSBT

Após deslocação ao terreno, por forma a verificar a solução para a respetiva remodelação e ampliação da RSBT, associadas ao PTD 0909D3008500, chegou-se a acordo com o respetivo Município do modo de execução da obra. Foi acordado que as infraestruturas de construção civil (valas e tubagem) seriam efetuadas pelo Município, enquanto que, posteriormente, as infraestruturas elétricas seriam todas construídas pela EDPD.

O projeto da remodelação e ampliação da RSBT foi tratado internamente na EDPD, sendo enviado todo o projeto de valas e rede de tubagem ao respetivo Município. Após esta etapa, o Município procedeu à adjudicação da obra mencionada, tendo sido desagregada em duas distintas: troço em direção ao parque

de estacionamento da feira medieval e futuro cliente a alimentar (1.ª parte) e troço de interligação da rua principal ao centro histórico da aldeia (2.ª parte).

Na fase de projeto, estipulou-se o uso de dois perfis de vala distintos. A saída do PTD em direção ao centro histórico foi projetada com um perfil de vala de MT (Figura D-83) com o objetivo de preparar toda a infraestrutura subterrânea para a possibilidade de alimentação de um futuro PTD ou PTC a colocar no centro histórico da aldeia. Na restante vala, em direção ao parque de estacionamento da feira medieval e futuro cliente a alimentar, usou-se o perfil de vala de BT, Figura D-84. Nesta intervenção, projetaram-se duas travessias de estrada, considerando uma profundidade de 1,50 m. Na zona afeta à 1.ª parte da obra, optou-se por colocação de tubagem, do tipo PEAD 63, preparada para a colocação de futuras colunas IP a instalar, ficando os negativos no solo devidamente tamponados.

Desde a saída do QGBT do PTD até à caixa de visita (Figura D-85) da bifurcação dos dois ramos, procedeu-se à colocação de uma vala de perfil de MT com a instalação de 4 tubos do tipo PEAD 125 e um tubo PEAD 63. Em relação ao ramo em direção ao parque de estacionamento, optou-se pela colocação de uma vala de perfil de BT com a instalação de dois tubos do tipo PEAD 125 e um tubo PEAD 63. Relativamente ao ramal em direção ao centro histórico da aldeia, devido à dificuldade de abertura de vala, por ser uma aldeia histórica, projetou-se uma vala de perfil de MT com a instalação de um tubo do tipo PEAD 160, dois tubos PEAD 125 e um tubo PEAD 63.

Através do QGBT do PTD 0909D3008500, do tipo construtivo AI, isto é, PTD aéreo com interruptor seccionador, foi projetado um novo circuito, circuito 1, a cabo LVAV 3x185 + 95 até ao armário de distribuição, do tipo W (2T2+4T00), a instalar, com referência A1090, junto à estrada principal. Este armário de distribuição permite a desagregação e respetiva proteção de dois ramos distintos, um para a 1.ª parte da obra e outro para a 2.ª parte. A proteção do circuito de saída do QGBT projetou-se com fusíveis do tipo FAC 200 A T1. Relativamente ao armário de distribuição BT, do tipo W (2T2+4T00), A1090, no tribloco 3, projetaram-se a colocação de fusíveis do tipo FAC 200 A T2, enquanto que no tribloco 4 apenas se projetaram fusíveis do tipo FAC 160 A T2 de forma a proteger o ramo a cabo LSVAV 4x95 a alimentar o armário de distribuição A1091, junto ao parque de estacionamento. Quanto aos tribocos 1, 2, 5 e 6 ficarão de reservas para futuras alimentações. O tribloco 3 do armário A1091 permite a alimentação do mesmo enquanto que o tribloco 4, protegido com fusíveis do tipo FAC 160 A T2, permite a alimentação em direção ao armário A1092, armário este que servirá para alimentação de um futuro cliente. Em ambos os armários foram projetados, para o tribloco 3, fusíveis do tipo FAC 160 A T2, ficando os restantes triblocos de reservas para futuras alimentações.

Relativamente ao ramo que dá acesso ao centro histórico, projetou-se uma nova saída, circuito 2, a cabo LVAV 3x185 + 95, alimenta entre o QGBT e o armário referenciado como A3023.

A fim de efetuar toda a remodelação associada ao local de estudo, surgiu um pedido de alimentação para uma potência de 27,60 kVA, tal como mencionado anteriormente, no qual foi optada, na fase de valorização, a construção do ramal de uso partilhado por parte do cliente. O uso partilhado mencionado trata-se da remodelação da RSBT entre os armários A3022 e A3023, a cabo LVAV 3x185 + 95, surgindo uma pequena ampliação a cabo LVAV 3x185 + 95 para alimentação de um novo armário que alimentará a

respetiva baixada a cabo LSVAV 4x35. Assim, após o fecho do PLR, a EDPD prosseguirá com a passagem de um cabo LVAV 3x185 + 95 entre o novo armário e o armário A3027. Este último serve para pedidos de contratos eventuais associados à feira medieval anual.

Devido às condicionantes presentes na localidade do estudo de caso, aldeia histórica, obriga a um parecer por parte da entidade IGESPAR, com a necessidade de acompanhamento obrigatório, durante a fase de execução, por parte de um arqueólogo.

Na Figura D-82, pode ser visualizado o projeto do estudo de caso, em *AutoCad*.

D.4. Execução

Tal como mencionado no projeto, o município ficou encarregue das infraestruturas de construção civil. Assim, derivado à urgência de alimentação de um novo cliente, o município procedeu à execução da primeira parte da obra (abertura de valas e tubagem), tendo tido necessidade de adjudicar a obra a uma empresa credenciada para a execução dos respetivos trabalhos.

Após a conclusão dos trabalhos, o município procedeu à entrega de toda a documentação de execução de obra por uma entidade terceira, incluindo o auto de entrega e termo de responsabilidade de execução de trabalhos, por forma a entrar para o cadastro da rede gerida pelo ORD. Posteriormente, após a verificação e respetiva auditoria à obra mencionada, prosseguiu-se à orçamentação das infraestruturas elétricas por parte da EDPD. Posteriormente prosseguiu-se com a adjudicação da obra ao PSE, uma vez que se trata de uma obra por empreitada contínua. O PSE começou pela colocação dos armários de distribuição e posterior passagem dos respetivos cabos, de forma a criar todas as infraestruturas projetadas anteriormente.

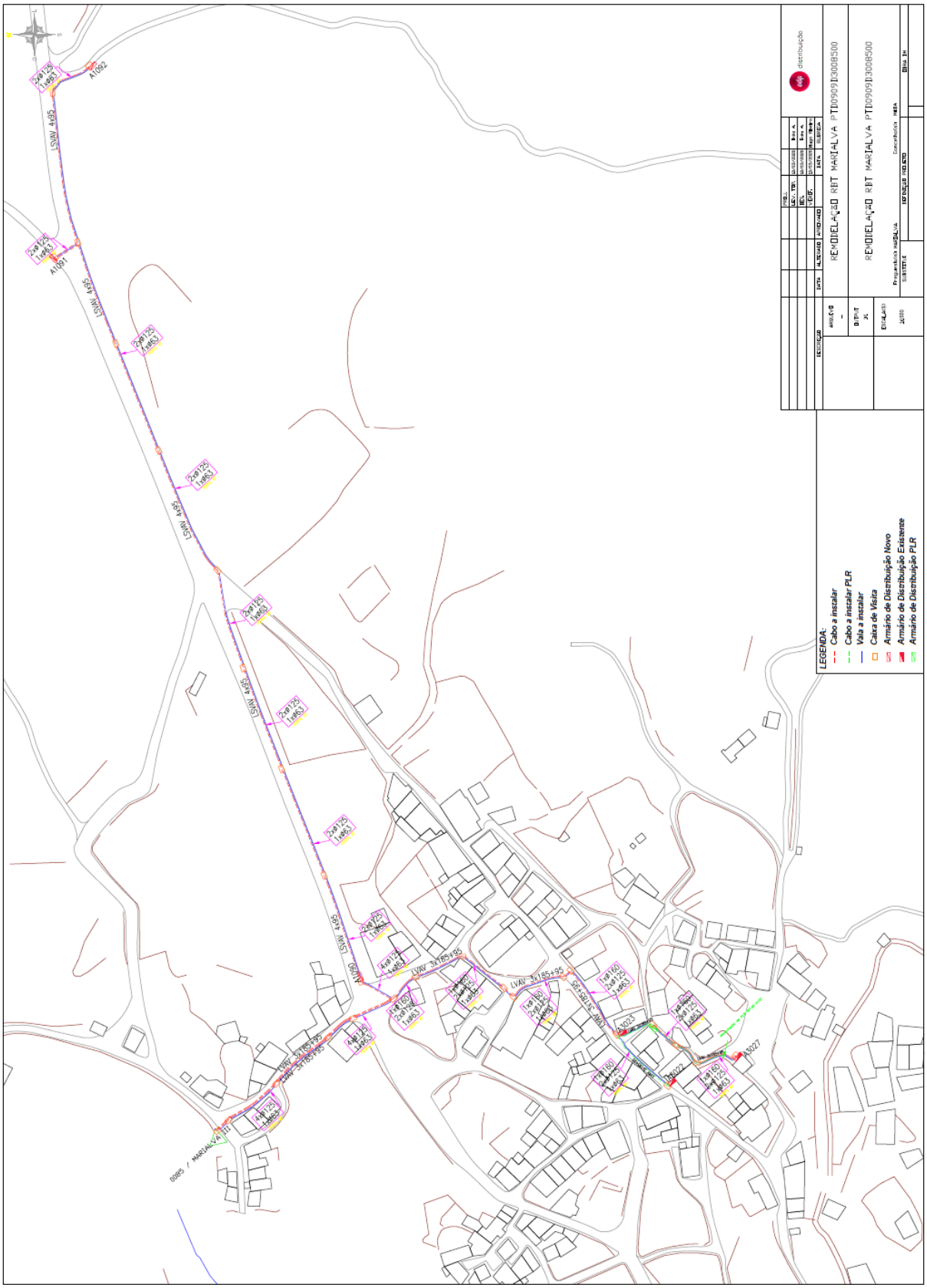

Figura D-82. Projeto da solução proposta, em AutoCad.

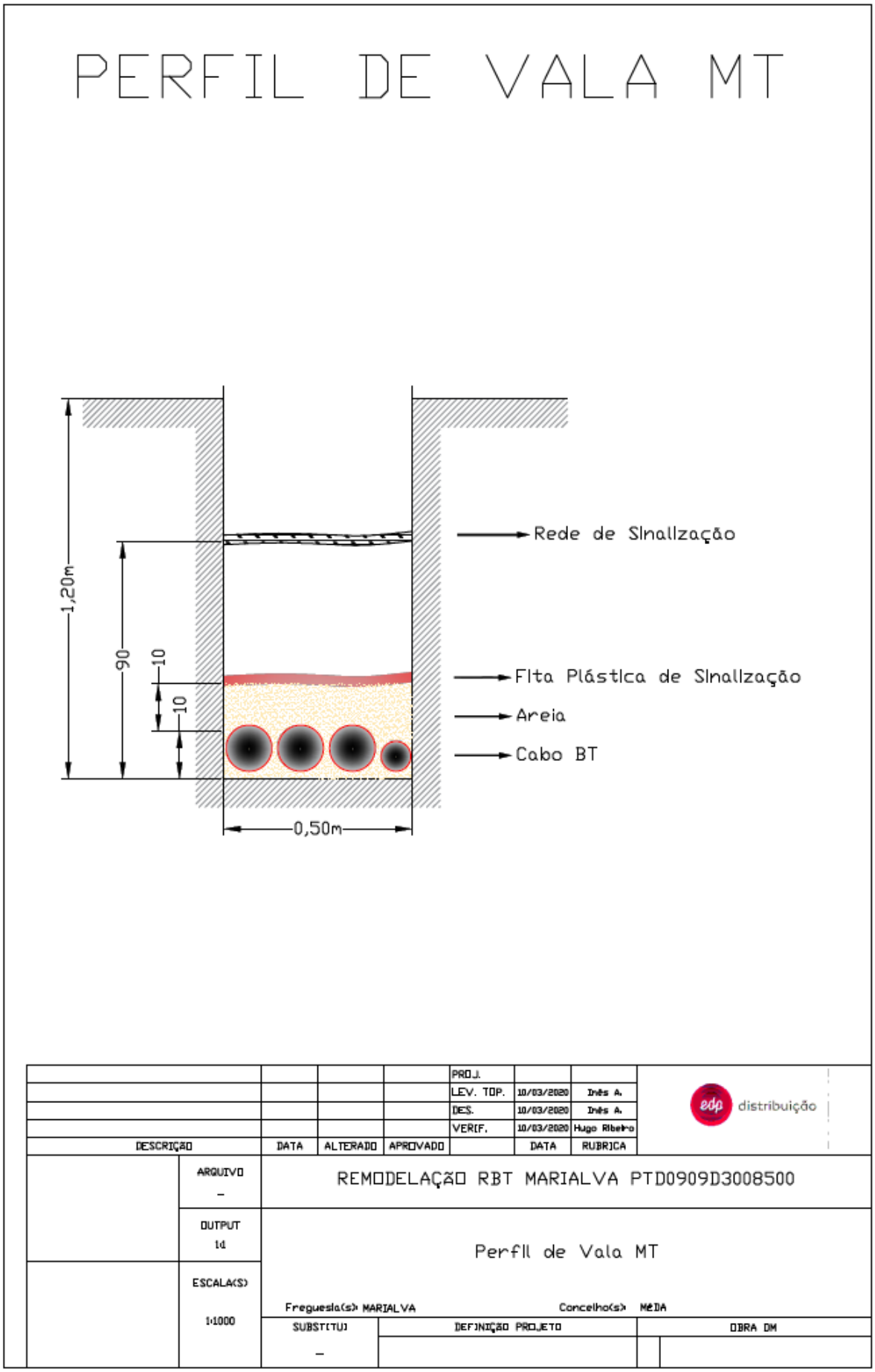

Figura D-83. Perfil de vala MT.

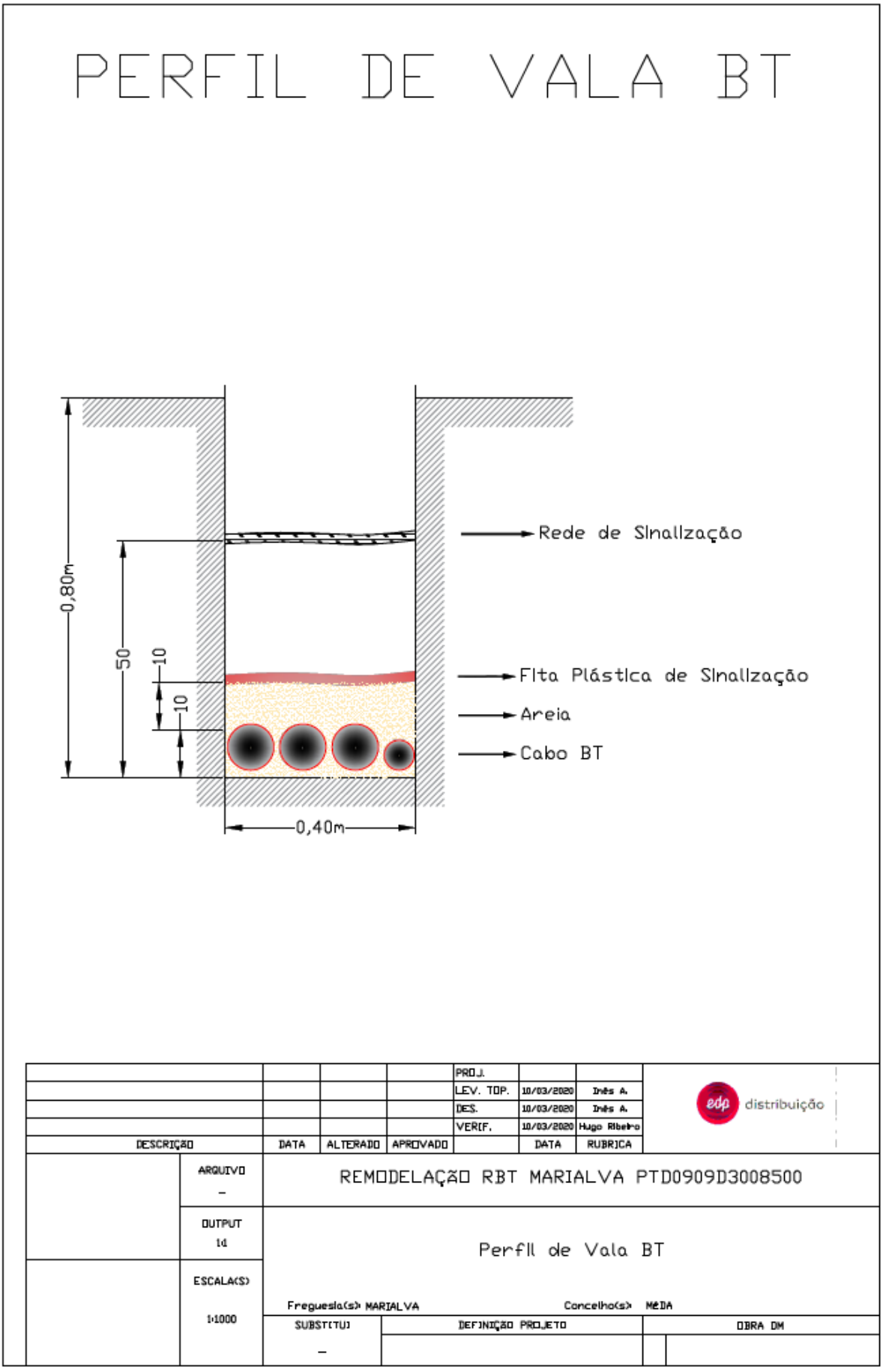

Figura D-84. Perfil de vala BT.

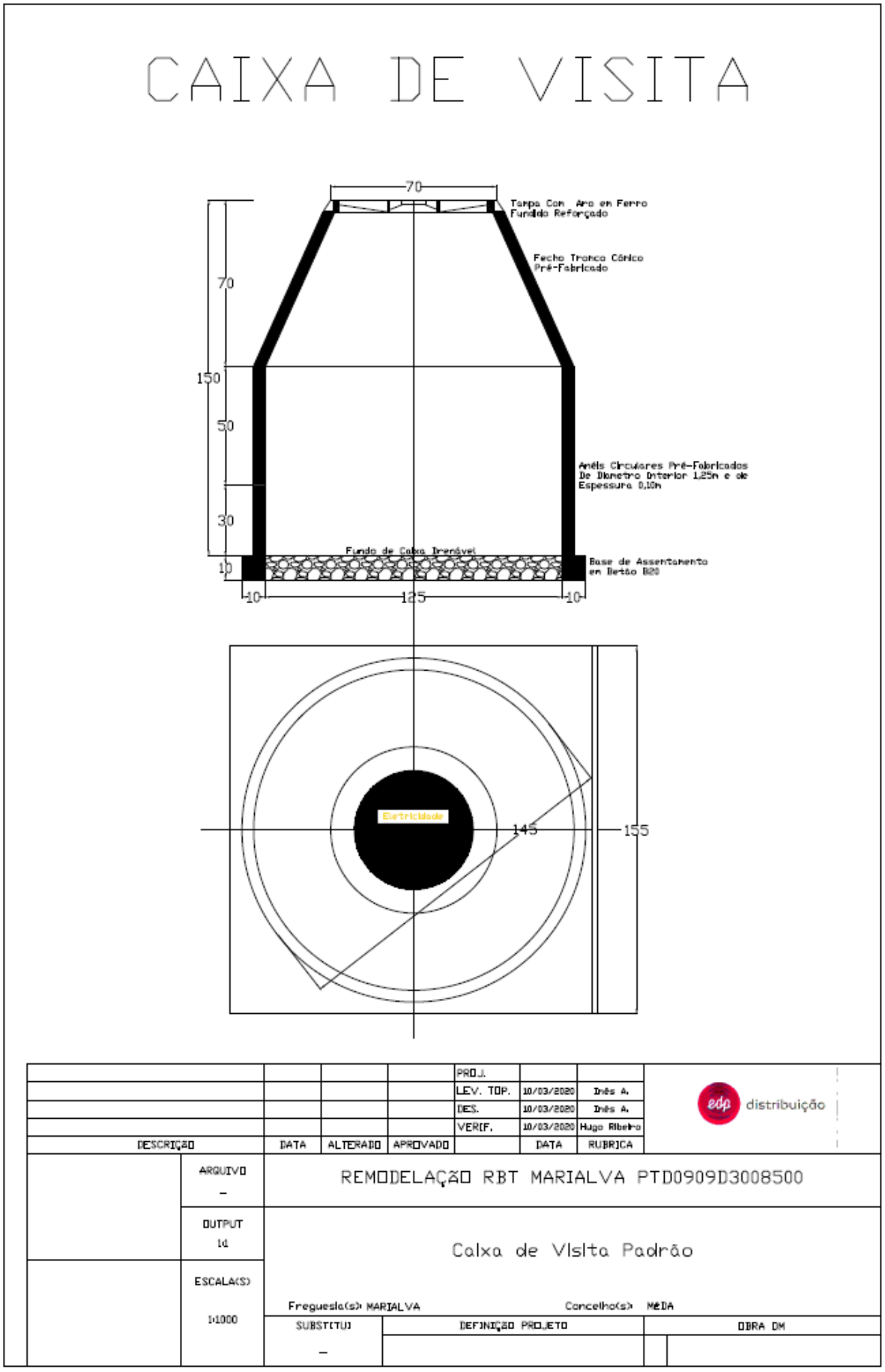

Figura D-85. Caixa de visita para a rede subterrâneas.

Apêndice E
Estudo de Caso– Covilhã

E.1. Pré-análise

O estudo de caso apresentado abaixo retrata um pedido do tipo PB40, Modificação e Desvio de Rede. O requerente em questão, Município da Covilhã, solicitou à EDPD o desvio da rede BT da zona envolvente do edifício do antigo Teatro Municipal, localizado na Rua Fernão Penteado, freguesia e localidade da Covilhã. Na Figura E-86, apresenta-se o croqui com a localização da zona do desvio de rede solicitado.

Figura E-86. Croqui da localização da rede a modificar.

E.2. Levantamento da Rede BT

Para o desvio solicitado pelo Município, foi necessário o deslocamento ao local para realizar o levantamento da rede já existente. Assim, verificou-se a existência de um cabo do tipo LXS 4x25 + 16 na fachada do edifício, com modo de colocação em rede pousada. Este cabo alimentava cinco baixadas para as lojas do rés-do-chão situadas no edifício do Teatro Municipal. As mesmas apresentavam anomalias ao nível de segurança de pessoas e bens, estando os grupos de contagem das lojas no interior do próprio edifício, com a passagem das respetivas baixadas, na laje do piso 1 para o rés-do-chão.

No terreno, foram analisadas várias possibilidades de modificação do desvio em questão, apresentadas abaixo:

- Hipótese 1, Figura E-87: colocação de rede pousada com cabo LXS 4x50 + 16, na fachada do edifício, e respetivas baixadas a cabo LSVAV 4x16, com necessidade de uma travessia da estrada de acesso ao maciço central da Serra da Estrela a cabo LSVAV 4x50, a ligar no armário de distribuição BT com referência A2042;
- Hipótese 2, Figura E-88: colocação de rede pousada com cabo LXS 4x50 + 16, na fachada do edifício, e respetivas baixadas a cabo LSVAV 4x16, com descida de parede a cabo LSVAV 4x50, a ligar no armário de distribuição BT com referência A5891;

- Hipótese 3, Figura E-89: colocação de um novo armário de distribuição BT, no passeio junto à fachada do Teatro Municipal, com alimentação do mesmo com cabo LSVAV 4x95, com necessidade de uma travessia da estrada de acesso ao Maciço Central da Serra da Estrela a cabo LSVAV 4x50, a ligar no armário de distribuição BT com referência A2042, e respetivas baixadas subterrâneas a cabo LSVAV 4x16 para as lojas;
- Hipótese 4, Figura E-90: colocação de um novo armário de distribuição BT, em local negociado com o departamento de obras do Município da Covilhã, alimentado através de cabo LSVAV 4x95, a ligar no armário de distribuição com referência A1046, e respetivas baixadas subterrâneas a cabo LSVAV 4x16 para as lojas.

