



Instituto Politécnico de Tomar

Escola Superior de Tecnologia de Tomar

**Manutenção e Gestão de Ativos de Centrais
Hidroelétricas – Testes de Capacidade de
Baterias e Projeto de Carregadores de EVs**

Relatório de Estágio

Fábio João Esgueira dos Santos

Mestrado em Engenharia Eletrotécnica
Especialização em Controlo e Eletrónica Industrial

Tomar/ Janeiro/ 2021



Instituto Politécnico de Tomar

Escola Superior de Tecnologia de Tomar

Fábio João Esgueira dos Santos

**Manutenção e Gestão de Ativos de Centrais
Hidroelétricas – Testes de Capacidade de
Baterias e Projeto de Carregadores de EVs**

Relatório de Estágio

Orientado por:

Professor Doutor Paulo Coelho - Instituto Politécnico de Tomar
Engenheiro Manuel Cardoso - EDP Gestão da Produção de Energia, S.A.

Relatório de Estágio apresentado ao Instituto Politécnico de Tomar para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Eletrotécnica - Especialização em Controlo e Eletrónica Industrial

«O fracasso é simplesmente a oportunidade de começar de novo, e dessa vez de forma mais inteligente.»

-Henry Ford

RESUMO

O presente relatório pretende descrever o trabalho realizado durante o estágio efetuado na EDP - Gestão da Produção de Energia, S.A, enquadrando as várias atividades desenvolvidas no setor da produção de energia elétrica proveniente das centrais hidroelétricas, desde a manutenção ao projeto elétrico. O estágio com duração de 9 meses mais a prorrogação de 3 meses, realizou-se na Direção do Centro de Produção Tejo-Mondego (DTM) em Castelo do Bode, na área departamental da manutenção elétrica.

Durante o estágio surgiu a oportunidade de realizar algumas atividades de manutenção, nomeadamente na realização dos testes de capacidade das baterias estacionárias dos serviços auxiliares de corrente contínua (SACC) das centrais hidroelétricas. Para além desta atividade, foram realizadas tarefas mais pontuais e secundárias, tais como reuniões de intervenções de manutenção, acompanhamento de visitas a centrais para deteção de avarias e resolução das mesmas, e organização dos processos de manutenção dos transformadores e disjuntores.

Sendo a mobilidade elétrica uma aposta de futuro, a EDP comprometeu-se a atingir uma frota automóvel 100% elétrica até 2030. Para o concretizar, é necessário dotar as centrais da DTM com infraestruturas adequadas ao carregamento de veículos elétricos. Assim, surgiu a possibilidade de, como gestor e executor do projeto técnico, integrar o projeto de instalação de infraestruturas de postos de carregamento de veículos elétricos nas centrais hidroelétricas da Agueira, Alqueva, Belver, Bouça, Cabril, Fratel, Raiva, Ribeiradio, bem como no parque de estacionamento do edifício sede da DTM.

Este estágio teve como objetivos principais a realização dos testes de capacidade das baterias estacionárias dos SACC das centrais hidroelétricas, e a realização do projeto técnico da instalação das infraestruturas dos postos de carregamento dos veículos elétricos das centrais hidroelétricas. No relatório, são introduzidos os conceitos teóricos necessários para a compreensão dos testes de capacidade realizados. Apresenta-se todo procedimento dos testes realizados, equipamentos utilizados e respetivo *software* (TDMS, FlukeView Forms). O projeto de postos de carregamento, requereu o levantamento dos materiais necessários e respetivas quantidades (cabos, caminhos de cabos, materiais de fixação, disjuntores e etc.), cálculo das instalações elétricas, cálculo económico, descrição da instalação e dos equipamentos, e a realização de esquemas elétricos unifilares e respetivo projeto em AutoCAD.

Palavras-chave: Baterias Estacionárias; Carregamento de Veículos Elétricos; Manutenção; Projeto; Centrais Hidroelétricas.