Após efetuada a negociação entre a EDPD e o departamento de obras do Município da Covilhã, tendo em conta a melhor solução ao nível da segurança de pessoas e bens, QST e derivado a ser um edifício de Património Nacional, não permitindo a colocação de qualquer tipo de cabos (rede elétrica e de telecomunicações), a fim de obter a melhor solução do ponto de vista estético, optou-se pela hipótese 4. Outra das condicionantes a influenciar esta solução foi a futura concretização da travessia da estrada de acesso ao maciço central da Serra da Estrela, sendo esta a única alternativa para veículos pesados de mercadorias e de passageiros, implicando o corte da mesma e impossibilitando o trânsito no ato da execução da obra, tornado as hipóteses 2 e 3 impossíveis de concretizar.

E.3. Projeto e Orçamento da Modificação

Após encontrada a solução ideal, começou por desenhar-se/orçamentar-se, no programa corporativo SITRD-DM, a respetiva RSBT, por forma à modificação requerida. Para a alimentação das cinco baixadas das lojas do rés-do-chão do Teatro Municipal, optou-se pela colocação, para cada uma das baixadas, de cabo LSVAV 4x16, embora algumas das lojas tivessem contratos monofásicos. Este facto deve-se à dificuldade de execução de obras na rua a intervir, garantindo a possibilidade, caso os proprietários das lojas pretendam, a concretização de um contrato trifásico. Relativamente às baixadas, foi projetada a ligação no novo armário de distribuição BT, do tipo W (2T2+4T00). Projetou-se também que as respetivas baixadas fossem ligadas nos triblocos 1, 2, 4, 5 e 6 do armário de distribuição BT, através de fusíveis do tipo FAC 63 A T00, enquanto que no tribloco 3 projetou-se a colocação de fusíveis do tipo FAC 160 A T2. É de salientar que no tribloco 4, normalmente usado para a saída para a alimentação de um armário de distribuição BT seguinte, derivado a todos os inconvenientes de colocação de um armário na zona envolvente ao Teatro Municipal, procedeu-se à montagem de uma baixada no respetivo tribloco, impossibilitando assim a alimentação de futuros armários através do armário em questão. A alimentação do novo armário foi realizada a cabo LSVAV 4x95 a partir do armário de distribuição BT com referência A1046.

Uma vez que estamos perante uma RSBT, houve a necessidade de efetuar valas para a colocação de tubagem elétrica para posteriormente colocação das infraestruturas elétricas. Assim, no troço de ligação do armário de distribuição BT com referência A1046 ao novo armário, colocou-se um tubo do tipo PEAD 160, dois tubos PEAD 125 e um tubo PEAD 63, com a finalidade de, em casos futuros de remodelação da

rede elétrica na rua em questão, existir a possibilidade para a passagem de novas infraestruturas elétricas, permitindo também a colocação de rede MT. No troço do novo armário de distribuição BT até à loja número 7, foi colocado um tubo do tipo PEAD 160, dois tubos PEAD 125 e um tubo PEAD 63, mantendo a redundância mencionada anteriormente, e também cinco tubos PEAD 63 para as respetivas baixadas. O perfil de vala usado (Figura E-93), derivado à redundância mencionada, teve de ser perfil de vala MT. Além disso, relativamente às caixas de visita (Figura E-92), instalou-se apenas uma caixa junto ao novo armário de distribuição BT, devido a que as condições presentes no local não permitiriam a colocação normalizada para obras RSBT [46].

Na Figura E-91, pode ser visualizado, de forma resumida, o orçamento do respetivo desvio.

E.4. Execução

Como se está perante uma obra subterrânea com necessidade de abertura de vala, segundo o Contrato de Concessão BT, existe a necessidade de um parecer municipal face ao mesmo [9] e [47]. Com a aprovação do parecer do Município, foi solicitado pelo mesmo a necessidade de uma autorização à entidade da Polícia de Segurança Pública. Isto advém devido a ser uma rua com extrema afluência de trânsito e passagem de peões, e também à necessidade de corte do passeio do lado esquerdo no sentido ascendente ao acesso do maciço central da Serra da Estrela e o corte parcial da faixa de rodagem do mesmo lado. Para a emissão do parecer por parte da Polícia de Segurança Pública foi necessário elaborar um cronograma de execução de trabalhos afetos a toda a obra, bem como a criação do respetivo manual de sinalização em obra [48].

Para garantir todas as condições de segurança na fase de execução da obra, foi solicitado acompanhamento policial (2 elementos) na fase de execução. Assim, garante-se o corte da facha da esquerda no sentido ascendente ao maciço central permitindo a execução da obra em condições de segurança, garantindo o lema da EDPD: “zero acidentes”.

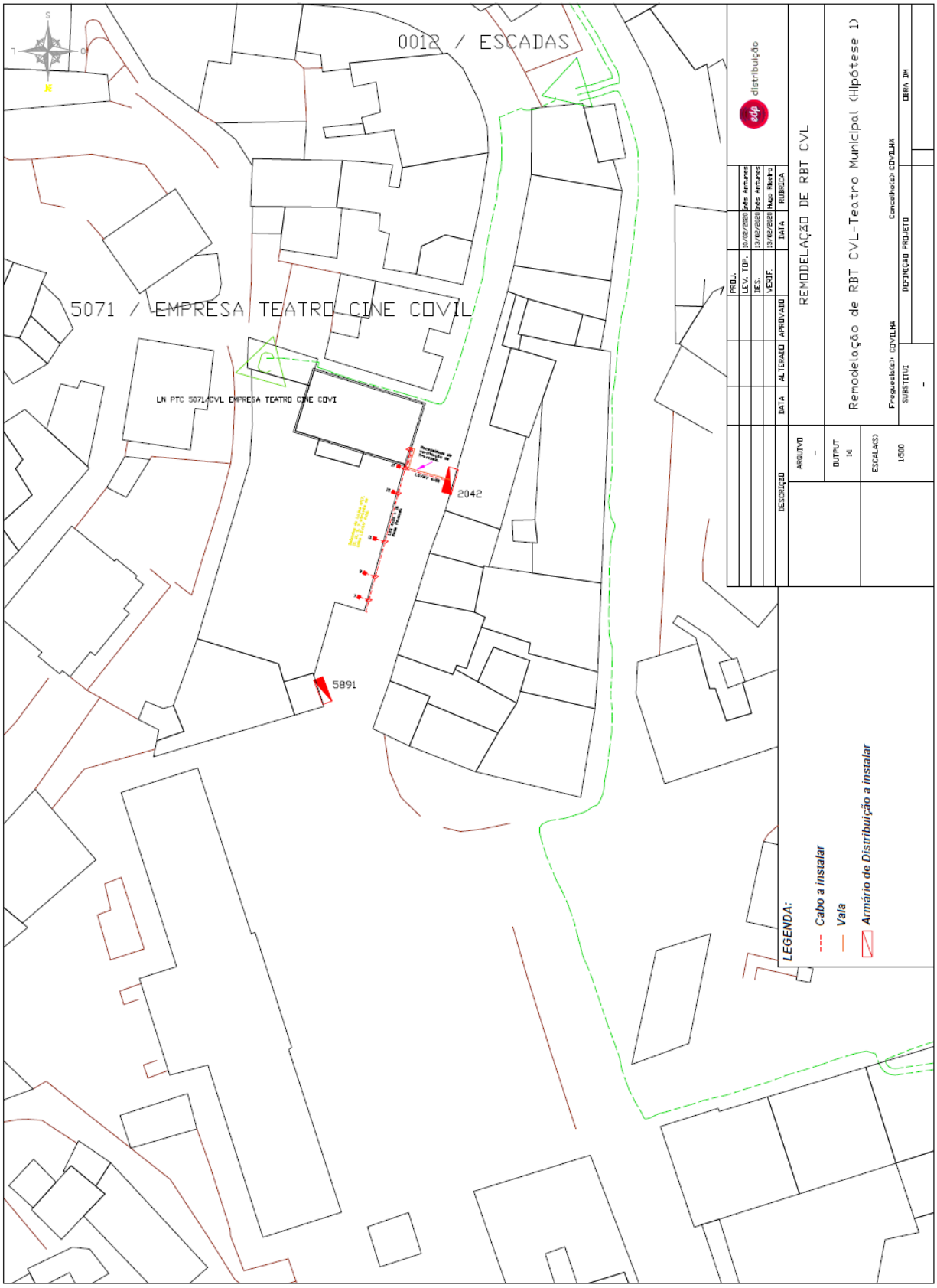

Figura E-87. Hipótese 1 da modificação da rede BT, em AutoCad.

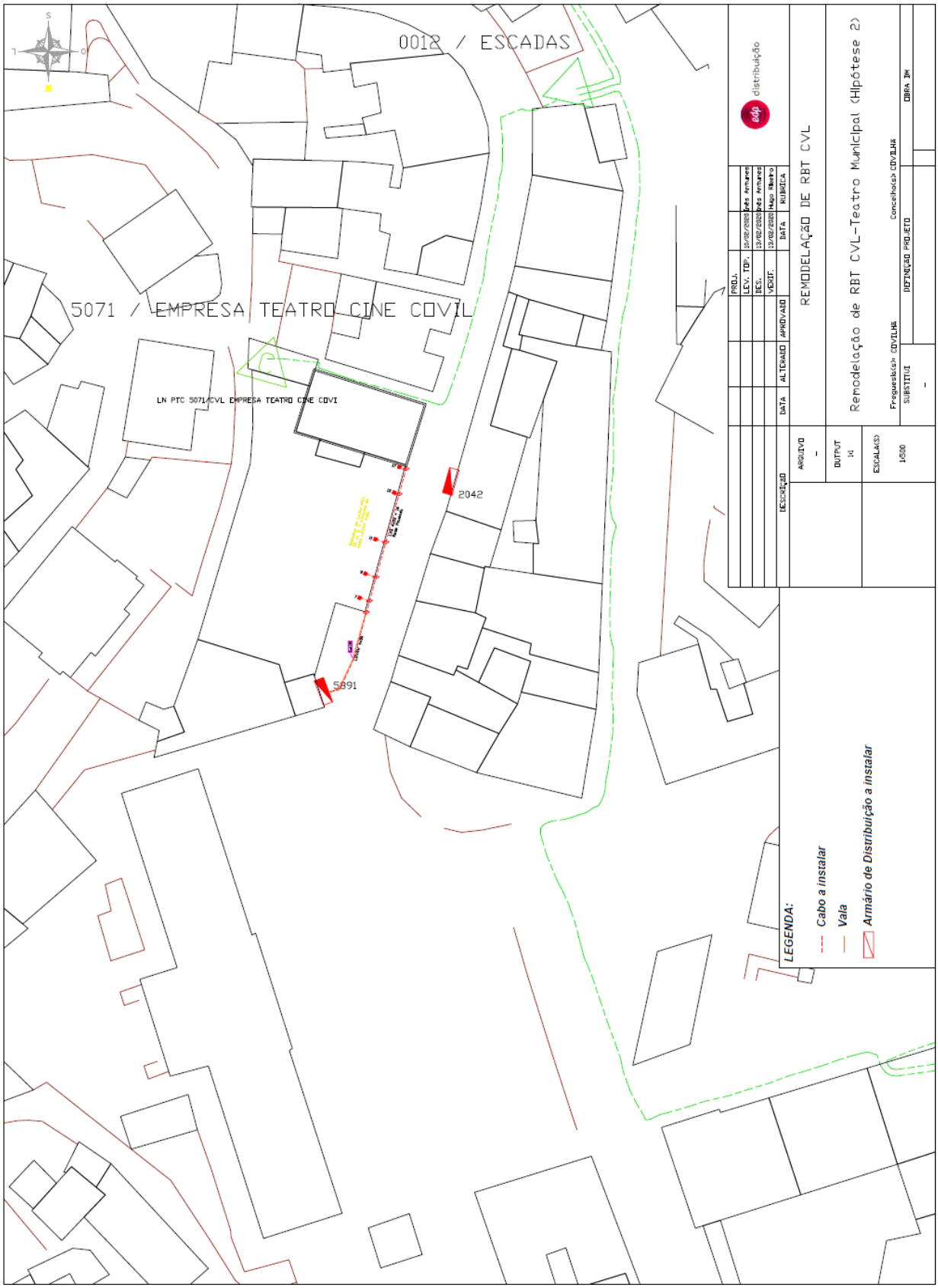

Figura E-88. Hipótese 2 da modificação da rede BT, em AutoCad.

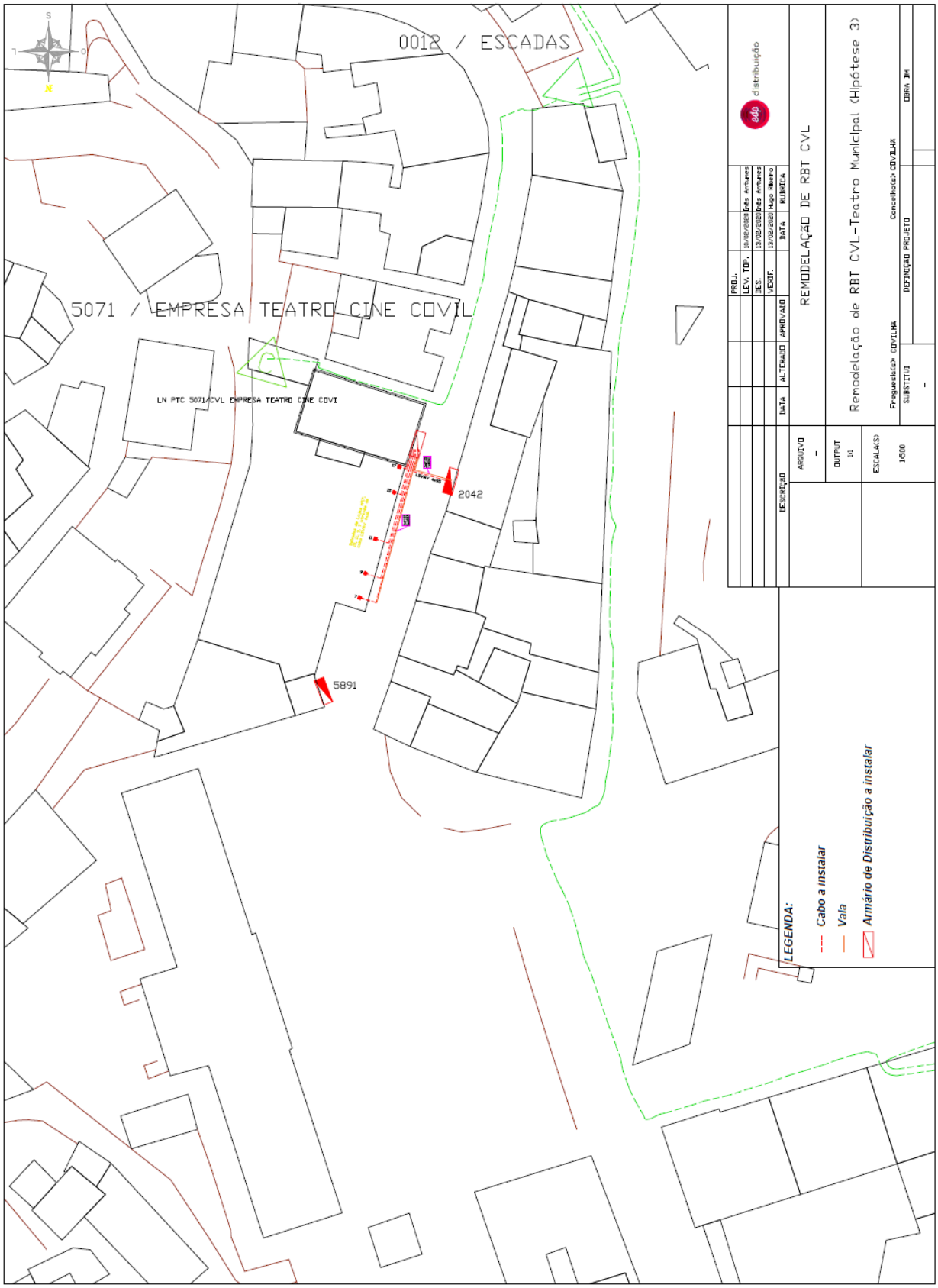

Figura E-89. Hipótese 3 da modificação da rede BT, em AutoCad.

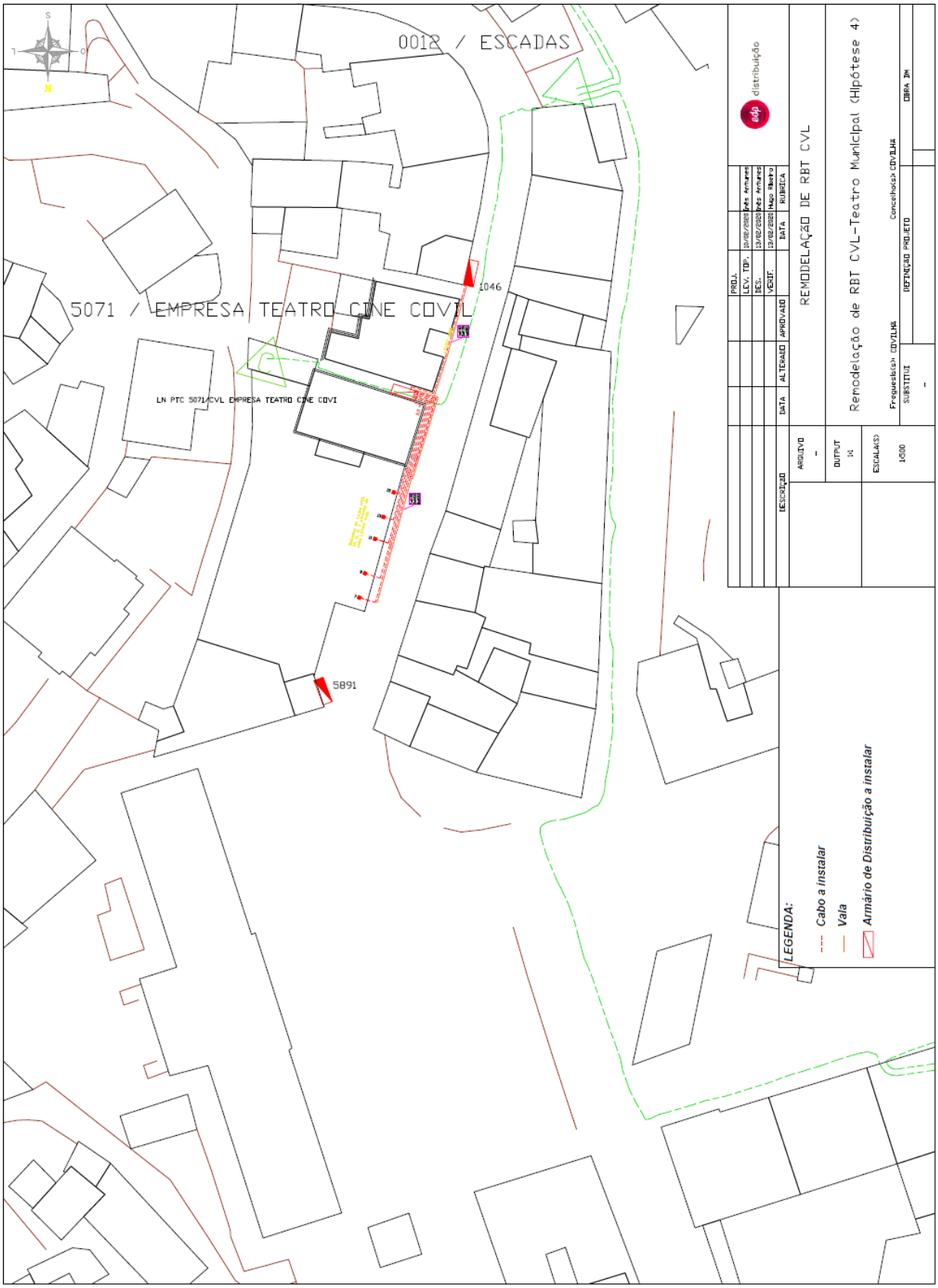

Figura E-90. Hipótese 4 da modificação da rede BT, em AutoCad.

edp distribuição

FOLHA DE ORÇAMENTAÇÃO

DADOS DO PROJETO	
CONTATO ISU	ILP501436308393
DEFINIÇÃO DE PROJETO (DP)	2800-20C011252
PEDIDO DE LIGAÇÃO À REDE (PLR)	190001909343

DADOS DO RAMAL	
REQUERENTE	MUNICIPIO DA COVILHÃ
RUA	RUA FERNÃO PENTEADO
CONCELHO	COVILHÃ
DISTRITO	CASTELO BRANCO

DADOS TÉCNICOS	
POT. REQUISIT.	0 kVA
TIPO DE PEDIDO	PB40

DADOS DA ORÇAMENTAÇÃO			
DESIGNAÇÃO	**OPERAÇÃO**	**QUANT.**	**UNID.**
Tarefas referentes às Infraestruturas de Construção Civil			
Abertura e tapamento de vala MT	Instalar	70	m
Caixa de visita Rede Elétrica	Instalar	1	un
Reposição Cubo/Bloco/Betunilha/Seixo/Macadão/Mármore/Mosaico	Instalar	49	m
Montagem Tubo PEAD 160	Instalar	70	m
Montagem Tubo PEAD 125	Instalar	140	m
Montagem Tubo PEAD 63	Instalar	248	m
Tarefas referentes às Infraestruturas Elétricas			
Cabo LSVAV 4x95mm	Instalar	25	m
Terminação + Ligação Cabo 16 < LSVAV <= 95 mm2	Instalar	2	un
Cabo LSVAV 4x16mm	Instalar	225	m
Terminação + Ligação Cabo LSVAV <= 16 mm2	Instalar	10	un
Subida a parede Cabo LSVAV 4x16 mm2	Instalar	5	un
Preparação de entrada p/ Cabo chegada aérea	Instalar	5	un
Deslig./Lig. Cabo LXS Mono/Tri (mão de obra)	Instalar	5	un
Eletricista horário normal	Instalar	33,5	h
Armário BT tipo W c/ maciço pré-fabricado	Instalar	1	un
Fusível FAC 63 A T00	Material	15	un
Fusível FAC 160 A T2	Material	6	un
Cabo LXS 4x50 + 16	Remover	40	m
Cabo LXS 2x16	Remover	20	m

ORÇ.: 14/03/2020 Inês Antunes
VERIF.: 14/03/2020 Hugo Ribeiro

Figura E-91. Folha de Orçamentação da modificação da rede BT.

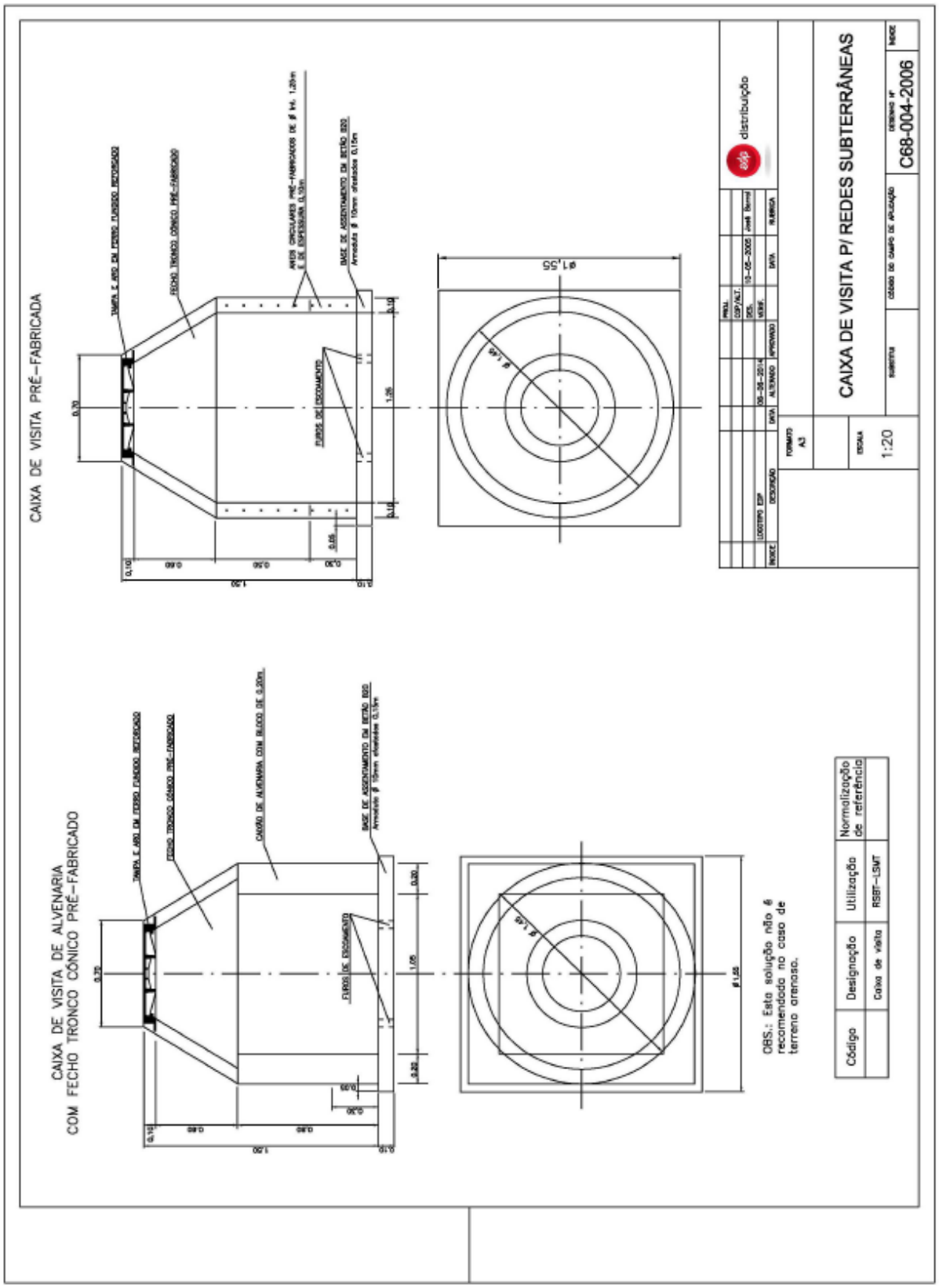

Figura E-92. Caixa de visita para redes subterrâneas.

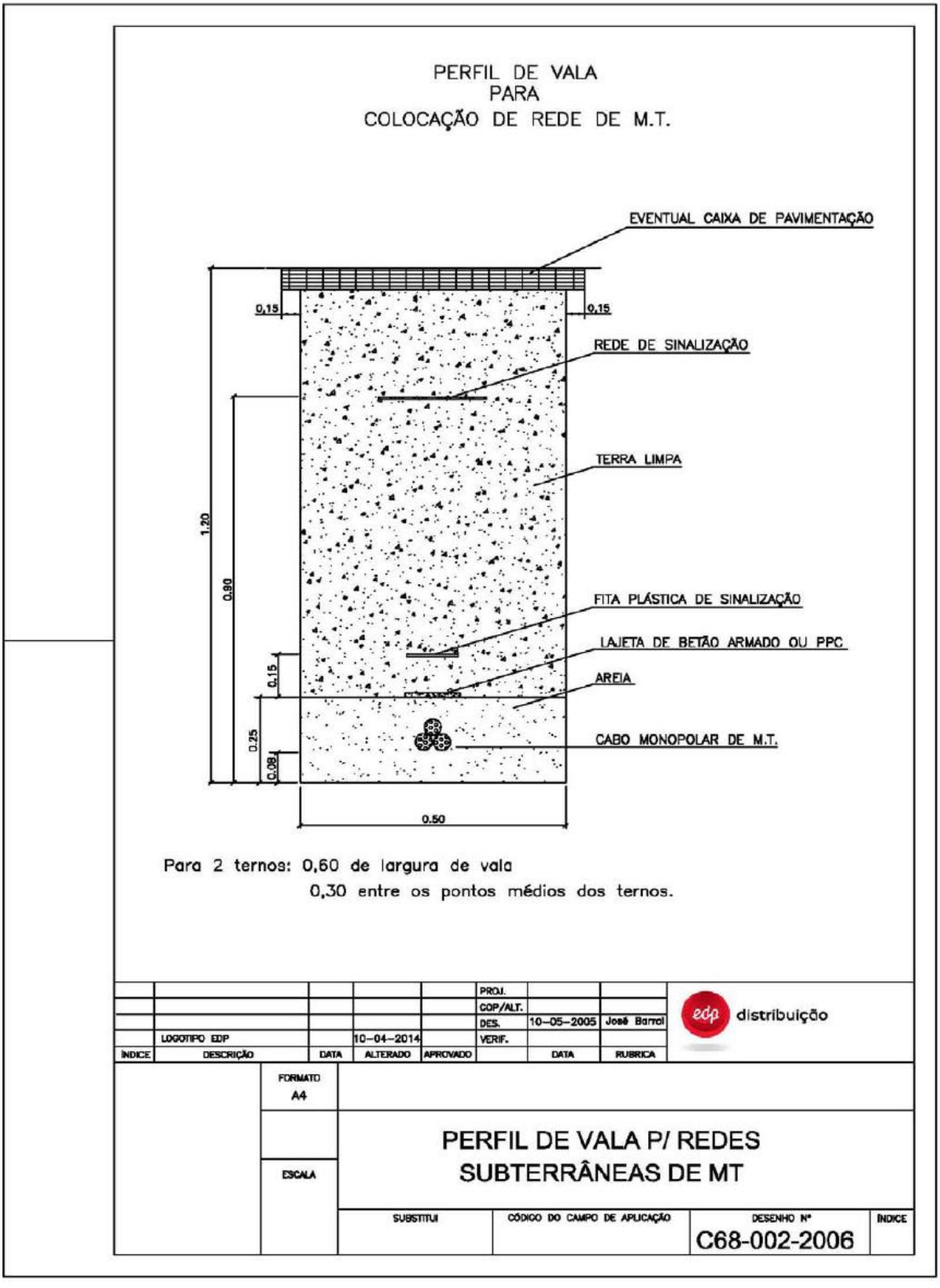

Figura E-93. Perfil de vala da rede MT.

Apêndice F
Manual de Utilizador

F.1. Requisitos do Sistema

Os requisitos mínimos recomendados para a uso do Modelo de Gestão e Controlo de Processos são os seguintes:

- CPU: *Core i3* ou superior;
- RAM: 8 GB ou superior;
- Disco rígido: 1 GB;
- Sistema operativo: *Windows 7* ou superior;
- Aplicação *Microsft Office 2016* ou superior;

F.2. Instalação do Modelo

O utilizador deverá colocar a pasta **CONTROLO_ALR_V2** no seu ambiente de trabalho. O mesmo deverá contactar um dos administradores por forma à alteração das diretorias de *input* e *output* do sistema.

Após efetuar os passos descritos anteriormente, o modelo estará pronto a ser utilizado.

F.3. Início de Utilização

Para iniciar o **Modelo de Gestão e Controlo de Processos**, o utilizador deverá carregar sobre o ícone de **Atalho** guardado na raiz da pasta **CONTROLO_ALR_V2**.

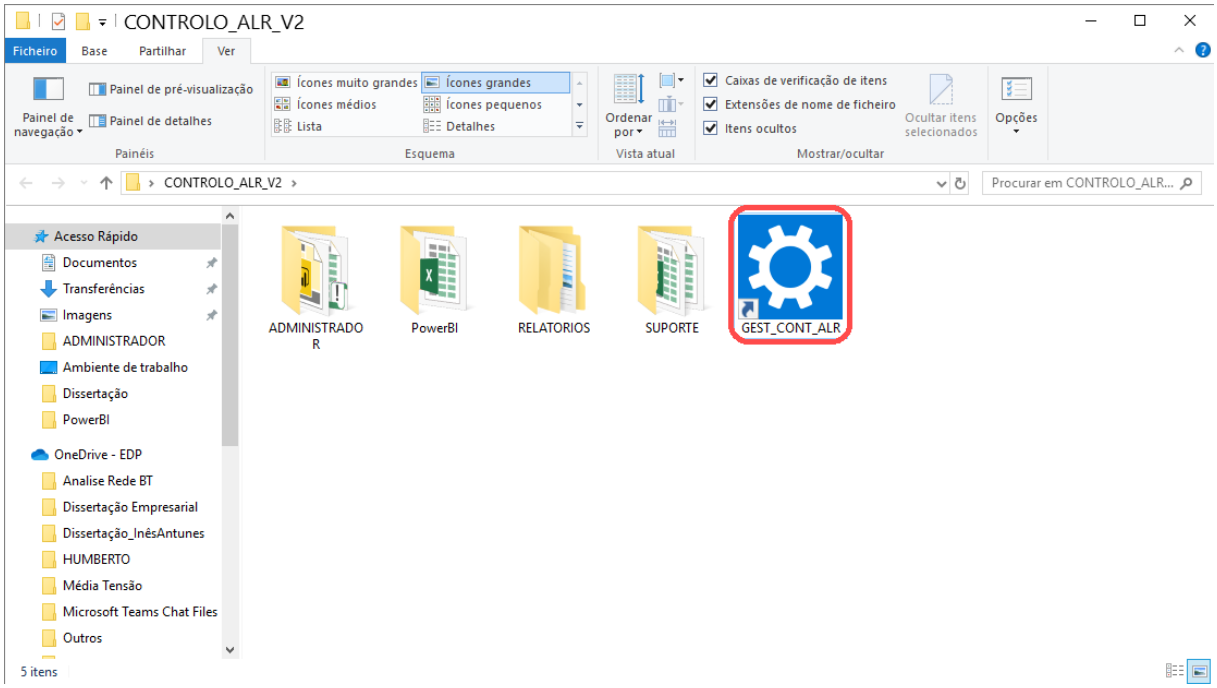

Figura F-94. Diretoria do Modelo de Gestão e Controlo de Processos.

F.3.1. Menu Member Login

Posteriormente, surgirá o **Menu *Member Login***, onde o utilizador terá de preencher os campos ***User*** e ***Password***.

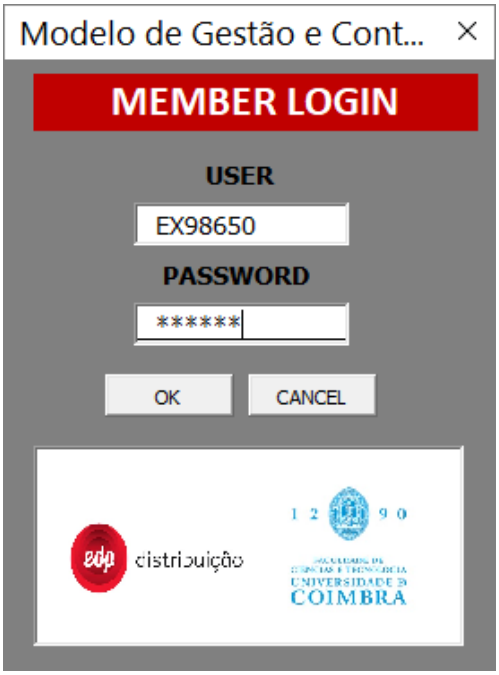

Figura F-95. Menu *Member Login*.

O utilizador deverá introduzir as credenciais e, posteriormente, pressionar o botão ***OK***. Caso as credenciais estejam corretas, será aberto o **Menu Principal**. Caso contrário, aparecerá uma mensagem de alerta (Figura F-96).

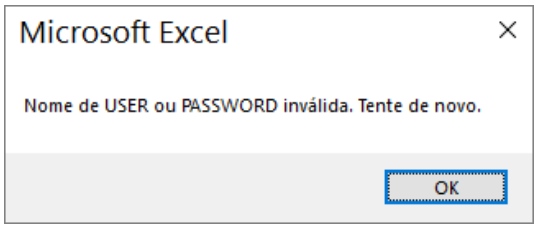

Figura F-96. Mensagem de alerta de credenciais erradas.

O botão ***CANCEL*** permite ao utilizador sair do modelo, no entanto antes de ser efetuada a ação, aparecerá uma mensagem de alerta (Figura F-97).

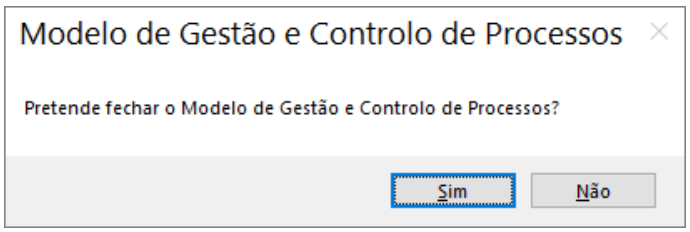

Figura F-97. Mensagem de alerta após pressionar o botão *CANCEL*.

Caso o utilizador pressione o botão **SIM,** o modelo será fechado, caso contrário permanecerá no **Menu *Member Login***.

F.3.2. Menu Principal

O **Menu Principal** é constituído por três botões de funções básicas do sistema e uma multi janela com três separadores distintos.

E.3.2.1. Botão Histórico

Quando o utilizador pressionar o botão **HISTÓRICO**, será atualizada a data da última atualização dos quatro campos disponíveis no **Menu Principal**. Desta forma, existe a possibilidade de o utilizador confirmar a data da última atualização do sistema.

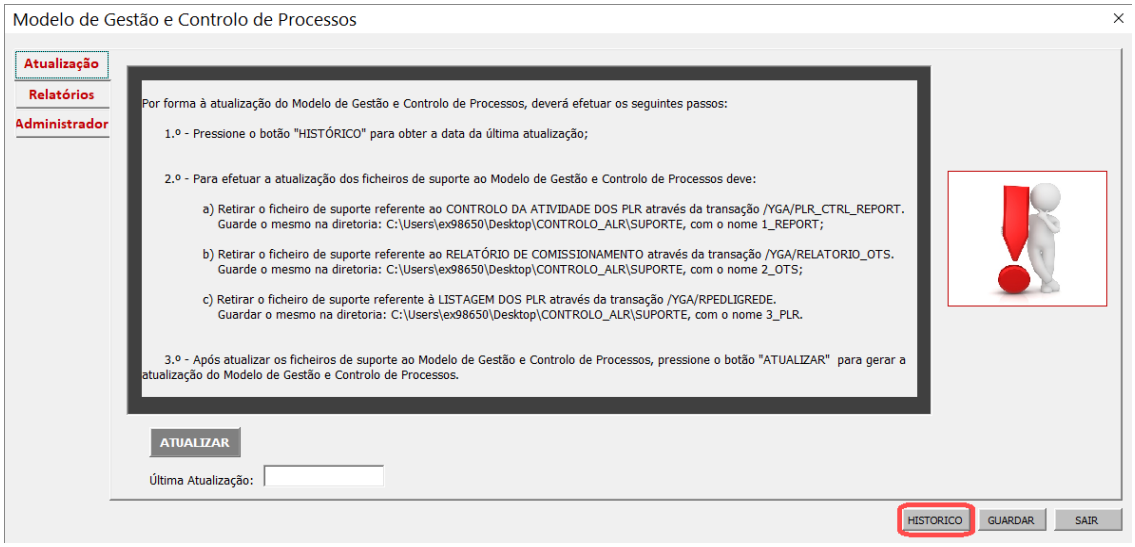

Figura F-98. Botão HISTÓRICO.

F.3.2.2. Botão Guardar

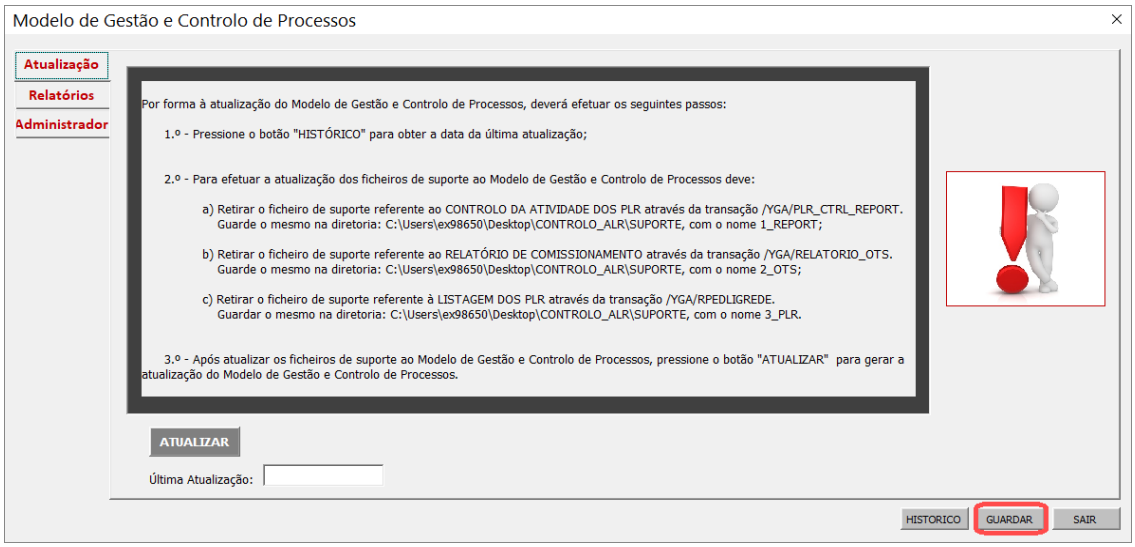

Figura F-99. Botão GUARDAR.

Quando o utilizador pressionar o botão **GUARDAR** surgirá uma mensagem de alerta.

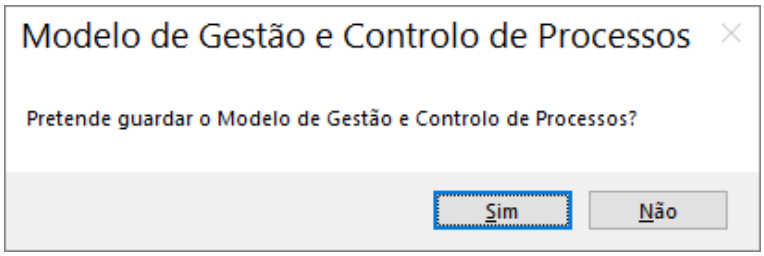

Figura F-100. Mensagem de alerta após pressionar o botão GUARDAR.

Apenas se o utilizador pressionar o botão **SIM** é que o modelo será guardado.

F.3.2.3. Botão Sair

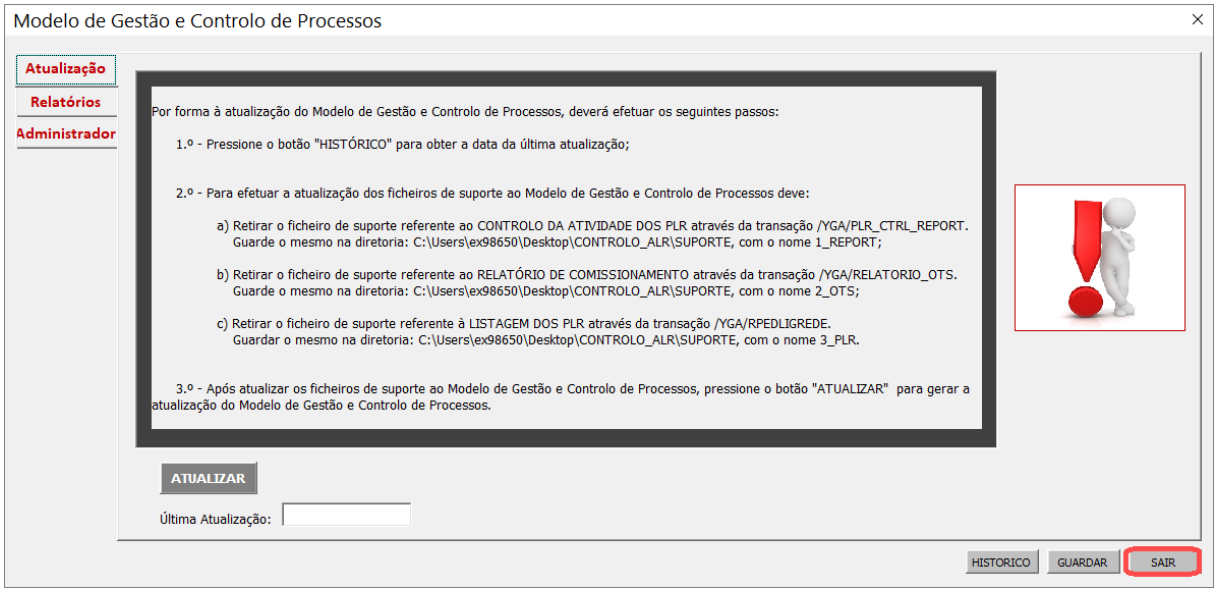

Figura F-101. Botão SAIR.

Quando o utilizador pressionar o botão **SAIR** surgirá uma mensagem de alerta.

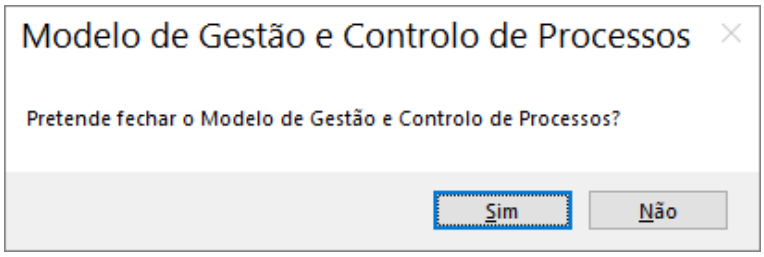

Figura F-102. Mensagem de alerta após pressionar o botão SAIR.

Caso o utilizador pressione o botão **SIM** o modelo será fechado e surgirá uma nova mensagem de alerta, caso contrário permanecerá no **Menu Principal.**

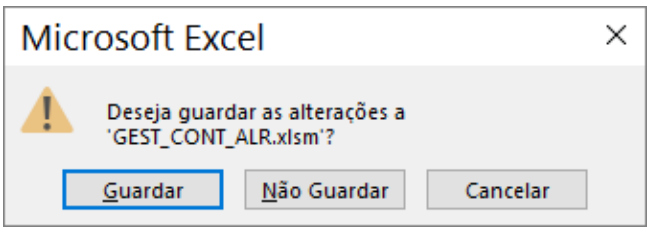

Figura F-103. Mensagem de alerta após o utilizador pressionar o botão SIM.

F.3.2.4. Submenu Atualização

Para atualizar todo o modelo, o utilizador deverá começar por realizar as extrações dos ficheiros de suporte, através do programa corporativo JUMP, e guardar na diretoria **\CONTROLO_ALR\SUPORTE** com as seguintes nomenclaturas:

- ***1_REPORT.xlsx*** – extraída através da transação /YGA/PLR_CTRL_REPORT;
- ***2_OTS.xlsx*** – extraída através da transação /YGA/RELATORIO_OTS;
- ***3_PLR.xlsx*** – extraída através da transação /YGA/RPEDLIGREDE.