ABSTRACT

This report intends to describe the work done during the internship at EDP - Gestão da Produção de Energia, S.A., framing the various activities developed in the sector of electricity generation from hydroelectric power plants, ranging from maintenance work to electrical project design. The 9-month internship plus a 3-month extension was held at Direção do Centro de Produção Tejo-Mondego (DTM) in Castelo do Bode, in the electrical maintenance department.

During the internship, the opportunity arose to perform some maintenance activities, namely performing capacity tests to stationary batteries from the direct current auxiliary services (DCAS) of the hydroelectric power plants. In addition to this activity, more punctual and secondary tasks were performed, such as attending meetings regarding maintenance interventions, accompanying visits to power plants to detect faults and solve them, and organizing the maintenance processes of transformers and circuit breakers.

With electric mobility being a bet for the future, EDP has committed to achieve a 100% electric car fleet by 2030. To achieve this, it is necessary to provide DTM plants with adequate infrastructure for loading electric vehicles. Thus, the possibility arose to integrate the installation project of the infrastructure for electric vehicle charging stations, as manager and executor of the technical project, in the Aguieira, Alqueva, Belver, Bouça, Cabril, Fratel, Raiva, Ribeiradio hydroelectric power plants, as well as in the parking lot of the DTM headquarters building,

This internship had as main objectives performing the capacity tests of the stationary batteries of the SACC of the hydroelectric power plants, and the execution of the technical installation project for the infrastructure of the charging stations for the electric vehicles from the hydroelectric power plants. In the report, the theoretical concepts necessary for understanding the capacity tests performed are introduced. It presents the entire procedure of the tests performed, the equipment used and the respective software (TDMS, FlukeView Forms). The design of loading stations, required the survey of the necessary materials and respective quantities (cables, cable paths, fixing materials, circuit breakers, etc.), calculation of electrical installations, economic calculation, description of the installation and equipment, and the performing of unifilar electrical schematics and respective design in AutoCAD.

Keywords: Stationary Batteries; Electric Vehicle Charging; Maintenance; Project; Hydroelectric Power Plants.

AGRADECIMENTOS

A realização desta dissertação marca o fim de uma etapa muito importante de cinco anos de estudo, sendo que a sua concretização só foi possível graças a várias pessoas, ao longo de todo o percurso. Quero assim expressar perante todos, os meus maiores e sinceros agradecimentos.

Em primeiro lugar, gostaria de fazer um agradecimento especial à Catarina Oliveira Ribeiro, pelas boas influências que partilhou ao longo dos últimos anos. Sem ela nunca tinha tirado o curso de especialização tecnológica em Energia e Biocombustíveis, a Licenciatura em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores e muito menos o Mestrado em Engenharia Eletrotécnica. Um muito obrigado por teres sido um marco importante que mudou radicalmente a minha vida para melhor.

Quero agradecer ao meu orientador Professor Doutor Paulo Coelho que sempre se mostrou disponível para esclarecimentos da dissertação, e por toda a ajuda e apoio durante o mestrado.

Agradeço aos professores do IPT em geral que se cruzaram no meu percurso académico pela partilha de conhecimento e das boas influências.

Quero agradecer à EDP Produção e aos seus colaboradores, em particular ao Engenheiro Manuel Cardoso por me ter proporcionado a oportunidade de realizar o estágio profissional/curricular na Direção Centro de Produção Tejo-Mondego.

Um agradecimento especial ao Engenheiro José Guerra da EDP Produção, pois, foi ele que proporcionou a oportunidade de realizar todas as atividades durante o estágio e que permitiram ter conteúdo para realizar esta dissertação, tornando o estágio uma mais valia para a minha formação profissional. Agradeço ainda por todo o apoio e pelos seus ensinamentos e por me ter acompanhado durante todo o estágio com a sua energia e boa disposição, e sobretudo pela amizade.

Agradeço ao Sr. Castro por ter fornecido documentação da empresa para realização da dissertação.

Agradeço aos meus colegas de curso em especial da Licenciatura, por toda a camaradagem, sem eles isto não teria sido possível.

Agradeço aos meus primos e amigos pelo apoio nesta fase final.

Por fim, agradeço aos meus pais o apoio nesta última fase.

Índice

RESUMO	vii
ABSTRACT	ix
AGRADECIMENTOS	xi
Lista de Acrónimos e Siglas	xxi
Lista de Símbolos e Unidades	xxiii
Capítulo 1 - Introdução.....	1
1.1. Enquadramento e Objetivos do Estágio.....	1
1.2. Motivação	2
1.3. Estrutura do Documento	4
Capítulo 2 - Caracterização da Empresa.....	7
2.1. História da EDP	7
2.2. EDP Gestão da Produção de Energia, S.A.....	9
2.2.1. Produção em Regime Ordinário (PRO)	10
2.2.2. Produção em Regime Especial (PRE)	11
2.3. Centro de Produção Tejo-Mondego.....	12
Capítulo 3 - Baterias Secundárias.....	15
3.1. Baterias como Elemento Eletroquímico	15
3.1.1. Constituição Eletroquímica	16
3.1.2. Princípios de Funcionamento	17
3.1.3. Princípios Eletroquímicos e Reações.....	22
3.2. Fatores Principais que Afetam o Desempenho das Baterias.....	25
3.2.1. Nível de Tensão.....	26
3.2.2. Corrente de Descarga.....	27
3.2.3. Tipo de Descarga (corrente constante, carga constante, potência constante)	28
3.2.4. Temperatura da Bateria Durante a Descarga	29
3.2.5. Vida Útil.....	30
3.2.6. Descarga Contínua e Intermitente	31
3.2.7. Efeito do Design da Célula e da Bateria.....	31
3.2.8. Armazenamento e Envelhecimento da Bateria	33
3.3. Baterias Estacionárias.....	35
3.3.1. Características Principais das Baterias Estacionárias	36
3.4. Tipos de Baterias Secundárias	41
3.4.1. Baterias Chumbo-Ácido	41
3.4.1.1. Baterias chumbo-ácido ventiladas ou abertas (VLA)	42
3.4.1.2. Baterias chumbo-ácido estanques ou reguladas por válvulas (VLRA).....	42
3.4.2. Baterias Níquel-Cádmio (NiCd).....	43
3.4.3. Baterias Níquel-Hidretos Metálicos (NiMH)	45
3.4.4. Baterias de Iões de lítio (Li-ion).....	46
3.4.5. Comparação entre os diferentes tipos de Baterias	47
Capítulo 4 - Testes de Capacidade de Baterias dos Serviços Auxiliares de Corrente Contínua.....	49

4.1.	Serviços Auxiliares de Corrente Contínua (SACC).....	49
4.2.	Equipamento Utilizado	51
4.2.1.	Pinça Amperimétrica	51
4.2.2.	Câmara Termográfica	52
4.2.3.	Multímetro.....	52
4.2.4.	Banco de Resistências	53
4.3.	Software utilizado	56
4.3.1.	FlukeView Forms	56
4.3.2.	TDMS – Test and Data Management Software	57
4.4.	Testes de Capacidade Realizados	60
4.4.1.	Teste de Baterias da Central de Belver	61
4.4.1.1.	Descrição da Instalação.....	62
4.4.1.2.	Requisitos Pré-teste.....	63
4.4.1.3.	Teste de Performance (procedimento)	64
4.4.1.4.	Restabelecimento	65
4.4.1.5.	Resultados.....	66
4.4.2.	Teste de Baterias da Central do Alqueva II	69
4.4.2.1.	Descrição da Instalação	69
4.4.2.2.	Requisitos Pré-teste	70
4.4.2.3.	Teste de Performance (procedimento)	71
4.4.2.4.	Restabelecimento	72
4.4.2.5.	Resultados.....	72
Capítulo 5 - Projeto de Infraestruturas de Postos de Carregamento de Veículos Elétricos		75
5.1.	Projeto de Instalações Elétricas	75
5.1.1.	Carregadores de veículos elétricos	76
5.1.1.1.	Características dos carregadores	76
5.1.1.2.	Diretivas sobre instalação	77
5.1.1.3.	Dados gerais dos carregadores.....	78
5.1.1.4.	Carregadores por Central	79
5.1.2.	Instalações Projetadas.....	80
5.1.3.	Dimensionamento das Instalações Elétricas	80
5.1.3.1.	Cálculo da Secção Técnica	81
5.1.3.2.	Cálculo da Secção Económica	83
5.2.	Projeto e Instalações nas Centrais Hidroelétricas	84
5.2.1.	Quadros de Serviços Auxiliares.....	84
5.2.2.	Quadros de Distribuição	86
5.2.3.	Central da Agueira.....	87
5.2.3.1.	Descrição da Instalação.....	87
5.2.3.2.	Canalizações Elétricas	90
5.2.4.	Central do Alqueva.....	91
5.2.4.1.	Descrição da Instalação.....	91
5.2.4.2.	Canalizações Elétricas	92