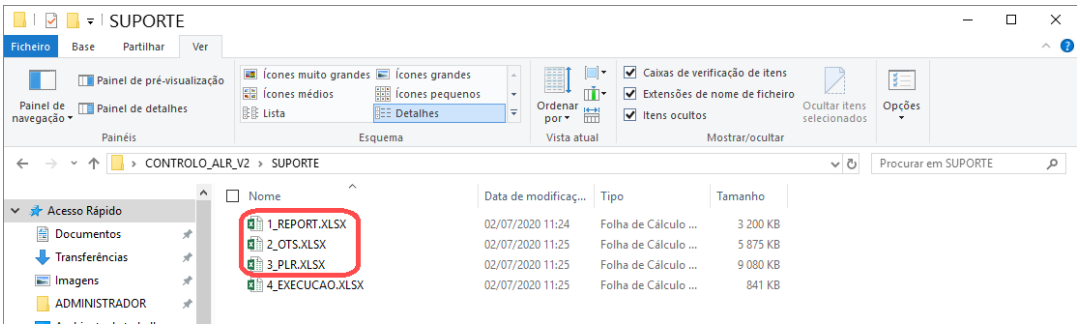

Figura F-104. Diretoria dos ficheiros de suporte.

Após a atualização dos ficheiros de suporte, o utilizador deverá pressionar o botão **ATUALIZAR** com a finalidade de atualizar os dados do modelo.

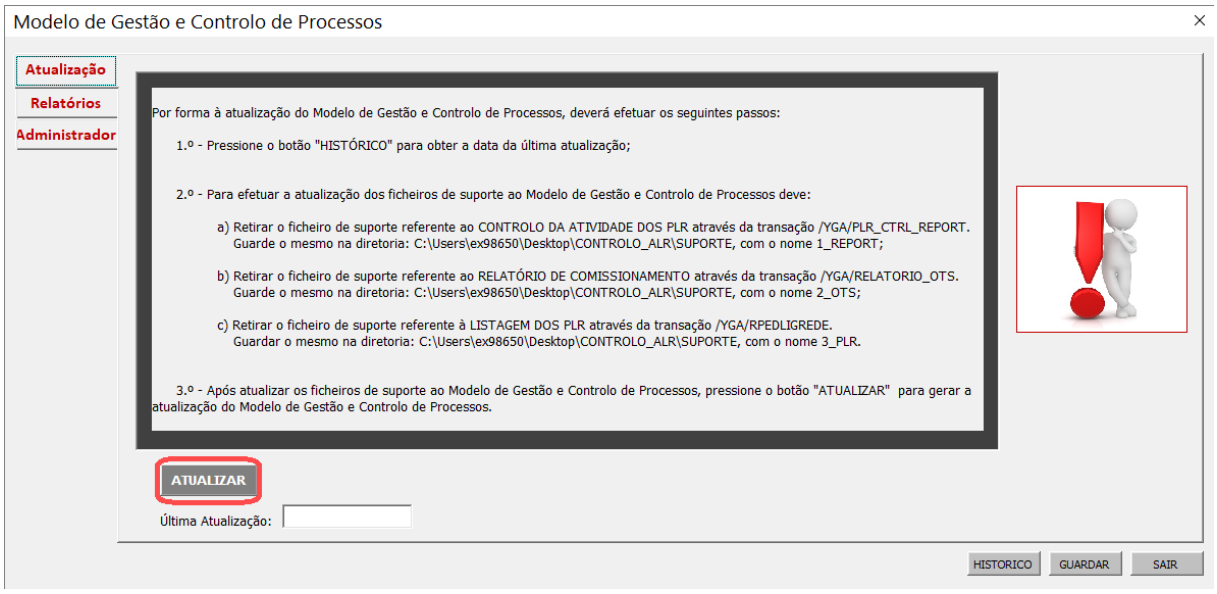

Figura F-105. Botão ATUALIZAR.

No final da atualização, surgirá uma mensagem de alerta a informar a conclusão do processo.

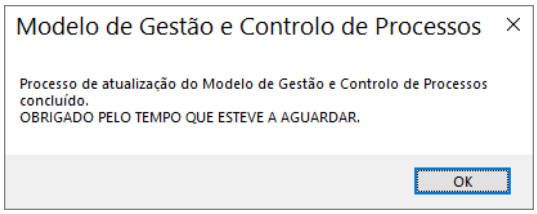

Figura F-106. Mensagem de alerta após conclusão da Atualização.

O utilizador deverá pressionar o botão ***OK*** para voltar ao **Submenu Atualização**.

F.3.2.5. Submenu Relatórios

Neste submenu, o utilizador tem disponível três botões. Ao premir o botão **GERAR BOLSA DIÁRIA,** o sistema emite três ficheiro do tipo *.xlsx* e envia três *emails* de forma automática.

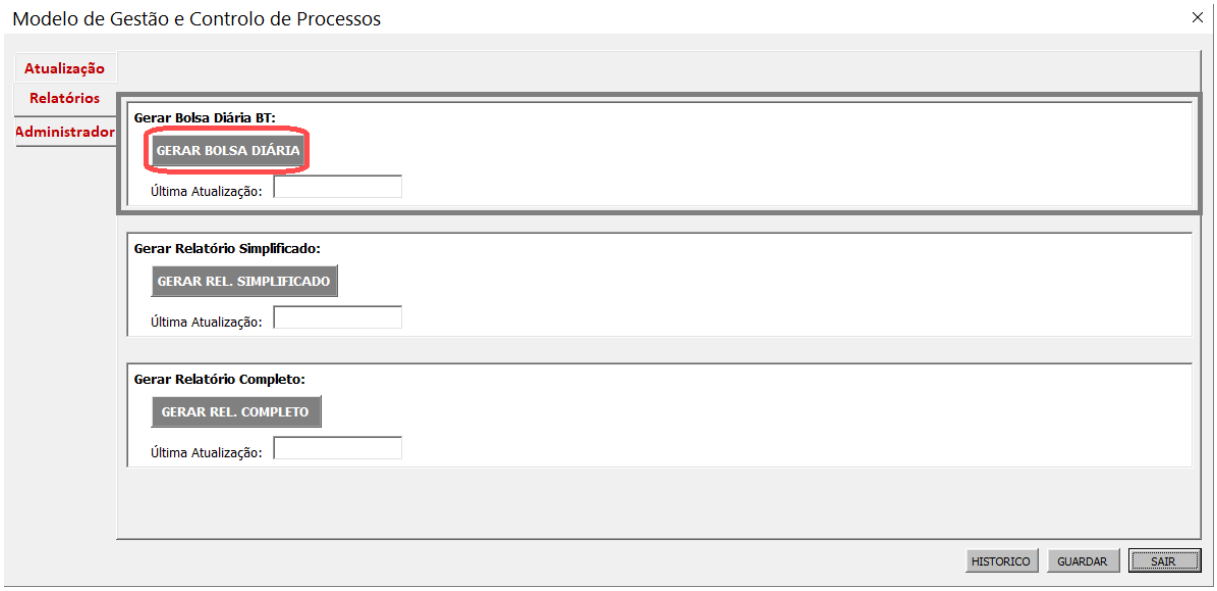

Figura F-107. Botão GERAR BOLSA DIÁRIA.

No final da execução da tarefa, surgirá uma mensagem de alerta a informar a conclusão do processo.

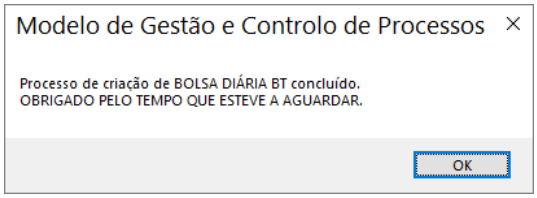

Figura F-108. Mensagem de alerta após conclusão da Bolsa Diária de BT.

O utilizador deverá pressionar o botão ***OK*** para voltar ao **Submenu Relatórios**.

Ao pressionar o botão **GERAR REL SIMPLIFICADO**, o sistema emite dois ficheiros do tipo *.xlsx* e um do tipo *.pdf* e envia um *email* de forma automática.

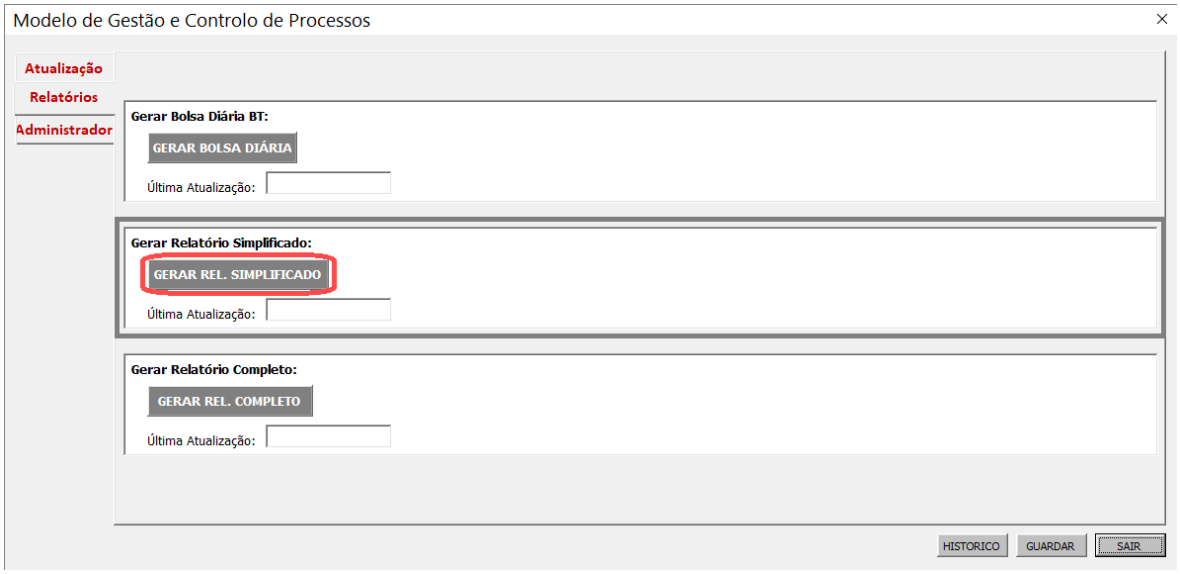

Figura F-109. Botão GERAR REL. SIMPLIFICADO.

No final da execução da tarefa, surgirá uma mensagem de alerta a informar a conclusão do processo.

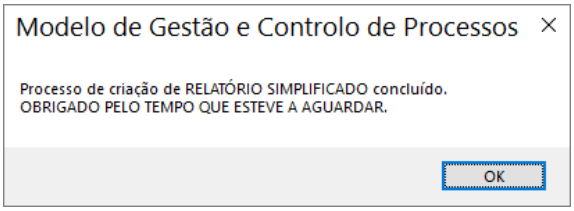

Figura F-110. Mensagem de alerta após conclusão do Relatório Simplificado.

O utilizador deverá pressionar o botão ***OK*** para voltar ao **Submenu Relatórios**.

Ao premir o botão **GERAR REL COMPLETO**, o sistema emite três ficheiro do tipo *.xlsx* e envia um *email* de forma automática.

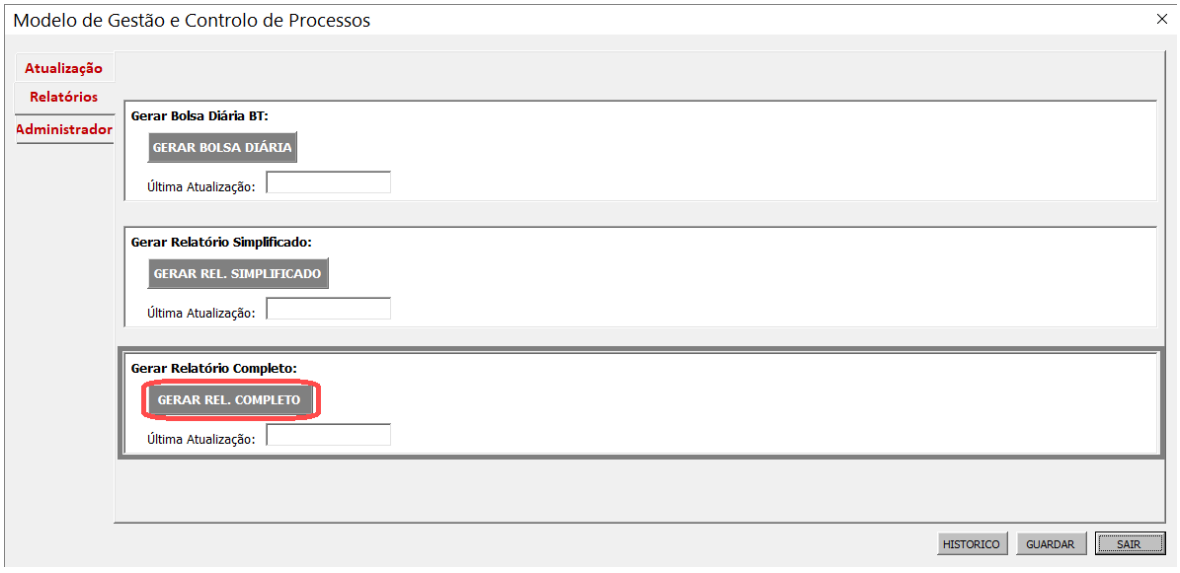

Figura F-111. Botão GERAR REL. COMPLETO.

No final da execução da tarefa, surgirá uma mensagem de alerta a informar a conclusão do processo.

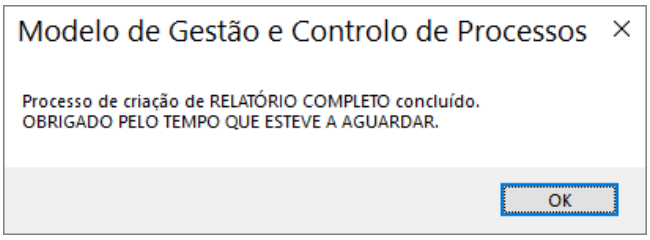

Figura F-112. Mensagem de alerta após conclusão do Relatório Completo.

O utilizador deverá pressionar o botão ***OK*** para voltar ao **Submenu Relatórios**

F.3.2.6. Submenu Administrador

No **Submenu Administrador**, o utilizador terá a possibilidade de desbloquear todo o código fonte, assim como poderá aceder a todas as folhas do modelo. Para tal necessita de preencher os campos ***User*** e ***Password***.

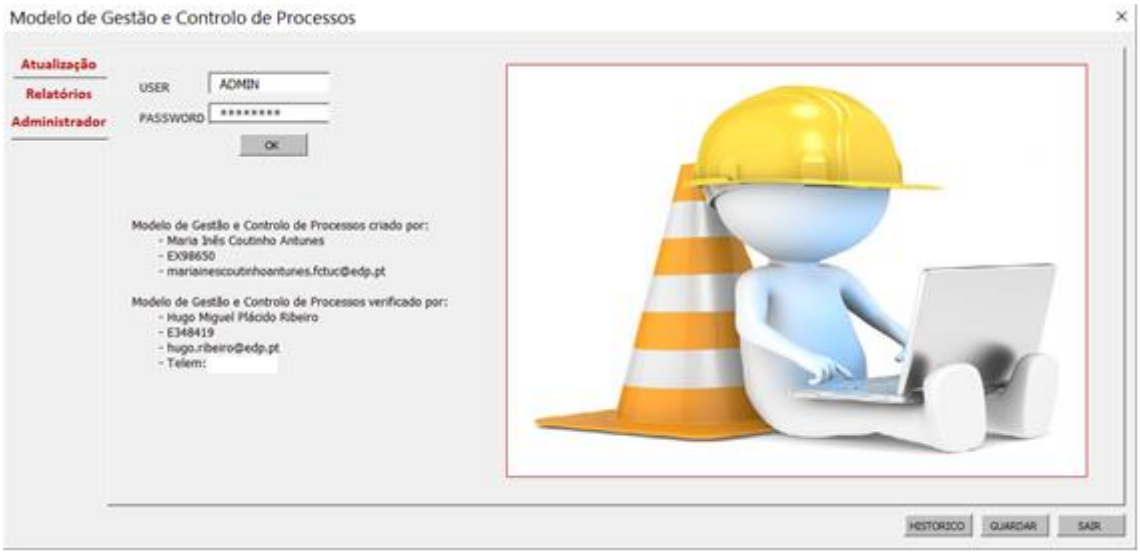

Figura F-113. Botão OK do Submenu Administrador.

O utilizador deverá introduzir as credenciais de administrador e, posteriormente, pressionar o botão ***OK***. Caso as credenciais estejam corretas, aparecerá uma mensagem informativa e será aberto todo o modelo.

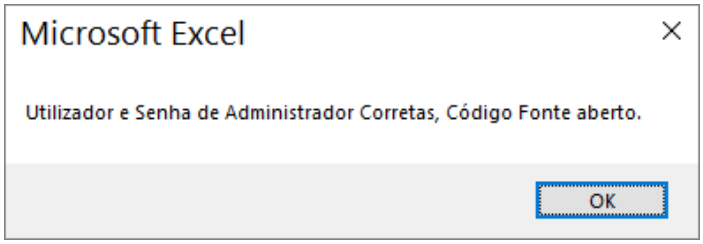

Figura F-114. Mensagem informativa após abertura de todo o modelo.

Caso contrário, aparecerá uma mensagem de alerta.

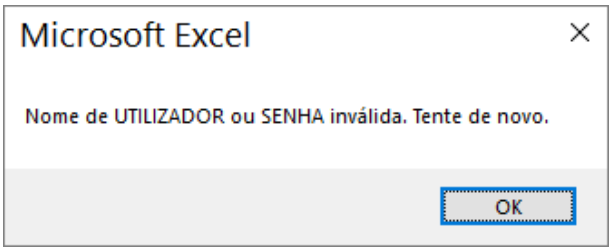

Figura F-115. Mensagem de alerta caso o utilizador introduza as credenciais de administrador incorretas.

Anexo A

Organograma da Organização da EDPD

A.1. Organograma da Organização da EDPD

A estrutura organizativa de primeiro nível da EDPD é composta por 24 Direções e 3 Atividades. Nas figuras abaixo apresentam-se os organogramas da organização da EDPD [49].

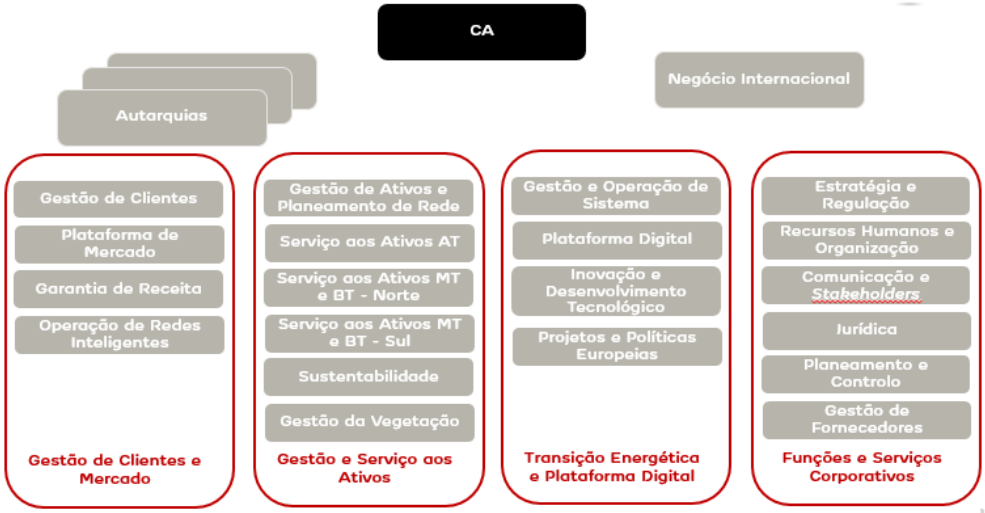

Figura A-116. Organograma simplificado da estrutura da EDPD.

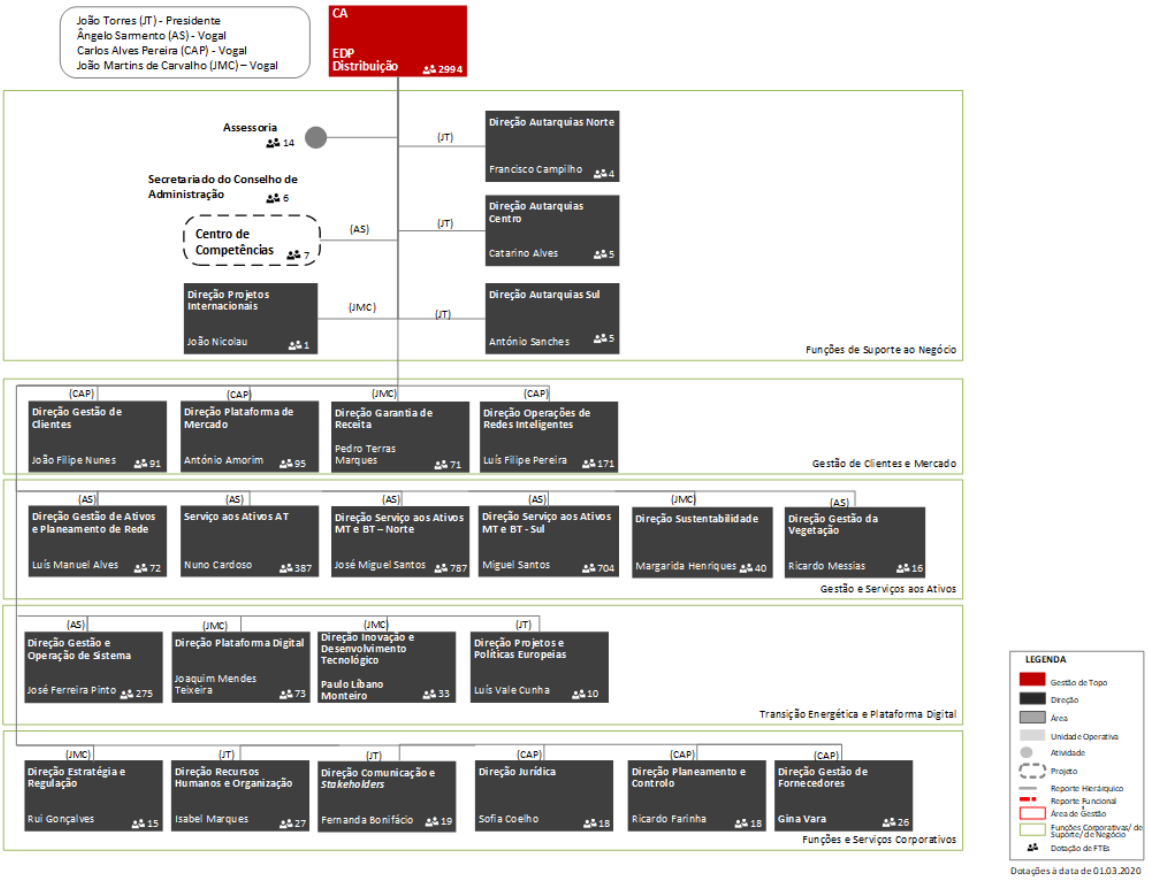

Figura A-117. Organograma da estrutura da EDPD.

A.2. Organograma da DSAN

Abaixo apresenta-se o organograma da Direção Serviços aos Ativos MT e BT – Norte, onde podem ser visualizadas as 3 Áreas de Ativos.

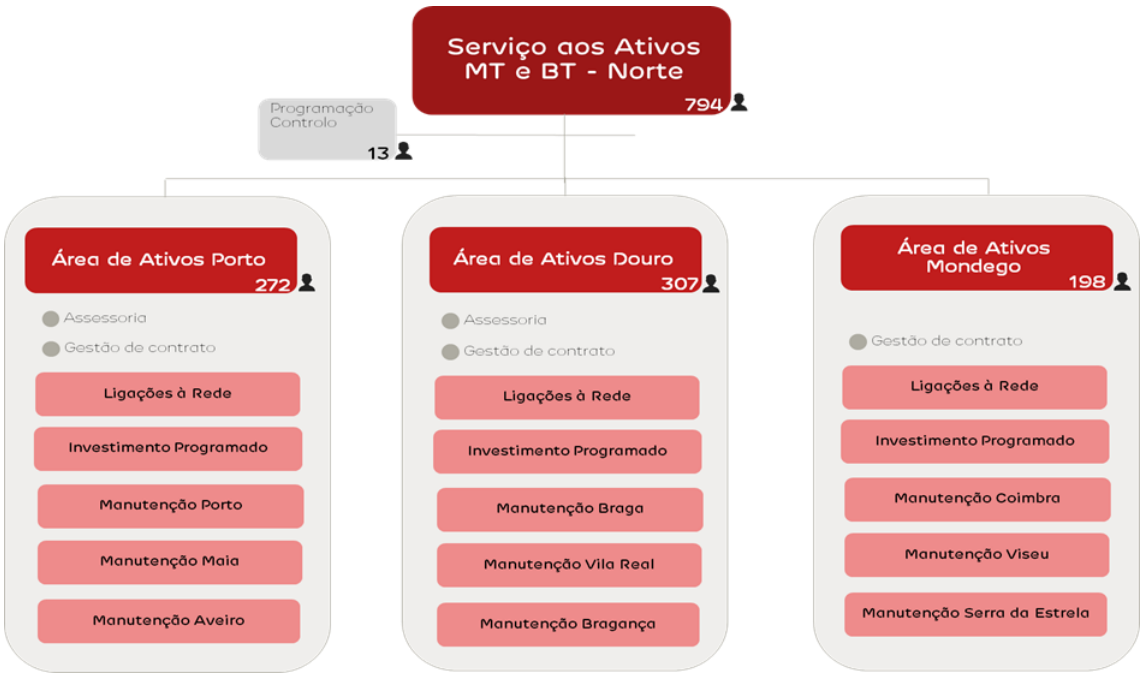

Figura A-118. Organograma da DSAN.

A.3. Organograma da AAM

Na Figura A-119 apresenta-se o organograma da AAM dividida 5 departamentos fulcrais distintos: ALR, Área de Investimento Programado, Área de Manutenção de Coimbra, Área de Manutenção de Viseu e Área de Manutenção Serra da Estrela, auxiliada pelo Gestor de Contrato e Assessoria.

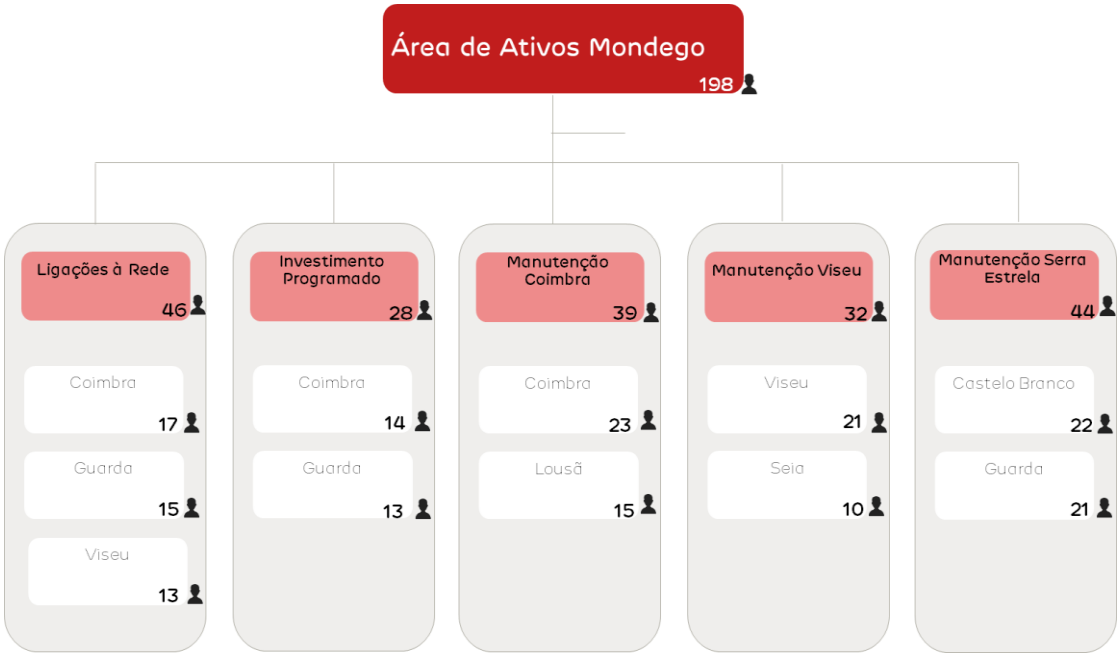

Figura A-119. Organograma da AAM.

Na Figura A-120 apresenta-se a respetiva área pertencente à AAM, bem como os respetivos departamentos por zona.

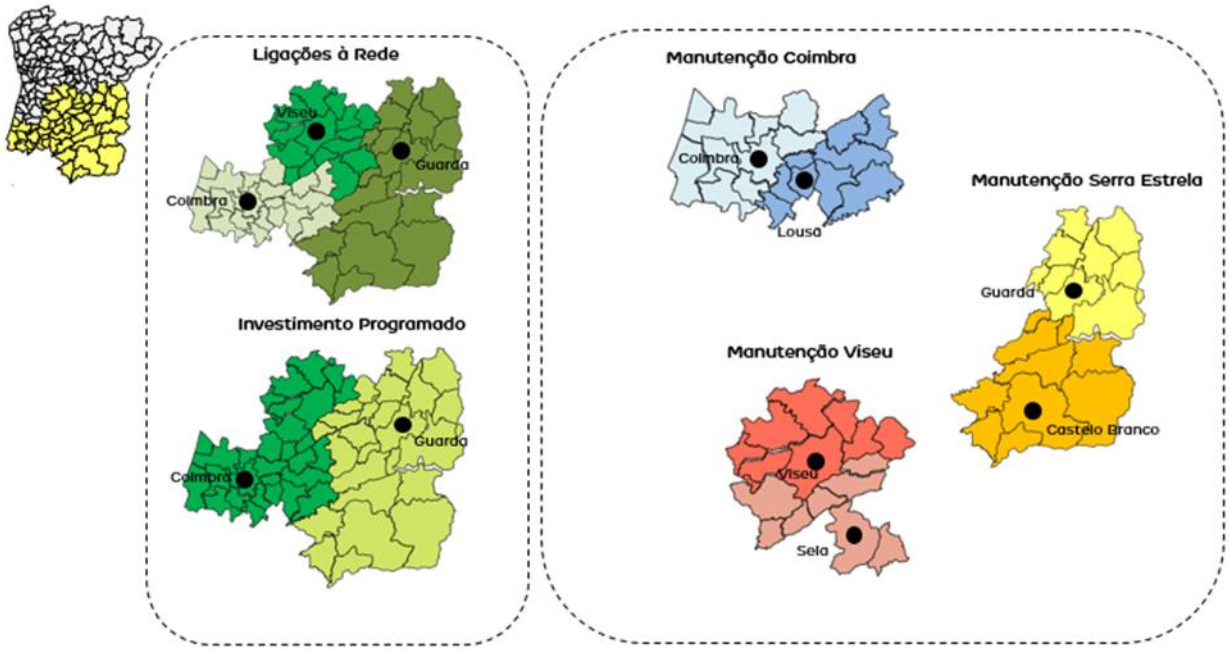

Figura A-120. Concelhos atribuídos aos diversos departamentos da AAM.

A.4. Organograma da ALR

Abaixo apresenta-se o organograma das 3 áreas pertencentes à ALR, associadas por concelhos.

Figura A-121. Organograma da ALR.

Anexo B

Obras de Investimento Obrigatório

B.1. Ligação em BT

B.1.1. Resumo do Processo de Ligação de um PF à Rede BT

Na Figura B-122 apresenta-se, de forma resumida, o processo de ligação de um PF à rede BT desde a criação do pedido por parte do requerente, até à ligação de energia [15].

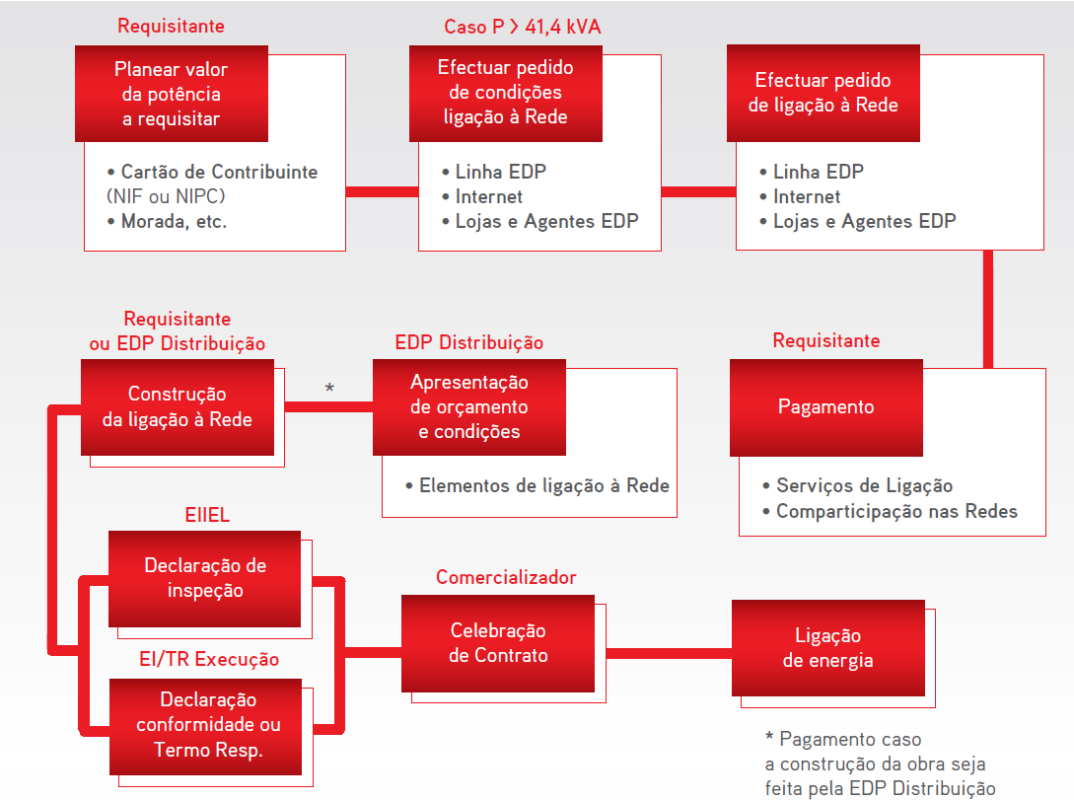

Figura B-122. Resumo da tramitação da ligação à rede BT.

B.1.2. Conceitos técnicos

B.1.2.1. Portinhola

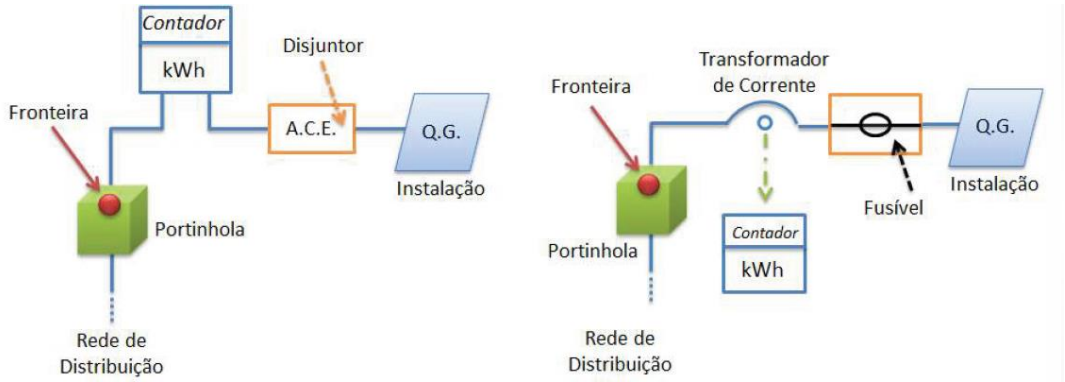

Figura B-123. Ponto de fronteira entre a rede pública e a instalação particular do tipo BTN (esquerda) e BTE (direita).

Nas ligações de BT, a portinhola tem como finalidade garantir a proteção do ramal contra sobreintensidades, desempenhando a importante função de estabelecer o ponto fronteira entre a ligação da instalação e a rede de distribuição, Figura B-123. Desta forma, a mesma deve ficar em local de fácil acesso ao distribuidor de energia, a partir da via pública, a quem caberá a sua exploração, embora a responsabilidade da montagem seja por parte do requerente [50].

B.1.2.2. Caixa de Contagem

Em edifícios dotados de uma ou mais instalações de utilização, a caixa de contagem deve ser colocada pelo proprietário no exterior ou em local de fácil acesso ao distribuidor de energia, a partir da via pública. Em moradias unifamiliares e instalações similares, devem ser encastradas no muro exterior ou, na ausência deste, nas fachadas exteriores das construções (Figura B-124). No caso de edifícios coletivos, devem ser localizadas no interior a local de fácil acesso a partir do exterior. Em geral, devem ser centralizadas no vestíbulo de entrada, no entanto em função da quantidade de instalações podem ser centralizadas nos patamares dos pisos [50].

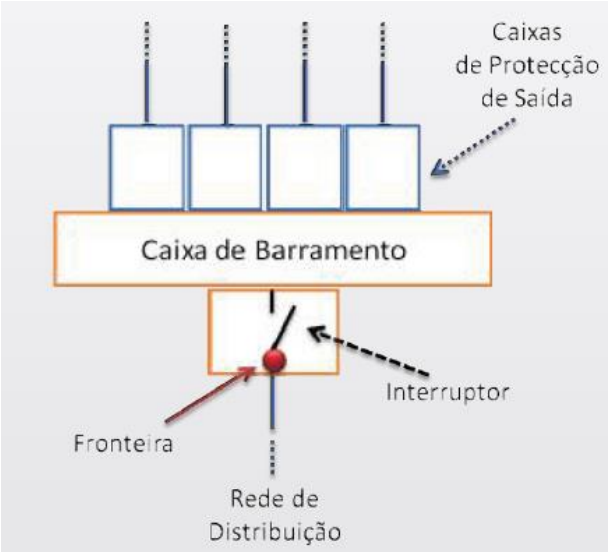

Figura B-124. Ponto de fronteira entre a rede pública e a instalação coletiva (sem portinhola > 400 A).

B.1.2.3. ECCE/ICP

Com a introdução das redes inteligentes, a EDPD deixou de instalar o Disjuntor Limitador de Potência, conhecido também por Disjuntor de Controlo de Potência Contratada, e passou a instalar o Equipamento de Contagem e Controlo de Energia, que veio agregar num único aparelho as funções de contador de energia e interruptor de controlo de potência [15].

B.1.3. Tipos de Ligação à Rede BTN

B.1.3.1. Ligação à Rede Aérea

As ligações de baixadas a partir da rede aérea, devem ser feitas através de condutores torçada BT. Nas Figuras abaixo apresentam-se exemplos de ligações de baixadas [50].

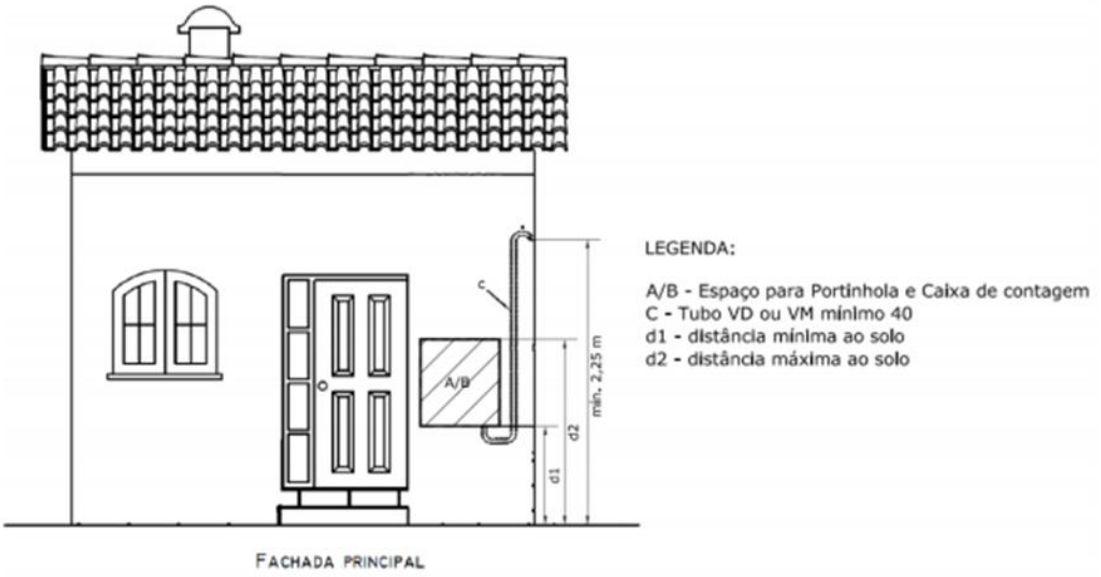

Figura B-125. Exemplo geral de ligação a partir da rede aérea.

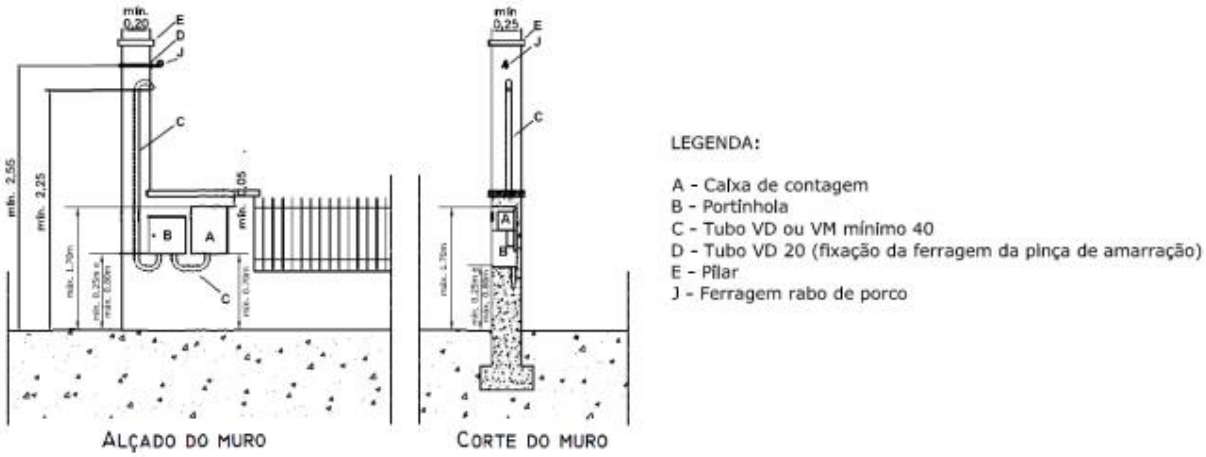

Figura B-126. Exemplo de ligação a partir da rede aérea de edifícios com uma instalação de utilização dotados de muro com pilar.

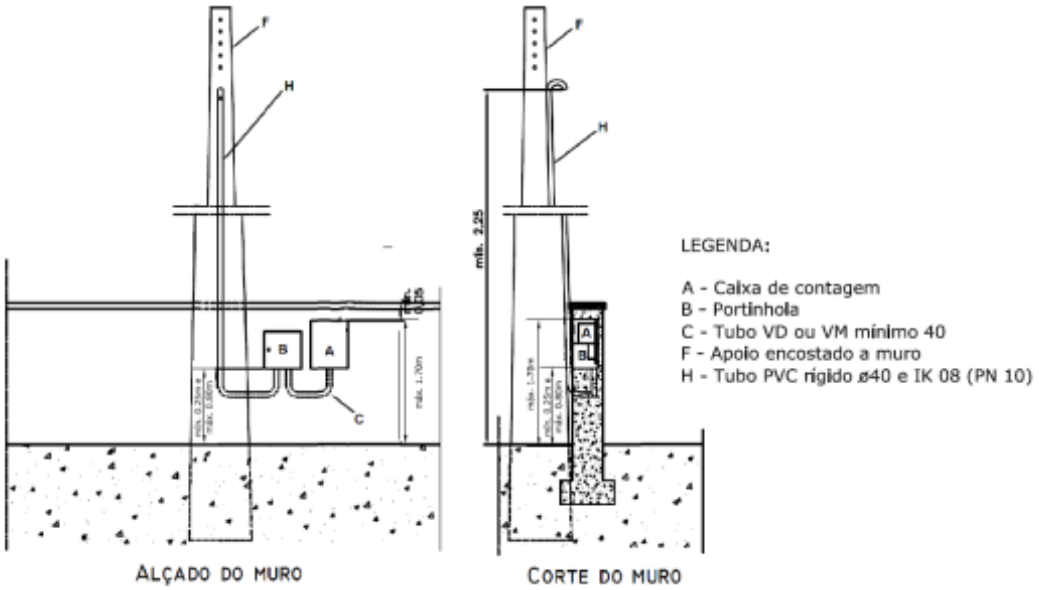

Figura B-127. Exemplo de ligação a partir de rede aérea de edifícios com uma instalação de utilização dotados de muro sem pilar.

B.1.3.2. Ligação à Rede Subterrânea

As ligações de baixadas a partir da rede subterrânea, devem ser feitas através de condutores isolados BT.

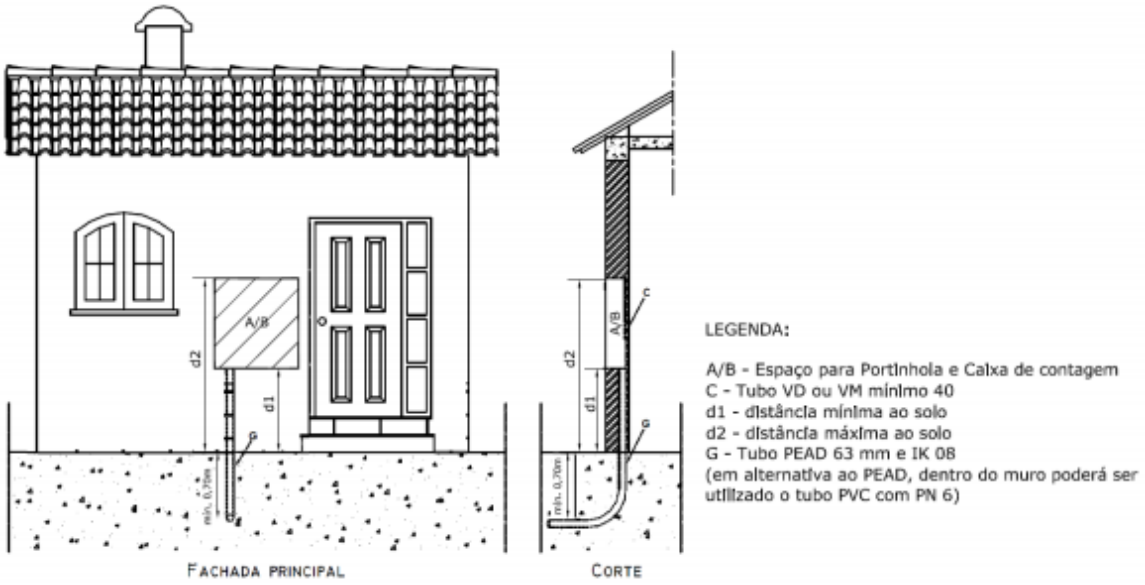

Figura B-128. Exemplo geral de ligação a partir da rede subterrânea.