5.2.5. Central de Belver	93
5.2.5.1. Descrição da Instalação.....	93
5.2.5.2. Canalizações Elétricas	94
5.2.6. Central da Bouçã	95
5.2.6.1. Descrição da Instalação.....	95
5.2.6.2. Canalizações Elétricas	96
5.2.7. Central do Cabril	97
5.2.7.1. Descrição da Instalação.....	97
5.2.7.2. Canalizações Elétricas	98
5.2.8. Sede DTM-Castelo Bode.....	99
5.2.8.1. Descrição da Instalação.....	99
5.2.8.2. Canalizações Elétricas	99
5.2.9. Central do Fratel	100
5.2.9.1. Descrição da Instalação.....	100
5.2.9.2. Canalizações Elétricas	102
5.2.10. Central da Raiva	103
5.2.10.1. Descrição da Instalação.....	103
5.2.10.2. Canalizações Elétricas	105
5.2.11. Central de Ribeiradio.....	106
5.2.11.1. Descrição da Instalação.....	106
5.2.11.2. Canalizações Elétricas	107
Capítulo 6 - Outras Tarefas Realizadas	109
Capítulo 7 - Conclusão	111
Referências Bibliográficas.....	115
Anexos.....	117
Anexo A - Testes de Capacidade das Baterias Estacionárias	117
Anexo A.1 - Relatório do Sistema de Teste de Baterias TDMS-BTS 200 de Belver.....	117
Anexo A.2 - Relatório do Sistema de Teste de Baterias TDMS-BTS 200 do Alqueva II	119
Anexo A.3 - Relatório Fotográfico e Inspeção Termográfica do Teste da Bateria 1 do Alqueva II.....	122
Anexo A.4 - Fluxograma de testes de Capacidade (Performance) das Baterias VLRA	126
Anexo A.5 - Boletins de Inspeção e Ensaios da Central de Belver	127
Anexo A.6 - Cálculo da Capacidade da Bateria 1 da Central de Belver.....	136
Anexo A.7 - Cálculo da Capacidade da Bateria 1 da Central de Alqueva II	137
Anexo A.8 - Boletins de Inspeção e Ensaios da Central do Alqueva II.....	138
Anexo B - Exemplo Didático das Infraestruturas de Carregamento de Veículos Elétricos.....	147
Anexo C - Esquemas Elétricos Unifilares das Instalações de Carregadores de Veículos Elétricos	149
Anexo C.1 - Esquema Unifilar da Agueira.....	149
Anexo C.2 - Esquema Unifilar do Alqueva.....	150
Anexo C.3 - Esquema Unifilar de Belver.....	151
Anexo C.4 - Esquema Unifilar da Bouçã	152
Anexo C.5 - Esquema Unifilar do Cabril	153
Anexo C.6 - Esquema Unifilar Sede DTM-Castelo do Bode	154