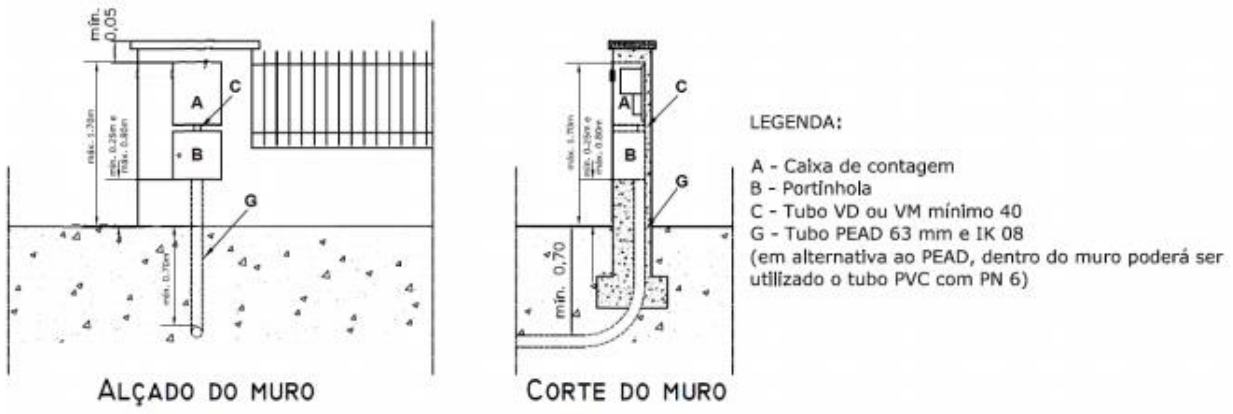

Figura B-129. Exemplo de ligação a partir da rede subterrânea de uma instalação datada de muro com altura suficiente.

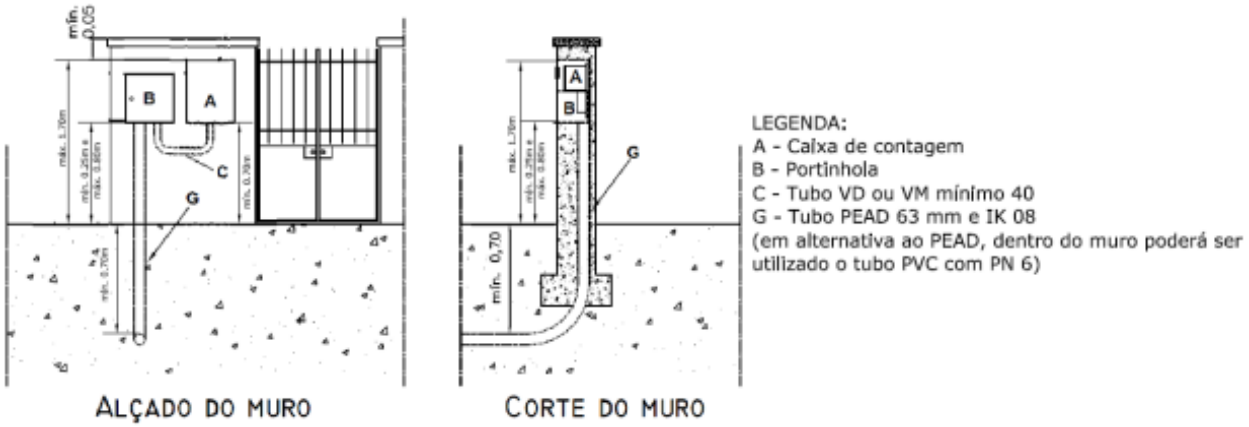

Figura B-130. Exemplo de ligação a partir da rede subterrânea de uma instalação datada de muro sem altura suficiente.

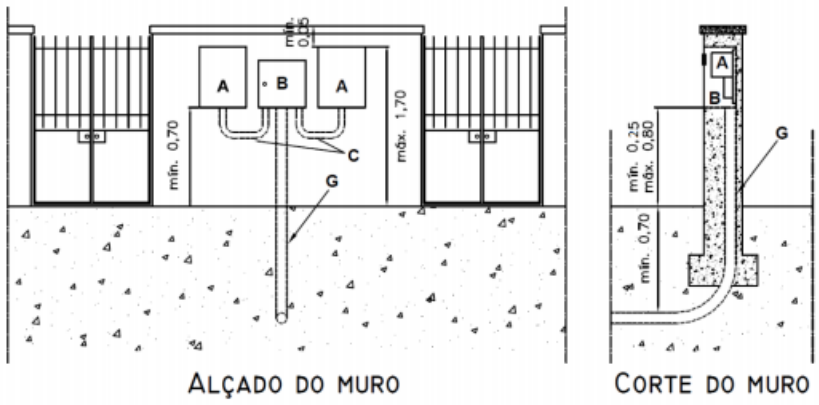

Figura B-131. Exemplo de ligação a partir de rede subterrânea de moradia geminadas, em banda ou bifamiliares dotadas de muro.

B.1.3.3. Ligação de Edifícios Coletivos

Em edifícios coletivos, a portinhola deve ser instalada na fachada exterior do edifício, em local acessível a partir da via pública. Os contadores devem ser instalados no interior em local de fácil acesso: no patamar de cada um dos pisos ou concentrados no vestíbulo de entrada. Na Figura B-132, pode visualizar--se um exemplo de ligação num edifício coletivo sem muro.

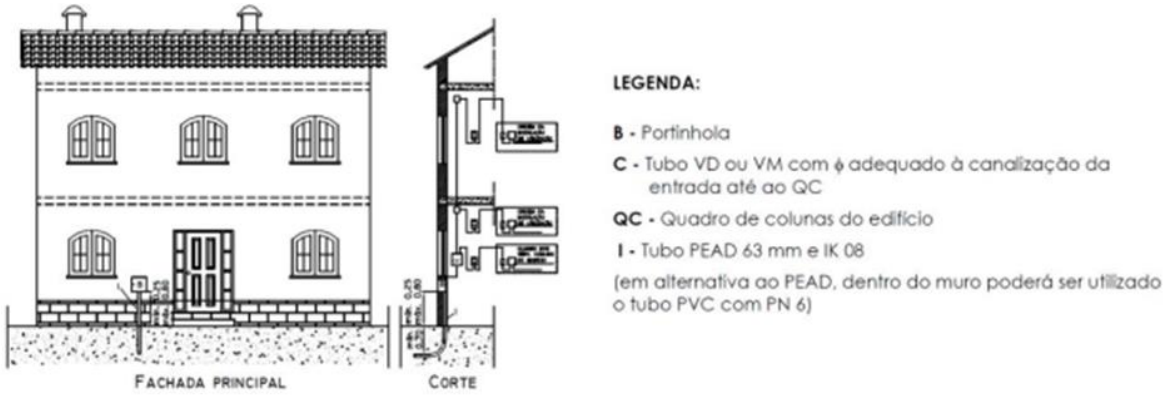

Figura B-132. Exemplo de ligação num edifício coletivo sem muro.

B.1.4. Tipos de Ligação à Rede BTE

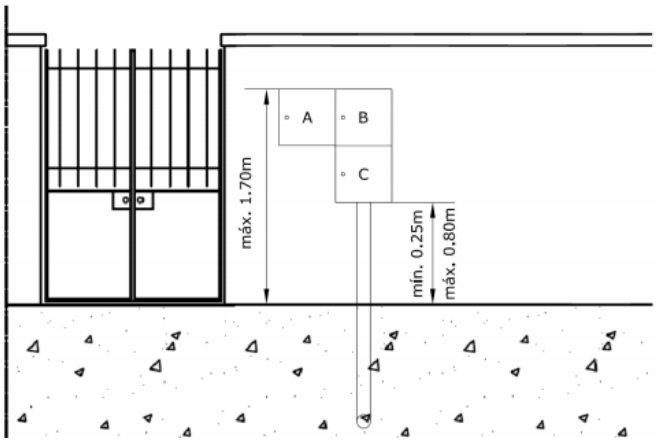

Figura B-133. Exemplo de ligação em BTE.

Neste tipo de ligações, utiliza-se uma portinhola P400 e duas caixas, uma para a colocação do equipamento de contagem e outra para a colocação dos Transformador de Intensidade [50].

B.2. Ligação em MT

B.2.1. Resumo do Processo de Ligação de um PF à Rede MT

Na Figura B-134, apresenta-se, de forma resumida, o processo de ligação de um PF à rede MT, desde a criação do pedido, por parte do requerente, até à ligação de energia [15].

Figura B-134. Resumo da tramitação da ligação à rede MT.

B.2.2. Tipos de Ligação à Rede MT

B.2.2.1. Ligação em Rede Aérea

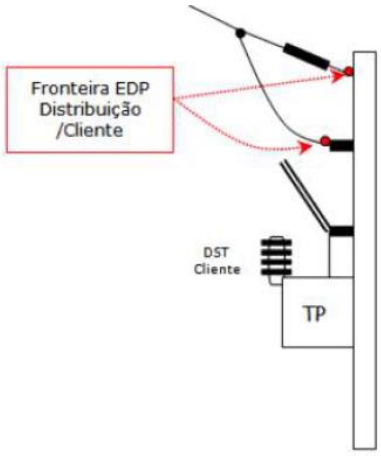

Figura B-135. Ponto de fronteira de um PT aéreo do tipo R250/R100.

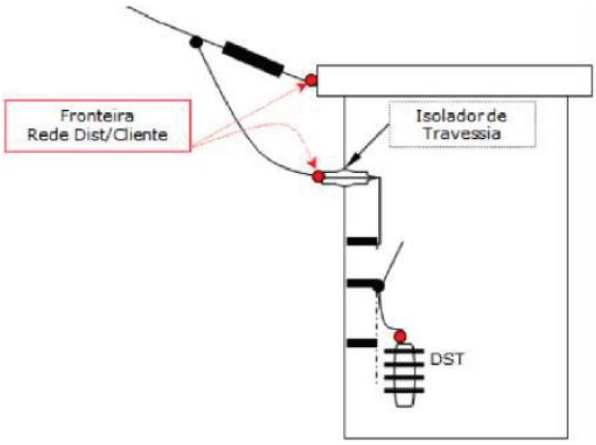

Figura B-136. Ponto de fronteira de uma Cabine Alta (CA2).

B.2.2.2. Ligação em Rede Subterrânea

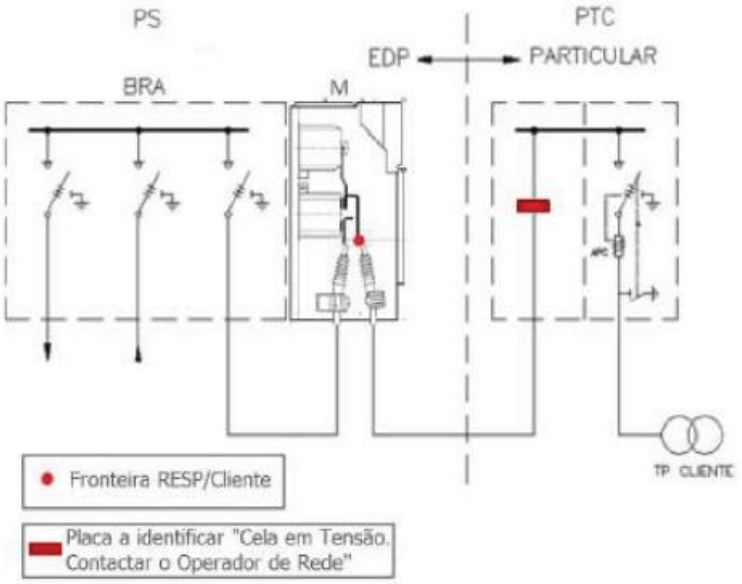

Figura B-137. Tipologia de ligação de PTC com Posto de Seccionamento associado a cela de medição em MT.

B.2.2.3. Ligação Mista

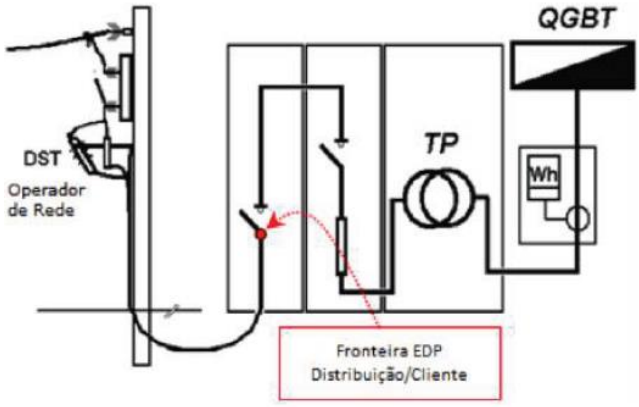

Figura B-138. Ponto de fronteira de uma Cabine Baixa (CB) com ramal misto, propriedade EDP, em MT.

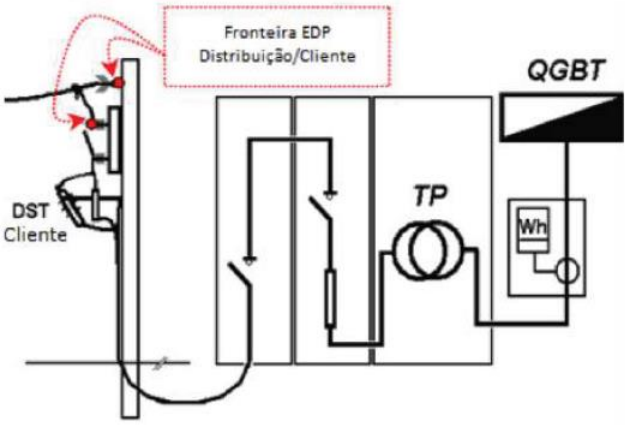

Figura B-139. Ponto de fronteira de uma Cabine Baixa (CB) com ramal misto, do requerente, em MT.

B.3. Ligação de IP

B.3.1. Resumo do Processo de Ligação de um PI

Na Figura B-140 apresenta-se, de forma resumida, o processo de ligação de IP, desde a criação do pedido por parte do requerente, até à ligação de energia [15].

Figura B-140. Resumo da tramitação da ligação de IP.

B.3.2. Ligação da Rede IP à Rede Aérea

A ligação de uma rede IP a construir pode ser realizada de duas formas distintas: feita a partir da rede IP existente ou através de um PTD.

Figura B-141. Ligação através da RABT.

B.3.3. Ligação da Rede IP à Rede Subterrânea

Figura B-142. Ligação através da RSBT.

B.4. Ligação de Casos Especiais

B.4.1. Condomínios Fechados

Estes tipos de instalações, em regra geral, são alimentados a partir da rede de distribuição BT, sendo o ponto fronteira estabelecido numa portinhola ou, se não for viável, através de um armário de distribuição a localizar no limite da propriedade e o mais próximo possível da rede pública [15].

B.4.2. Urbanizações, Loteamentos e Parques Industriais e Comerciais

O ponto de ligação à rede, nos empreendimentos, é realizado num armário de distribuição, que constitui a fronteira da instalação.

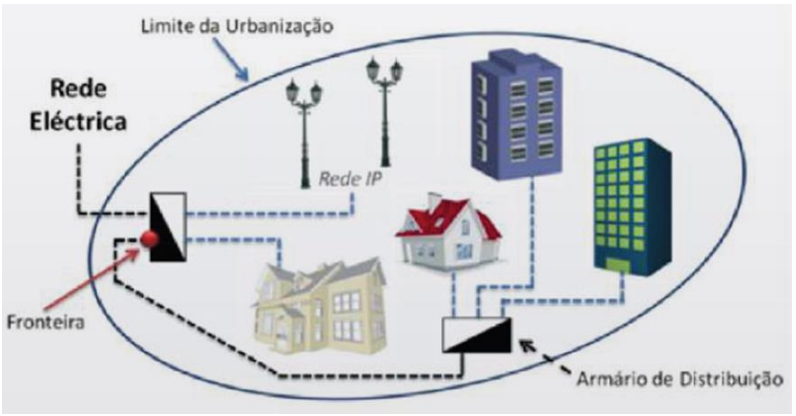

Figura B-143. Ligação à rede elétrica de uma urbanização através da RSBT.

B.4.3. Empreendimentos Mistos

Os empreendimentos mistos são instalações de clientes alimentadas em MT e em BT, como por exemplo Centros Comerciais. Para além da instalação de um ou mais PTD, existem ainda PTC. Os limites

para instalações alimentadas em MT são no Posto de Seccionamento (PS) e são clarificados no protocolo de exploração. Nas instalações alimentadas em BT, os limites da rede são os terminais de saída da portinhola.

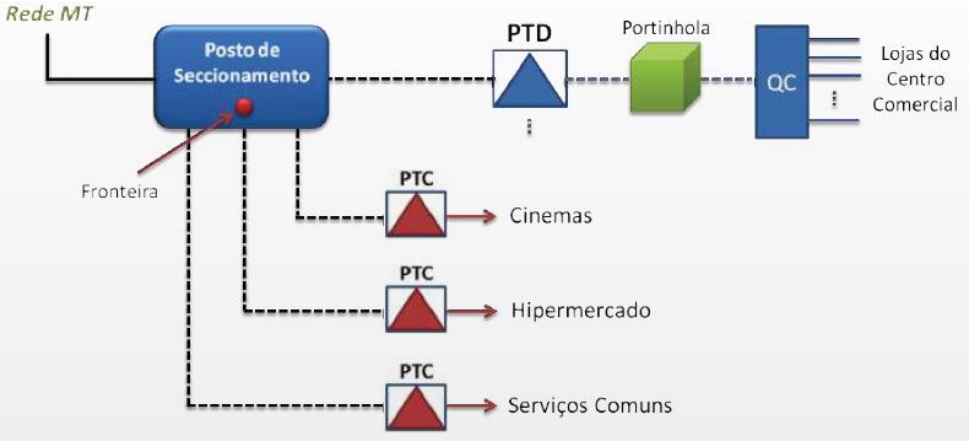

Figura B-144. Exemplo de ligação de um Centro Comercial à rede.

Anexo C

Criação de um Ativo na Rede - Projeto MT

C.1. Fase de Identificação da Necessidade

A matriz de risco (Figura C-145), é uma ferramenta relevante no processo de medição e controle de riscos, que pode ser aplicada na análise de risco de processos de várias naturezas, tais como: riscos operacionais, ambientais, económicos e de segurança. Permite uma avaliação imediata do nível de desempenho e dos controles existentes na empresa, e efetuar uma adequada alocação dos recursos existentes.

	Impactos						Frequência				
	Valores do Negócio	Sustentabilidade		Reputação	Qualidade de Serviço	Económicos	Período Médio entre Ocorrências (em anos)				
	Indicadores	Segurança de Pessoas	Ambiente	Repercussão nos Média e População	TIEPI MT Interno (min) (base EDP)	Resultados (k€)	muito elevada (f ≤ 0,5)	elevada (1 ≥ f > 0,5)	média (2 ≥ f > 1)	baixa (5 ≥ f > 2)	muito baixa (5 ≥ f)
							5	4	3	2	1
Nível de Severidade	5 muito crítico	Pode causar morte ou incapacidade permanente e grave de pessoas	Pode causar danos significativos ao ambiente que se manifestam durante um prazo superior a 5 anos	- Internacional - ou nacional com potencial de repetição nos médias	TIEPI MT ≥ 3	R ≥ 4.500	I1	I2	I4	M5	M1
	4 crítico	Pode necessitar de internamento hospitalar	Pode causar danos significativos ao ambiente que se manifestam durante um prazo até 5 anos	- Nacional - ou regional com potencial de repetição nos médias	3 > TIEPI MT ≥ 1,33	4.500 > R ≥ 2.000	I3	I5	M6	M2	A10
	3 significado alto	Pode necessitar tratamento médico	Pode causar danos pequenos ao ambiente que se manifestam durante mais de 5 anos	- Regional - ou local com potencial de repetição nos médias	1,33 > TIEPI MT ≥ 0,5	2.000 > R ≥ 750	I6	M7	M3	A9	A6
	2 significado médio	Pode necessitar de Primeiros Socorros	Pode causar danos pequenos ao ambiente que se manifestam durante um prazo até 5 anos	Notícia local	0,5 > TIEPI MT ≥ 0,17	750 > R ≥ 250	M8	M4	A8	A5	A3
	1 significado baixo	Sem impacto	Sem impacto relevante	Sem impacto externo ao Grupo	0,17 > TIEPI MT	250 > R	A11	A7	A4	A2	A1

Figura C-145. Matriz de risco.

C.2. Fase de Projeto

C.2.1. Cálculo Elétrico da LMT

A finalidade do cálculo elétrico é a determinação da queda de tensão, de forma a garantir que as limitações técnicas dos condutores não são ultrapassadas. Neste cálculo, são consideradas várias simplificações: admitância da linha nula, a queda de tensão na linha resulta da soma da queda de tensão provocada na resistência da linha, pela componente ativa da corrente, com a queda de tensão provocada na reactância da linha, pela componente reativa da corrente e a tensão no início da linha é igual à sua tensão nominal [51].

C.2.1.1. Corrente de Serviço

Começa-se por determinar o valor da corrente de serviço, I_S, Equação (B-1).

$$I_S = \frac{S}{U_n . \sqrt{3} . \cos\varphi} \quad (A) \tag{B-1}$$

onde, S é a potência aparente da nova instalação de ligação (kVA), U_n é a tensão nominal (kV) e cos φ é o fator de potência.

C.2.1.2. Coeficiente de Autoindução

Para determinar o coeficiente de autoindução, L, em H/km, Equação (C-3), é necessário determinar a distância média geométrica, dgm, em m, através da Equação (C-2)

$$dmg = \sqrt[3]{d_{12} . d_{23} . d_{13}} \quad (m) \tag{C-2}$$

onde, d_{12}, d_{23}, d_{13} são as distâncias médias entre os condutores (m), dependendo do tipo de armação usada.

$$L = \left[0{,}5 + 2 . \ln\left(\frac{dmg}{r}\right)\right] . 10^{-4} \quad (H/km) \tag{C-3}$$

onde, r é o raio do condutor (m).

C.2.1.3. Resistência do condutor

Através da Equação (C-4), obtém-se o valor da resistência do condutor, R, em **Ω**.

$$R = \frac{\rho . l}{s} \quad (\Omega) \tag{C-4}$$

onde, ρ é a resistividade do condutor a 20 ºC (**Ω**.mm²/m), l o comprimento do troço da linha (m) e s a secção do condutor (mm²).

C.2.1.4. Reatância do condutor

A reatância do condutor[2], X, em **Ω**/km, é calculada pela Equação (C-5).

$$X = \omega . L = 2 . \pi . f . L \quad (\Omega/km) \tag{C-5}$$

onde, f é a frequência da rede (Hz) e L o coeficiente de autoindução (H/km).

C.2.1.5. Queda de tensão

Por fim, a queda de tensão, ΔU, em V, pode ser calculada através da Equação (C-6).

$$\Delta U = \sqrt{3} . I_S . (R . \cos\varphi + X . \sin\varphi) \quad (V) \tag{C-6}$$

C.2.2. Cálculo Mecânico

O programa corporativo SITRD-DM permite efetuar a simulação dos cálculos mecânicos, relativos à estabilidade, ao ângulo dos condutores nas fixações, à inclinação das cadeias e à distância entre

[2] Quando os apoios adjacentes têm armações de tipos diferentes, a reatância será calculada usando a medida de metade do vão. Caso contrário, a reatância será calculada usando o vão completo.

condutores.

C.2.2.1. Análise das condicionantes num projeto de linha de MT

Para a realização do estudo de uma solução técnica a adotar é imprescindível o conhecimento do RSLEAT e das Recomendações para Linhas Aéreas de AT, até 30 kV. Esta documentação define recomendações, de aplicabilidade não obrigatória, de projeto, execução, exploração, normalização e otimização de soluções no que concerne aos materiais para linhas e a própria conceção destas. Além destes documentos é essencial a consulta dos documentos normativos e guias internos da Empresa [52].

Por forma a obter a melhor solução técnica, é necessário analisar as variadas condicionantes associadas à localização geográfica e às condicionantes atmosféricas, destacando-se:

- zonas marítimas;
- zonas montanhosas ou zonas de gelo;
- zonas densamente arborizadas;
- zonas de proteção especial;
- interferências.

Quando se executa um estudo para um projeto, tem que ser analisadas todas as condicionantes, daí as interferências serem outro fator a ter em conta no estudo. Podem considerar-se como interferências as estradas nacionais, autoestradas, outras linhas de AT ou MT, linhas de telecomunicações, caminhos de ferro, edifícios, cursos de água, entre outras. Estas interferências podem originar o desvio do traçado delineado inicialmente e ser necessário a realização de ajustes, por forma a cumprir as distâncias mínimas de segurança impostas no RSLEAT.

C.2.3. Equipamentos e Aparelhagem de MT

C.2.3.1. Apoios

Tabela C-18. Apoios de betão normalizados.

Solicitação principal, F (daN)	Altura total (m)									
	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
400	■	■	■							
600		■	■	■	■					
800	■	■	■	■	■					
1000		■	■	■	■					
1200	■	■	■	■	■	■	■	■		
1400		■			■	■	■	■	■	■
1600	■	■	■		■	■	■	■	■	■
2250	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2750	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
4000	■	■	■		■	■	■			
5000	■	■	■	■	■	■	■			
7500		■	■	■	■	■	■			
9000	■	■	■							

Nas redes de MT, são utilizados dois tipos de apoios: apoios de betão armado e apoios de metal. Os mais utilizados são os apoios de betão, sendo a escolha de postes metálicos admissível em situações especiais onde são requeridas alturas superiores a 24 metros e esforços superiores a 5000 daN. Na Tabela

C-18, pode visualizar-se os apoios mais usados, de acordo com a sua altura e solicitação nominal, aplicada a 0,25 m do topo, segundo o eixo de maior inércia [42].

Os postes serão arvorados diretamente no solo ou consolidados por fundações adequadas, de modo a assegurar a estabilidade correspondente às solicitações atuantes e à natureza do solo. Nos casos correntes de postes implantados diretamente no solo, com altura total do poste (H) menor ou igual a 20 metros, a profundidade de enterramento (h_e), em metros, arredondada ao decímetro, não deverá ser inferior à dada pela Equação (C-7).

$$h_e = 0{,}1H + 0{,}5 \quad (m) \qquad \text{(C-7)}$$

em que H é a altura total do poste (m).

Tabela C-19. Profundidade de enterramento em função da altura de apoio.

H (m)	h_e (m)
20 < H < 26	2,5
26 ≤ H ≤ 34	2,8
34 < H	Caso a caso

C.2.3.2. Armações

Tabela C-20. Armações normalizadas para apoios de betão.

Tipo de armação	Referência EDPD da armação	Descrição e aplicação da armação	Tipo de isolamento	Disposição
TAL	TAL	Alinhamento e pequenos ângulos (≤ 20 grados)	Isoladores Rígidos (eixo vertical)	Triângulo
TAN	TAN 60 TAN 120	Ângulo Reforço Fim de linha	Cadeias de amarração	Triângulo
GAL	GAL	Alinhamento	Cadeias de suspensão	Galhardete
GAN	GAN 80 GAN 120	Ângulo	Cadeias de amarração	Galhardete
HTP	HTP4	Posto de Transformação aéreo TP4	Cadeias de amarração	Esteira horizontal
VAL	VAL	Alinhamento	Isoladores Rígidos (eixo horizontal)	Esteira Vertical
VAN	VAN	Ângulo Reforço Fim de linha	Cadeias de amarração	Esteira Vertical
PAL	PAL	Alinhamento	Cadeias de suspensão	Pórtico
PAN	PAN	Ângulo Reforço Fim de linha	Cadeias de amarração	Pórtico
HRFSC/EDP	HRFSC/EDP 80 HRFSC/EDP 100 HRFSC/EDP 120	Reforço Fim de linha Alinhamento e ângulo (poste com seccionador) Derivação	Cadeias de amarração	Esteira horizontal
EVDAL	EVDAL – P02 EVDAL – P03 EVDAL – P04 EVDAL – M04	Alinhamento	Cadeias de suspensão	Esteira vertical dupla
EVDAN	EVDAN – M04 EVDAN – M06 EVDAN – M08 EVDAN – M10 EVDAN – G12	Ângulo	Cadeias de amarração	Esteira vertical dupla

As armações são um conjunto de travessas metálicas que define a posição geométrica dos

condutores de fases da linha aérea. Na fase de escolha, deve ter-se em conta fatores como a geometria da linha (simples/dupla), os esforços máximos aplicados, isto com o objetivo de garantir as distâncias regulamentares e atender às condições de montagem e operação futuras na rede por equipas de Trabalhos em Tensão (TET). Estão normalizados 12 tipos de armações, tendo em conta a sua aplicação e o tipo de isolamento utilizado [38]. Na Tabela C-20, apresenta-se um quadro resumo com os 12 tipos de armações, com uma breve descrição da sua aplicabilidade na rede, o tipo de isolamento necessário a usar e a disposição no apoio.

C.2.3.3. Isoladores

Os isoladores são dispositivos que permitem sustentar mecanicamente os cabos e evitar a passagem de corrente do condutor para o apoio, permitindo isolar eletricamente e manter mecanicamente um equipamento ou condutor submetidos a potenciais elétricos diferentes [53]. Podem ser classificados em dois tipos: isoladores rígidos e cadeias de isoladores. Devem usar-se hastes de guarda nas seguintes situações: nos 15 kV, nos 30 kV, em zonas de poluição muito forte e situações de reforço e quando existirem mais de 4 apoios de reforço. A cadeia de isoladores, no quinto apoio, deverá ser obrigatoriamente equipada com hastes de guarda. Nos apoios de fim de linha, de derivação, de transição linha aérea-subterrânea, em apoios nos extremos de vãos que cruzam linhas de telecomunicações, estradas ou outras linhas elétricas recomenda-se a utilização de cadeias de amarração com isolamento reforçado. Na Tabela C-21, apresenta-se um quadro resumo do tipo de cadeias de isoladores normalizados para as diferentes aplicações.

Tabela C-21. Fixação dos condutores e tipo de isolamento.

Tensão Nominal		**10 ou 15 kV**	**30 kV**	**30 kV**
Nível de Poluição		**Médio e Muito Forte**	**Médio**	**Muito Forte**
Secção do condutor (mm²)		**50, 90 e 160**		**50, 90, 160 e 235**
Fixação de Condutores	**S-Suspensão Simples**	3xU70BS		3xU100BLP
	SR-Suspensão Simples Reforçada com Isolamento	3xU100BLP		3xU100BLP+HA1
	SRH-Suspensão Simples Reforçada com Haste	3xU100BLP+HA1		3xU100BLP+HA1+HA2
	A-Amarração Simples	3xU70BS		3xU100BLP
	Aa-Amarração Simples Ascendente	3xU70BS		3xU100BLP
	AR-Amarração Reforçada	3xU100BLP		3xU100BLP+HA1
	ARH-Amarração Simples Reforçada com Haste	3xU100BLP+HA1		3xU100BLP+HA1+HA2

C.2.3.4. Condutores

Os condutores usados atualmente, para LAMT, são condutores do tipo alumínio com alma de aço: ALACO 30, 50, 90, 130, 160, 235 e 325 mm^2.

Nas zonas de gelo, devem ser utilizados cabos de liga de alumínio com alma de aço (ALACO

AACSR DA56), devido a estes apresentarem uma carga de rotura nominal bastante superior a qualquer outro tipo de cabo [54].

No projeto de LSMT, utilizam-se condutores do tipo LXHIOZ1, de alumínio de seção 120 ou 240 mm^2 [55].

Tabela C-22. Tipos de condutores ALACO.

Tipo	Secção Real (mm^2)	Diâmetro (mm)	Massa por Unid. Comprimento (kg/km)	Carga de Rotura Nominal (kN)	Módulo de Elasticidade Final (N/mm^2)	Capacidade Nominal (A)
ALACO 30	30,60	7,08	106,70	9,34	76000	150
ALACO 50	49,50	9,00	172,40	14,93	76000	205
ALACO 90	88,00	12,00	306,40	25,28	76000	300
ALACO 160	157,90	16,32	547,30	47,75	73000	435
ALACO 235	235,10	19,89	813,30	68,80	73000	565

C.2.3.5. Transformador de Potência

De acordo com as normas IEC, um transformador de potência é um equipamento estático com dois ou mais enrolamentos que, por indução eletromagnética, transforma um sistema de tensões e correntes alternadas noutro sistema de tensões e correntes, habitualmente com valores diferentes, mas à mesma frequência [56]. Os transformadores de potência distinguem-se quanto ao tipo de isolamento: imerso em líquido e seco (Figura C-146). Os transformadores em banho de óleo mineral são os mais comuns, sendo os do tipo hermético os mais usados nos PTD.

Figura C-146. Transformador hermético (esquerda) e transformador seco (direita).

Quanto à montagem, os transformadores de potência podem ser distinguidos em montagem suspensa (PTD aéreo) e montagem apoiada (PTD cabina) [57]. Todos os transformadores de distribuição que equipam os PTD são dotados de um comutador manual de tensão em vazio. A regulação de tensão consegue-se modificando por meio de um comutador de tomadas, comandado mecanicamente por um

dispositivo manual instalado no transformador, que funciona em vazio, sendo desta forma necessário a consignação do transformador. O comutador de tomadas deve atuar do lado do primário do transformador [57]. Habitualmente, os transformadores de distribuição que equipam os PTD têm arrefecimento do tipo ONAN, isto é, transformador em banho de óleo com circulação natural deste e do ar [56].

C.2.3.6. Seccionador

Um seccionador é um equipamento que permite interromper ou estabelecer continuidade de um condutor. O mesmo não deve ser manobrado em carga, uma vez que não tem poder de corte. Quando utilizado, a separação dos contatos deve ser visível e facilmente verificável do local de manobra ou outro, para que se garanta a proteção de pessoas. Existem variados tipos de seccionadores, tais como: seccionadores de facas, seccionadores de colunas giratórias (rotativo), seccionadores de abertura vertical, seccionadores de pantógrafo e semipantógrafo. No nível de MT, o mais utilizado é o seccionador de facas.

Na Tabela C-23, apresentam-se as características da rede de MT que os seccionadores de MT devem respeitar [45].

Tabela C-23. Características da rede de MT.

Tensão Nominal (kV)		**10**	**15**	**30**
Tensão máxima admissível (kV)		12	17,5	36
Frequência (Hz)		50		
Sistema de Fases		Trifásico		
Regime de Neutro		Neutro Impedante – Impedância limitadora de corrente de defeito (300 A ou 1000 A)		
Corrente de Curto-circuito	**Defeito trifásico (kA)**	16	12,5	8
	Defeito Fase-Terra (A)	300 ou 1000		
	Duração (s)	3		

C.2.3.7. Interruptor-seccionador

Um interruptor-seccionador é um interruptor em que a separação dos contatos é visível e garante o poder de corte reduzido, permitindo manobras na rede em carga [58].

C.2.3.8. Descarregadores de Sobretensões

Os DST são equipamentos destinados à proteção do equipamento elétrico contra sobretensões transitórias elevadas, limitando a duração e a amplitude da corrente de seguimento. Nos PTD aéreos, dever-se-á proteger a aparelhagem contra sobretensões atmosféricas. Tal proteção é realizada com a colocação, à entrada dos condutores, de descarregadores de sobretensões, a fim de maximizar a proteção [59].

C.2.3.9. Terras

Todas as linhas aéreas e subterrâneas de MT, PTD, redes aéreas e subterrâneas de BT e redes de IP devem ser ligadas à terra [44].

Nas LAMT, toda a aparelhagem metálica (normalmente fora de tensão) necessária ao suporte dos condutores e ao seccionamento e proteção das linhas, têm de ser ligadas à terra. Por outro lado, nas LSMT, as terminações (ligação a aparelhagem de seccionamento e proteção) e junções simples ou de transição, independentemente da tecnologia utilizada pelo respetivo fabricante, e as bainhas metálicas (ecrãs metálicos) serão ligadas à terra (terminações) ou tem de ser garantida a sua continuidade.

Os PTD são instalações constituídas por diversos dispositivos e equipamentos, em que todas as partes metálicas, normalmente fora de tensão, terão de ser devidamente ligadas à terra de proteção. Por outro lado, o neutro da BT deve ser ligado à terra de serviço. Os DST, montados obrigatoriamente na cuba do transformador, devem ser ligados à terra através de cabo LXS 1x70 mm^2 de secção. O conjunto formado pela armação HTP4, seccionador ou interruptor-seccionador, transformador e respetiva ferragem de suporte, devem também ser ligados à terra através de fio nu de cobre de 16 mm^2 de secção. A plataforma de manobra, o barramento da terra de proteção do QGBT e aparte fixa do punho de comando do seccionador/interruptor-seccionador, devem ser ligados à terra separadamente a cabo de cobre nu de 35 mm^2 de secção. Assim, a parte móvel do punho de comando liga à parte fixa através de trança de cobre estanhado de 16 mm^2. Relativamente à terra de proteção, realizada a cabo VV 1G35 mm^2 com a bainha exterior preta e isolação verde/amarela, deve-se garantir o valor da resistência abaixo de 20 Ω. A terra de serviço, nos PTD que apenas alimentam RABT, deve ser realizada nos primeiros apoios de cada uma das saídas. No caso de alimentarem RSBT, a terra pode ser feita no PTD, sendo a ligação ao elétrodo feita a partir do barramento neutro do QGBT a cabo VV 1G35 mm^2, com bainha exterior preta e isolação azul. A resistência global da terra de serviço não pode exceder os 10 Ω. Além disso, deve ser garantida uma distância de 20 metros entre a terra de proteção e a de serviço. Em alternativa à criação de terra de proteção e de terra de serviço, pode ser criada uma terra única, desde que a resistência global da terra seja inferior ou igual a 1 Ω.

No caso das RABT, nas ligações entre os PTD e as portinholas de chegada dos clientes finais BT devem ser estabelecidas ligações à terra do neutro e das massas metálicas (normalmente fora de tensão). O neutro deve ser ligado diretamente à terra e as respetivas massas metálicas devem ser ligadas ao neutro. A resistência global da terra de neutro, por cada saída do PTD, não deve ultrapassar os 10 Ω. Além disso, deve garantir-se uma distância máxima de 300 metros entre terras.

Nas RSBT, a ligação à terra deve ser realizada em todos os armários de proteção através de cabo VV 1G35 mm^2. Também, neste caso, a resistência global da terra de neutro não deve ultrapassar os 10 Ω. Nos ramais aéreos e subterrâneos de BT, nas portinholas, o neutro da rede não é ligado localmente à terra.

Quanto à rede IP, rede exclusivamente para a alimentação de luminárias montadas em colunas de betão ou metálicas, a ligação à terra deve ser efetuada em todas as colunas de IP. A mesma deve ser realizada a cabo VV 1G35 mm^2 e a resistência global deve ser igual ou inferior a 10 Ω.

C.2.3.10. Dispositivos de Proteção Avifauna

A maior preocupação no âmbito da avifauna encontra-se em três fatores chaves: nidificação, o pousar e embater das aves nas linhas. Devido ao problema de embate de aves nas linhas usam-se

sinalizadores para que estas possam evitar o seu embate, destacando-se como tecnologia de sinalização a espiral simples, a espiral dupla, dispositivos tipo fitas e dispositivo *firefly bird diverter*. De entre os mencionados, destacam-se os dispositivos tipo fitas e de espiral dupla, devido à fácil montagem.

Ao nível de protetores, dependendo do tipo de armações usadas nos apoios de MT, os dispositivos protetores de avifauna também variam. Para este efeito, destacam-se:

- para isoladores rígidos simples: deve ser implementada uma manga protetora e extensor de isolamento da linha;
- para isoladores rígidos duplos: deve ser substituído o fiador nu por cabo coberto e deve-se proceder à colocação de manga protetora para o isolador rígido e extensor de isolamento para o condutor nu;
- para cadeia de isoladores: deve colocar-se o protetor de pinça, uso de cabo coberto, extensor de isolamento e dispositivo anti pouso;
- para PTD aéreos: deve adicionar-se cabo coberto, manga protetora para as pinças e dispositivo anti pouso.

Relativamente aos dispositivos de anti nidificação destacam-se: a turbina, seta simétrica, seta assimétrica, chapas e guarda-chuva. Estes dispositivos têm como finalidade evitar a nidificação ou o pouso de aves, evitando electrocução e avarias [43].

C.2.4. Projetos tipos de PTD

Os PTD são um dos elementos mais importantes na cadeia de valor da rede elétrica. Devem ser inseridos nas redes em locais próximos dos centros de consumo, em diferentes áreas geográficas, com densidade populacional distinta e com atividade empresarial, económica e social distinta. Assim, justifica-se a variedade de soluções para os PTD, que permitam a seleção do tipo de acordo com as características do local e das instalações a servir [57] Podem ser classificados de acordo com as condições onde se encontram inseridos, quanto: ao serviço prestado, à função, à instalação, ao tipo de alimentação, ao modo de alimentação e ao modo de exploração:

- classificação quanto ao serviço prestado: público (PTD) ou privado (PTC);
- classificação quanto à função desempenhada[3]: Posto de Transformação (PT) ou Posto de Seccionamento (PS);
- classificação quanto à instalação: interior[4] (cabina alta, cabina baixa e subterrâneo) ou exterior[5] (PT aéreo);
- classificação quanto ao tipo de alimentação: linha aérea, linha subterrânea ou rede mista;
- classificação quanto ao modo de alimentação: rede aberta/radial ou rede fechada (anel ou anel-derivação);

[3] Por vezes um PT pode enquadrar também um PS.

[4] Encontram estabelecidos dentro de uma construção que constitui uma proteção contra intempéries e depósitos excessivos de poeiras.

[5] São do tipo aéreos e contêm simplificações de modo a reduzir o seu custo e tempo de execução, mas sem que isso implique a redução de condições de segurança e facilidade de exploração.

- classificação quanto ao modo de exploração: condução manual ou condução automática;
- classificação quanto ao tipo de aparelhagem de MT: equipados com aparelhagem de corte ao ar ou equipados com quadros metálicos pré-fabricados/celas (quadros modulares ou quadros modulares compactos).

A fim de uniformizar as soluções presentes no mercado, a DGEG padronizou uma série de soluções tipo para as instalações sobre a forma de projetos tipo.

C.2.4.1. PT Tipo R100

Os PT do tipo R100 (Figura C-147 e Figura C-153), caraterizam-se pela ligação à linha MT através de um seccionador. As principais caraterísticas dos PT aéreos deste tipo são:

- a proteção contra sobretensões de origem atmosférica é efetuada através de descarregadores de sobretensões ou disruptores e hastes;
- não possuem corta-circuitos fusíveis no lado MT;
- a proteção contra sobrecargas e curtos-circuitos é feita do lado BT e realizada por um disjuntor corta-circuitos fusíveis de alto poder de corte;
- o QGBT tem de ser instalado a uma altura que permita a sua manobra através do solo com um máximo de uma saída aérea (cabo torçada) protegida por corta-circuitos fusíveis de alto poder de corte;
- as potências normalizadas são de 25, 50 e 100 kVA.

Figura C-147. Esquema do projeto tipo do PT-Tipo R100.

Neste tipo de PT os QGBT, são equipados no máximo com uma saída aérea protegida por corta-circuito de alto poder de corte. Na face do QGBT e na base do apoio deve ser instalada uma plataforma de betão, constituída por uma malha de 20x20 mm, feita de arame de 4 mm de diâmetro. Além disso, deve ser montada outra plataforma igual, na face onde for montado o respetivo comando [41].

C.2.4.2. PT Tipo R250

Os PT do tipo R250, Figura C-148 e Figura C-154, caraterizam-se pela ligação à linha de MT através de um interruptor-seccionador. As caraterísticas deste tipo de PT são:

- a proteção contra sobretensões é realizada através de descarregadores de sobretensões ou disruptores de hastes;
- não possuem curto-circuito fusíveis no lado de MT;
- a proteção contra sobrecargas e curto-circuito é feita do lado da BT e realizada por um disjuntor corta-circuito fusíveis de alto poder de corte;

- o QGBT instalado no solo possui três saídas de BT de usos gerais, trifásicas, protegidas por corta-circuito fusíveis de alto poder de corte;
- as saídas podem ser aéreas ou subterrâneas;
- as potências normalizadas são de 160 e 250 kVA.

Figura C-148. Esquema do projeto tipo do PT-Tipo R250.

Os QGBT são equipados no máximo com três saídas aéreas ou subterrâneas, protegidas por corta-circuitos de alto poder de corte. São ainda equipados com duas saídas de IP [37].

C.2.4.3. PT Tipo Cabina Alta

Os PT do tipo Cabina Alta (Figura C-149), são instalações normalmente utilizadas em zonas rurais, com alimentação através de linha aérea, em antena. Como são ligados em antena, obrigatoriamente corresponde a uma baixa fiabilidade e também um menor custo de aquisição deste tipo de ativo.

Figura C-149. Exemplo de PT do Tipo Cabina Alta.

Existem duas variantes, neste tipo de PT, diferenciadas pela potência do transformador que os equipam e pelo modo como é realizada a proteção contra sobreintensidades do lado da MT: Tipo CA1 (160/250 kVA) e Tipo CA2 (400/630 kVA).

Ambas as variantes de cabinas altas não preveem a proteção contra sobreintensidades do lado do primário do transformador. O PT do tipo CA1 é caraterizado pela proteção contra sobreintensidades ser assegurada, unicamente, pelo disjuntor de BT. O QGBT é equipado com quatro saídas de uso gerais e uma saída de IP. O PT do tipo CA2 é caraterizado pela proteção corta-circuitos ser realizada através de corta-fusíveis do lado da MT. Quanto ao QGBT, este é equipado com seis saídas de usos gerais e duas saídas de IP.

Hoje em dia, já não se justifica a instalação de PT de cabina alta, uma vez que é muito fácil e economicamente viável a passagem da linha aérea a cabo subterrâneo, por forma à alimentação de PT de cabina baixa.

C.2.4.4. PT Tipo Cabina Baixa

Os PT em cabina baixa podem ser de diversos tipos:

- cabina baixa em alvenaria de construção tradicional, Figura C-150: têm uma potência nominal até 630 kVA, alimentados por linha subterrânea para servir redes de distribuição pública de energia elétrica, e admite duas vertentes consoante a disposição das celas (em U, tipo CBU, ou em L, tipo CBL). Neste tipo de instalações, refere-se apenas a PT com aparelhagem de MT de corte de ar e está previsto a alimentação em anel. O QGBT é equipado com seis saídas de usos gerais e duas de IP;

Figura C-150. Exemplo de PT do tipo Cabina Baixa em alvenaria de construção tradicional.

- cabina baixa pré-fabricada compacta, (Figura C-151): são construídos em betão ou em *inox*, de montagem por peças, ou pré-montado e equipado em fábrica, necessitando apenas de escavação de um fosso para o seu assentamento. São equipados com quadros pré-fabricados metálicos, com aparelhagem modular com isolamento em Hexafluoreto de Enxofre (SF6). O QGBT é equipado com seis saídas de usos gerais e duas de IP;

Figura C-151. Exemplo de PT do tipo Cabina Baixa pré-fabricada.