Anexo C.7 - Esquema Unifilar do Fratel	155
Anexo C.8 - Esquema Unifilar da Raiva	156
Anexo C.9 - Esquema Unifilar de Ribeiradio.....	157
Anexo D - Cálculo da Secção Técnica	159
Anexo E - Dados dos Cabos Elétricos.....	161
Anexo F - Memória Descritiva do Projeto de Infraestruturas de Postos de Carregamento	163
Anexo G - Plantas da Rede de Carregadores.....	165
Anexo G.1 - Rede de Carregadores Agueira	165
Anexo G.2 - Rede de Carregadores Alqueva.....	166
Anexo G.3 - Rede de Carregadores Belver.....	167
Anexo G.4 - Rede de Carregadores Bouçã.....	168
Anexo G.5 - Rede de Carregadores Cabril	169
Anexo G.6 - Rede de Carregadores Sede DTM.....	170
Anexo G.7 - Rede de Carregadores Fratel.....	171
Anexo G.8 - Rede de Carregadores Raiva.....	172
Anexo H - Desenho de Exemplo dos Cabos Elétricos Inseridos nas Tubagens	173

Índice de Figuras

Figura 1-Logotipo da EDP Produção.	9
Figura 2-Centrais de PRO e PRE distribuídas por centro de produção.	10
Figura 3-Diagrama organizacional da EDP Produção com a representação dos departamentos da Direção Centro de Produção Tejo-Mondego (DTM) [4].	13
Figura 4-Pilha de Volta [9].	16
Figura 5-Descarga da célula eletroquímica [10].	18
Figura 6-Carga da célula eletroquímica [10].	19
Figura 7- Energia específica de sistemas de bateria teórica e real [10].	21
Figura 8-Polarização da célula em função da corrente de operação [10].	23
Figura 9-Orientação das moléculas de água em dupla camada, num eléctrodo negativo [10].	25
Figura 10-Catião típico situado na dupla camada eléctrica [10].	25
Figura 11-Contacto adsorção de Cs+ numa superfície do eléctrodo [10].	25
Figura 12-Contacto adsorção de um anião numa superfície do eléctrodo [10].	25
Figura 13-Curvas características de descarga [10].	27
Figura 14- Características de descarga V(I) de uma bateria [10].	27
Figura 15 - Perfis de descarga dos diferentes modos de descarga; mesma corrente e potência no início da descarga. (a) Perfil da corrente durante a descarga. (b) Perfil da tensão durante a descarga. (c) Perfil da potência durante a descarga [10].	29
Figura 16 - Perfis de descarga dos diferentes modos de descarga; mesmo tempo de descarga. (a) Perfil da corrente durante a descarga. (b) Perfil da tensão durante a descarga. (c) Perfil da potência durante a descarga [10].	29
Figura 17 - Perfis de descarga dos diferentes modos de descarga; mesma potência no final da descarga. (a) perfil da corrente durante a descarga. (b) Perfil da tensão durante a descarga. (c) Perfil da potência durante a descarga [10].	29
Figura 18-Efeito da temperatura na capacidade da bateria [10].	30
Figura 19-Vida útil da bateria em descargas com várias cargas em função da temperatura (escala logarítmica) [10].	31
Figura 20 - Comparação do desempenho entre baterias com alta densidade de energia e alta densidade de potência [10].	33
Figura 21-Efeito da auto descarga na capacidade da bateria [10].	34
Figura 22-Impacto da temperatura na perda de capacidade em diferentes baterias [10].	34
Figura 23-Atraso de tensão [10].	35
Figura 24-Ciclos de vida e profundidade de descarga [17].	38
Figura 25-Associação dos elementos em série [18].	40
Figura 26-Associação dos elementos em paralelo [18].	40
Figura 27-Esquemático de uma bateria típica de chumbo-ácido [20].	41
Figura 28-Bateria baseada na tecnologia de níquel [21].	44
Figura 29-Baterias de iões de lítio [21].	46
Figura 30-Funcionamento em situação normal, sem picos de consumo [13].	50
Figura 31-Funcionamento em situação normal, com picos de consumo [13].	50
Figura 32-Funcionamento com falta de corrente alternada [13].	51
Figura 33-Pinça Amperimétrica Fluke 345 Power Quality.	51
Figura 34-Câmara Termográfica Flir E8 Wifi.	52
Figura 35-Multímetro Fluke 289 TRUE RMS.	53
Figura 36-Banco de resistências ISA BTS 200.	53
Figura 37-Ilustração descritiva do equipamento de teste BTS 200.	55
Figura 38-Painel frontal do equipamento de teste BTS 200.	55
Figura 39-Interior do equipamento de teste BTS200.	56
Figura 40-Interface FlukeView Forms.	57
Figura 41-Ambiente inicial do software TDMS ISA.	58
Figura 42-Parâmetros da bateria do plano de teste de baterias do software TDMS para o sistema de teste BTS 200.	58
Figura 43-Cabeçalho do plano de teste de baterias do software TDMS para o sistema de teste BTS 200.	59