- em edifício para outros usos (Figura C-152): podem ser equipados com aparelhagem tradicional de corte ao ar, sendo, atualmente, cada vez mais utilizada aparelhagem modular (celas) com isolamento a SF6 e, normalmente, ligada a uma rede subterrânea com duas alimentações, formando um anel. Este tipo de instalações deverá cumprir os requisitos

presentes no Regulamento de Segurança Contra Incêndios em Edifícios, daí a obrigatoriedade da utilização de transformador do tipo seco. O QGBT é equipado com seis saídas de usos gerais e duas de IP;

Figura C-152. Exemplo de PT do tipo Cabina Baixa em edifícios de outros usos.

- subterrâneo: por vezes, nos grandes meios urbanos, instalam-se PT em cabina baixa subterrâneos, embora não seja uma solução muito vulgar. O QGBT deste tipo de instalações é equipado com seis saídas de usos gerais e duas de IP.

C.2.5. Elementos Constituintes do Projeto de MT

Um projeto de MT contém os seguintes elementos obrigatórios [25]:

- Memória Descritiva: elaborada de acordo com a Memória Descritiva tipo, conforme as Recomendações para Linhas Aéreas de Alta Tensão até 30 kV, com todos os elementos de linha projetada e com a assinatura do respetivo projetista;
- Planta de Localização: com a marcação da instalação projetada à escala 1:25000 (LAMT) ou 1:1000 (LSMT);
- Cálculo dos Apoios de Derivação (apenas para LAMT);
- Perfil e Planta parcelar da linha;
- Mapa de Flechas de Montagem (apenas para LAMT): elaborar para todos os vãos da linha, inseridos nos respetivos cantões e calculados para uma gama de temperaturas entre + 5 e + 50 ºC (com intervalos de 5 ºC até aos + 40 ºC e de 10 ºC ente os + 40 e os + 50 ºC);
- Mapa de Montagem/Orçamentação: mapa que resumirá as quantidades totais de unidades construtivas e material a utilizar, bem como os respetivos tipos;
- Desenhos.

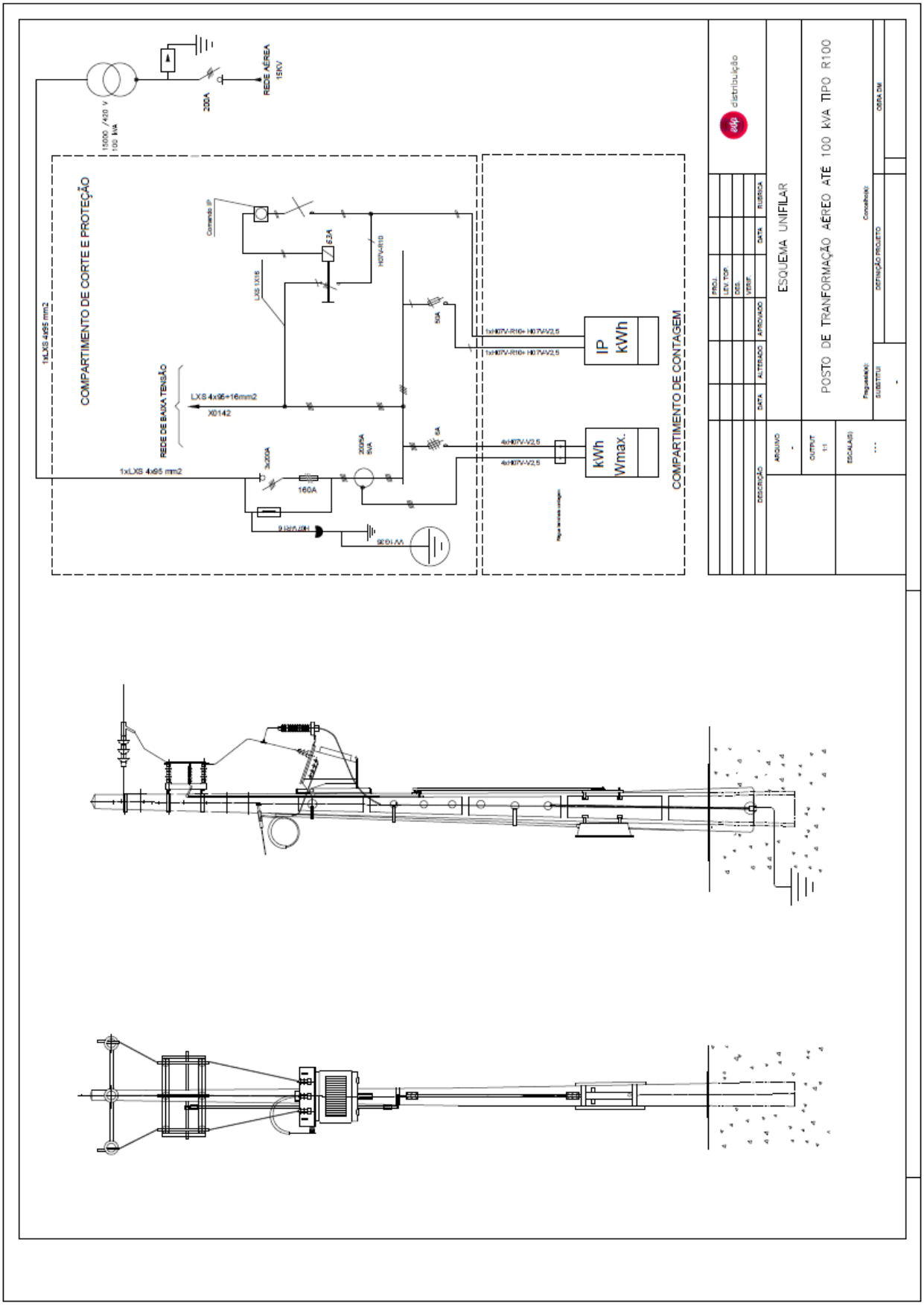

Figura C-153. Projeto Tipo de PT R100.

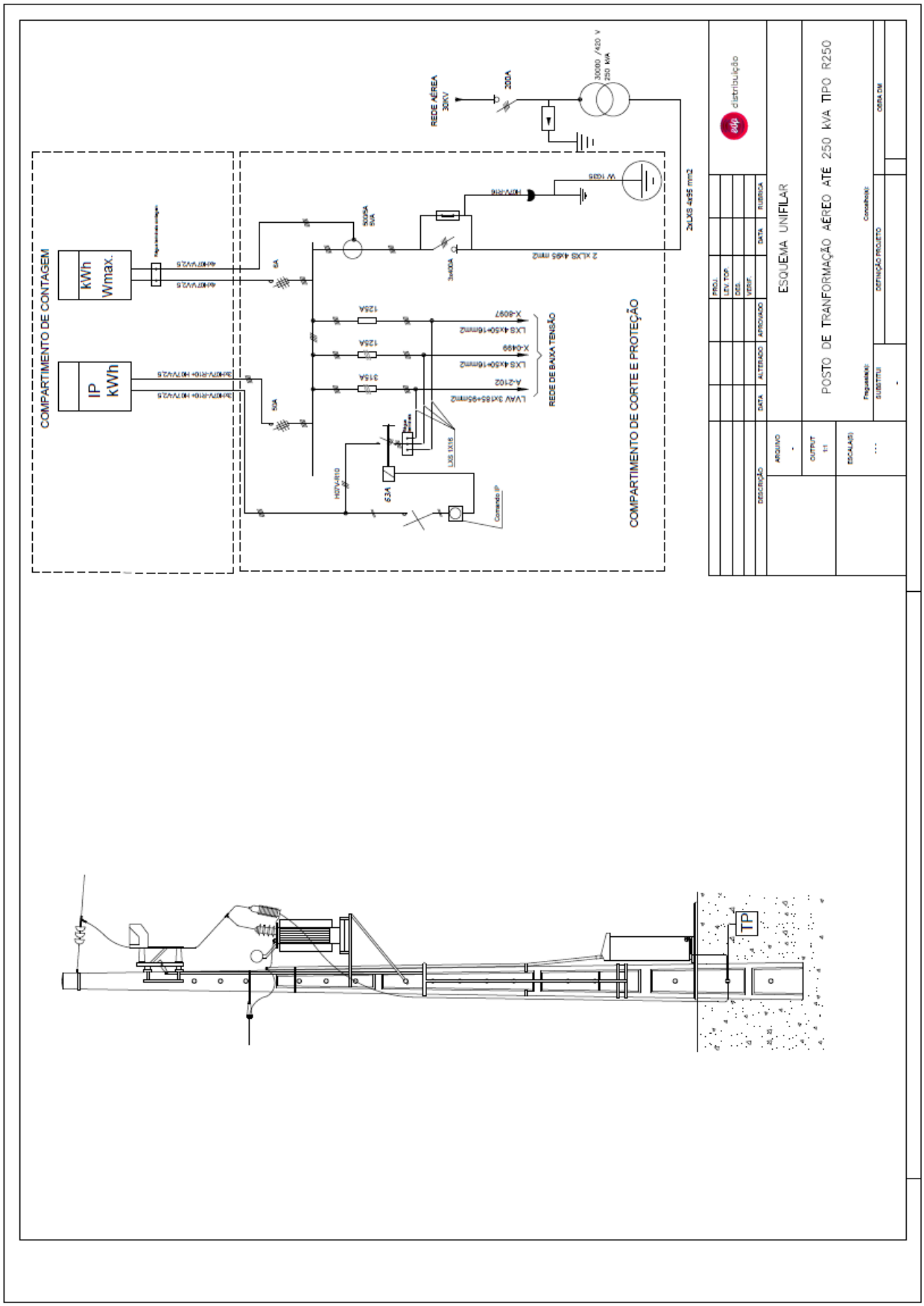

Figura C-154. Projeto Tipo de PT R250.

Anexo D

Criação de um Ativo – Projeto BT

D.1. Equipamentos e Aparelhagem BT

D.1.1. Condutores

Nas RABT, são essencialmente usados cabos auto suportados, sem neutro tensor, com isolação de polietileno reticulado, dos tipos LXS.

Existem diversos cabos de diferentes seções, porém apenas estão normalizados pela EDPD o uso de cabos que cumpram as especificações presentes na DMA-C33-209/N (Tabela D-24) [60]. Os cabos em torçada, também denominados por cabos com condutores isolados agrupados em feixe, são constituídos por um conjunto de condutores isolados cableados entre si, sem revestimento comum (Figura B-52).

Tabela D-24. Tabela resumo dos cabos torçada e fusível correspondente.

Cabo (mm^2)	I_Z (A)	I_{max} (A)	I_n (A)
LXS 2x16	85	-	63
LXS 4x16	75	71,3	63
LXS 4x25+16	100	95	80
LXS 4x50+16	150	142,5	125
LXS 4x70+16	190	180,5	160
LXS 4x95+16	230	218,5	200

Figura D-155. Constituição dos cabos torçada.

Relativamente às RSBT, estas utilizam cabos do tipo LSVAV (Figura D-156). Existem diversos cabos de diferentes seções, porém apenas estão normalizados pela EDPD o uso de cabos que cumpram as especificações presentes na DMA-C33-200/N, Tabela D-25 [61].

Figura D-156. Constituição dos cabos LSVAV.

Tabela D-25. Tabela resumo dos cabos subterrâneos e fusível correspondente.

Cabo (mm^2)	I_Z (A)	I_{max} (A)	I_n (A)
LSVAV 16	80	73,2	63
LSVAV 25	99	90,6	80
LSVAV 35	118	108	80
LSVAV 50	142	129,9	100
LSVAV 70	176	161	140
LSVAV 95	211	193,1	160
LSVAV 120	242	221,4	200
LVAV 150	270	247,1	200
LVAV 185	308	281,8	250

D.1.2. Apoios

Nas redes de BT, a maioria da extensão da rede aérea está estabelecida em apoios de betão armado. Os apoios utilizados na EDPD obedecem às especificações presentes no DMA-C67-205/N. Na Tabela D-26, apresentam-se os apoios normalizados, sendo que cada um deles é designado por um conjunto alfanumérico constituído por [62]:

- altura total em metros;
- letra de código de utilização (B-baixa tensão);
- códigos das dimensões do topo do apoio (F00, P00, P01 e P02);
- solicitação principal, em daN (100, 200, 400, 600, 800, 1000).

Tabela D-26. Tabela resumo de apoios normalizados.

Solicitação principal, F (daN)	Altura total (m)			
	8	9	10	12
100	8BF00-100	9BF00-100	-	-
200	-	9BF00-200	10BF00-200	12BF00-200
400	-	9BP00-400	10BP00-400	12BP00-400
600	-	9BP00-600	10BP00-600	-
800	-	9BP01-800	10BP01-800	-
1000	-	9BP02-1000	10BP02-1000	-

Para o arvoramento de apoios de BT, a profundidade da cova é dada pela Equação (D-1):

$$h_e = 0{,}1H + 0{,}5 \quad (m) \tag{D-1}$$

em que H é a altura total do poste (m).

Para que o apoio fique corretamente arvorado, deve verificar-se a verticalidade do mesmo, garantir que o volume de betão dos maciços está conforme as dimensões das covas, do tipo e altura do apoio e assegurar que o maciço fica entre 5 a 10 cm abaixo do solo.

Figura D-157. Orientações possíveis para os apoios.

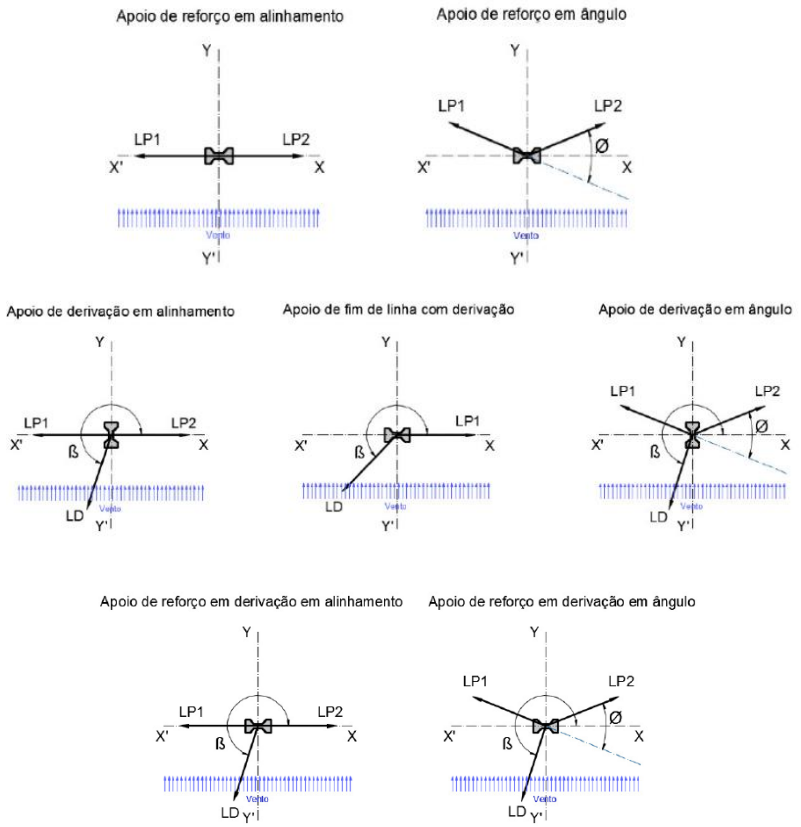

Figura D-158. Orientações possíveis para os apoios (continuação).

Na fase de construção da RABT, podem ser acionadas diversas formas de orientação dos postes (Figura D-157 e Figura D-158).

D.1.3. Armários de Distribuição

Na RSBT, são utilizados armários de distribuição, nas seguintes situações [63]:

- elementos de interligação de redes;
- proteção de linhas derivadas a partir de uma linha principal;
- proteção de ramais;
- combinando duas ou três destas funções.

Um armário é constituído por 4 partes distintas: invólucro (destinado a assegurar a proteção do equipamento instalado no seu interior, assim como a proteção de pessoas contra contatos com peças em tensão), bastidor (serve de suporte e de fixação ao equipamento elétrico), suporte de cabos (suporta os cabos e fixa-se diretamente ao maciço) e maciço de fundação ou maciço.

Na Tabela D-27 encontram-se as caraterísticas dos armários de distribuição normalizados.

Tabela D-27. Características dos armários de distribuição.

Tipo de armário	X	Y	Z	W	T
Número de circuitos	5	6	7	6	6
Características dos triblocos	5xT2	2xT2 e 4xT00	7xT2	2xT2 e 4xT00	4xT00 e 2 no barramento

Há armários de diversos tipos: W, X, Y, Z e T. Os armários do tipo W, X, Y e Z estão preparados para serem instalados no solo através dos seus maciços. Em alternativa, quando necessário, os mesmos podem ser encastrados ou anichados em elementos da construção com a porta do invólucro posicionada à face da parede. Relativamente aos do tipo T, destina-se unicamente, a ser encastrados.

D.1.4. Caixas de Proteção e Seccionamento

Na RABT são utilizadas caixas de proteção, montados em apoios de betão, nas seguintes situações:

- proteção e seccionamento de linhas derivadas a partir da linha principal;
- proteção e seccionamento de ramais com carga significativa a partir de uma linha principal ou da derivada;
- interligação de redes (transição entre RSBT e RABT) com proteção e seccionamento das linhas derivadas.

Os condutores são protegidos por elementos de substituição do tipo gG, cujos valores máximos de correntes estipuladas e respetivos comprimentos máximos das canalizações protegidas apresentam-se na Tabela D-28 [64].

Tabela D-28. Proteção dos condutores por elementos de substituição do tipo gG

Tipo de cabo	I_z (máx) (A)	I_n (máx) (A)	L (máx) (m)
LXS 4x25+16	100	80	150
LXS 4x50+16	150	125	205
LXS 4x70+16	190	160	200

D.1.5. Luminárias

As luminárias que se encontram na rede elétrica são, maioritariamente, lâmpadas do tipo de vapor sódio. Outrora, as luminárias usadas eram lâmpadas de vapor de mercúrio, que ainda podem ser encontradas, mas em pequena quantidade, uma vez que estão em vias de extinção, por serem uma tecnologia obsoleta e perigosa para o meio ambiente. Assim, atualmente, quando se executa a instalação de luminárias, deve optar-se pela mais recente tecnologia de lâmpadas LED. Em remodelações e ampliações de redes devem ser instaladas este tipo de luminárias, porém é essencial ter sempre em conta a questão das luminárias presentes no local.

Na UGD, pode visualizar-se (Figura D-159), uma comparação do número de luminárias instaladas por concelho, com referência às diferentes tecnologias usadas na IP. Assim, averigua-se que o parque de luminárias da UGD se encontra com aproximadamente 69 % de luminárias de vapor de sódio, 18 % de luminárias de vapor de mercúrio e 13 % de luminárias de tecnologia LED. Desta forma, verifica-se uma percentagem elevada de luminárias de tecnologia obsoleta, com necessidade de substituição das mesmas por luminárias LED o mais brevemente possível.

A mais recente tecnologia de IP utiliza tecnologia LED como fonte de luz e tem como objetivo providenciar boa visibilidade para os utilizadores de áreas públicas, durante as horas de escuridão, proporcionando segurança pessoal e rodoviária, apresenta as seguintes características [65]:

- as luminárias LED têm de ser do tipo SMD, a fim de garantirem a robustez mecânica adequada

ao tipo de aplicação;

- deve produzir luz branca a partir da conversão do fósforo diretamente aplicado sobre o chip (*chip level conversion*);
- o Índice de Restituição de Cor (IRC) deve apresentar sempre um valor superior a 70 e estar de acordo com a IEC 62717;
- a Temperatura de Cor (CTT) deve ser branca neutra com um valor base de 4200 K e admitindo uma tolerância de mais ou menos 300 K;
- deve apresentar uma eficiência luminosa de pelo menos 100 lm/W para a CTT indicada no ponto anterior.

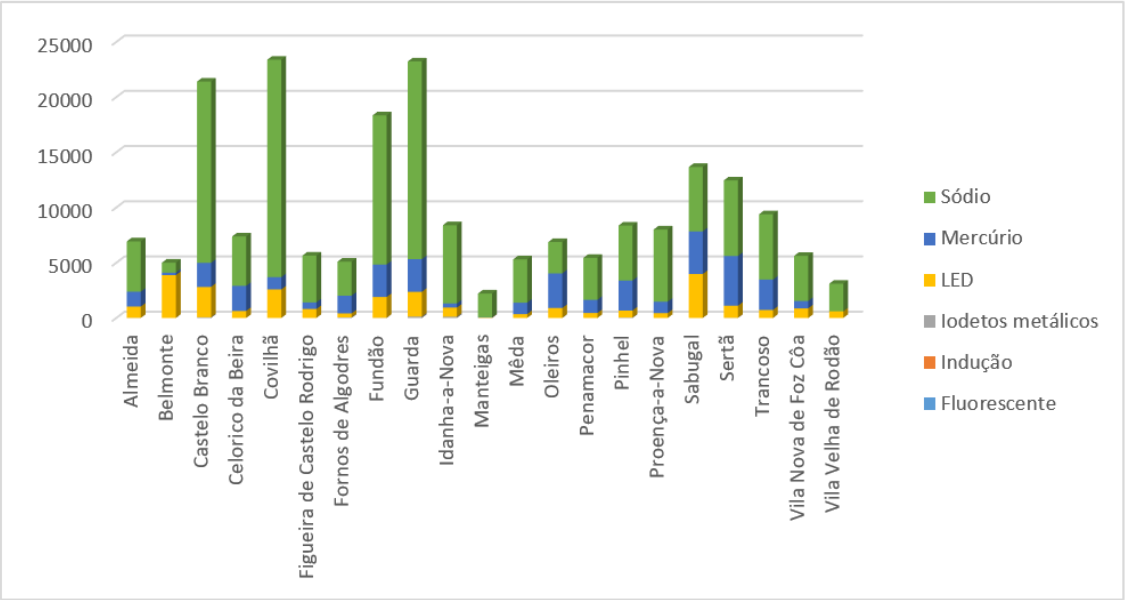

Figura D-159. Número de luminárias por concelho da UGD, pelas diferentes tecnologias de iluminação.

As luminárias são aplicadas de acordo com o modo de utilização, isto é, rede aérea, rede subterrânea ou jardim. Na Tabela D-29, Tabela D-30 e Tabela D-31 estão representadas todas as luminárias de tecnologia LED de uso corrente [66].

Tabela D-29. Luminárias LED de uso corrente.

Modo de Utilização	Designação Normalizada	Potência (W)	Fluxo da Luminária (lm)	Fornecedor	Ilustração
Jardim	LUMLED JAR ESFÉRICA 2750	44	2998	Schréder	
		27,7	2854	Arquiled	

Tabela D-30. Luminárias LED de uso corrente (continuação).

Modo de Utilização	Designação Normalizada	Potência (W)	Fluxo da Luminária (lm)	Fornecedor	Ilustração
Jardim	LUMLED JAR ESFÉRICA 4000	54	3631	Schréder	
		42	3783	Arquiled	
Rede Subterrânea	LUMLED VCA 6750	56	6188	Schréder	
	LUMLED VCA 6750	60	6173	Sulnor	
		55	6880	Hardest	
	LUMLED VCA 137500	108	13756	Schréder	
		124,3	13974	Arquiled	
		117,5	13634	First Rule	
	LUMLED VCA 17000	142	18259	Schréder	
		156	16950	Arquiled	
		149	15932	Sulnor	

Tabela D-31. Luminárias LED de uso corrente. (continuação).

Modo de Utilização	Designação Normalizada	Potência (W)	Fluxo da Luminária (lm)	Fornecedor	Ilustração
Rede Aérea	LUMLED VCA F 2000	23	2018	Schréder	
		19	2056	Arquiled	
		18	1898	Sulnor	
Rede Aérea	LUMLED VCA F4250	40,4	4126	Arquiled	
		33	3901	Schréder	
		39	3985	Sulnor	
	LUMLED VCA F6500	54	6750	Hardest	
		60	6173	Sulnor	
		57,3	6187	Resul	