Figura 44-Ajuste de teste do plano de teste de baterias do software TDMS para o sistema de teste BTS 200.	59
Figura 45-Resultados do teste de baterias do software TDMS para o sistema de teste BTS 200.	60
Figura 46-Esquema Unifilar da Central de Belver.	62
Figura 47-Ligação da carga resistiva BTS 200 à bateria.	65
Figura 48- Fator de correção de temperatura recomendado [16].	67
Figura 49-Defeito de ventilação no módulo retificador instalado na rack A3.	68
Figura 50- Esquema Unifilar da Central do Alqueva II.	70
Figura 51-Carregador VE Keba P30.	76
Figura 52-Ligação aos barramentos de reserva.	87
Figura 53-Disjuntor apto ao seccionamento ABB T5N 400 TMA 400-4000 tetrapolar (4p).	87
Figura 54-Painel de reserva P11 com o disjuntor respetivo.	87
Figura 55-Entrada dos cabos para a casa das máquinas.	88
Figura 56-Entrada dos cabos no interior da casa das máquinas.	89
Figura 57-Saída dos cabos da casa das máquinas para o corredor de saída, onde são instalados em caminho de cabos horizontal ,por cima das calhas existentes, até ao gabinete do vigilante.	89
Figura 58-Saída dos cabos para o exterior, por cima do gabinete do vigilante e das calhas existentes.	89
Figura 59-Quadro de Serviços Auxiliares +QCA17.	91
Figura 60- Interruptor-Seccionador Fusível Socomec AC23A 400A tetrapolar (4p).	91
Figura 61- Disjuntor Magnetotérmico apto para seccionamento ABB S6S 630 PR211/ $I_n = 630 A$ tetrapolar (4p) F F.	93
Figura 62- Disjuntor Magnetotérmico apto para seccionamento ABB T4N 320 PR221DS-LS/I $I_n = 320 A$ tetrapolar (4p) F F.	95
Figura 63-Local de saída dos cabos para o exterior.	97
Figura 64-Local de instalação dos carregadores na parede.	98
Figura 65-Painel do Quadro de serviços auxiliares externos (QSAE).	100
Figura 66-Painel QSAE3 e parte de trás onde irão ser instalados os cabos de alimentação em caminho de cabos.	101
Figura 67-Ensaio da disposição de montagem do carregador na parede da central.	102
Figura 68-Saída de cabos para o exterior.	104
Figura 69-Localização do posto de carregamento.	105
Figura 70-Painel do QGBT dos não essenciais para alimentação dos postos de carregamento.	106

Índice de Tabelas

Tabela 1-Centrals Hidroelétricas DTM com Produção em Regime Ordinário (PRO).	14
Tabela 2-Centrals Hidroelétricas DTM com Produção em Regime Especial (PRE).	14
Tabela 3-Comparação de tecnologias de baterias [19] [20].	48
Tabela 4-Relação entre as correntes de descarga e as tensões da bateria.	54
Tabela 5-Visão geral das variantes e opções dos carregadores.	76
Tabela 6-Dados técnicos dos Carregadores.	78
Tabela 7-Interfaces dos carregadores.	79
Tabela 8-Condições ambientais relativas aos carregadores.	79
Tabela 9-Quantidade de carregadores por centrais, potência e dimensão dos quatos de distribuição.	80
Tabela 10- Secção dos cabos, quantidade, comprimentos e orçamento proveniente do pedido de cotação à Policabos.	83
Tabela 11- Comprimento total dos vários cabos necessários para comprar.	84

Lista de Acrónimos e Siglas

AC	→	<i>Alternate Current</i>
AGM	→	Baterias com Separador de Microfibras de Vidro
CNE	→	Companhia Nacional de Eletricidade
DC	→	<i>Direct Current</i>
DTM	→	Direção Centro de Produção Tejo-Mondego
DOD	→	Profundidade de Descarga
EDP	→	Energias de Portugal
EPI	→	Equipamento de Proteção Individual
IE	→	Instalações Elétricas
IEEE	→	<i>Institute of Electric and Electronic Engineers</i>
IK	→	Índice de resistência mecânica
IP	→	Índice de Proteção
MOSFET	→	<i>Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor</i>
OCV	→	Tensão de Circuito Aberto
PRE	→	Produção em Regime Especial
PRO	→	Produção em Regime Ordinário
QSACC	→	Quadro de Serviços Auxiliares de Corrente Continua
RTIEBT	→	Regras Técnicas das Instalações Elétricas de Baixa Tensão
SACA	→	Serviços Auxiliares de Corrente Alternada
SACC	→	Serviços Auxiliares de Corrente Continua
SoC	→	Estado de Carga
UPS	→	Unidade de Alimentação Ininterrupta
VLA	→	Baterias Chumbo-ácido Ventiladas ou Abertas
VLRA	→	Baterias Chumbo-ácido Estanques ou Reguladas por Válvulas

Lista de Símbolos e Unidades

a_i	→	Atividade das espécies relevantes
A	→	Amperes
Ah	→	Ampere-hora
Ah/g	→	Ampere-hora por grama
C	→	% da Capacidade da bateria a 25 °C
C_n	→	Valor da capacidade nominal da bateria (Ah)
E	→	Tensão da célula ou Energia
E^0	→	Potencial padrão
E_0	→	Força eletromotriz ou tensão em circuito aberto
F	→	Constante de Faraday (96,487 Coulombs)
fc	→	Fator ou coeficiente de correção
i	→	Intensidade de corrente de operação
I	→	Corrente de descarga
I_{cc}^{th}	→	Corrente de curto-circuito térmica
I_2	→	Intensidade de corrente convencional de fusão para os corta-circuitos fusíveis e é a intensidade convencional de funcionamento do aparelho de proteção tipo disjuntor
I_n	→	Intensidade de corrente nominal do aparelho de proteção
I_n	→	Corrente nominal
I_{nf}	→	Corrente de não funcionamento
I_s	→	Intensidade de corrente de serviço
I_z	→	Intensidade de corrente máxima admissível
I_z	→	Corrente máxima admissível
I'_z	→	Correção da corrente máxima admissível
J	→	Densidade de corrente
kW	→	Quilowatt
kWh	→	Quilowatt hora
kV	→	Quilovolt

kVA	→	Quilovolt ampere
k'_{cu}	→	Constante do condutor = $0,0061 \text{ mm}^4$
K_T	→	Fator de correção da temperatura inicial
L	→	Comprimento do cabo (Kms)
m	→	Metro
mm	→	Milímetros
mV	→	Milivolts
M	→	Múltiplo ou fração de C
MVA	→	Megavolt ampere
MW	→	Megawatt
n	→	Número de elétrons envolvidos na reação estequiométrica
$(\eta_c)_a$ e $(\eta_c)_c$	→	Polarização de concentração no ânodo e cátodo
$(\eta_{ct})_a$ e $(\eta_{ct})_c$	→	Polarização de ativação ou sobretensão de transferência de carga no ânodo e cátodo
P	→	Potência (W)
R	→	Constante dos gases ideais ($8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$)
R_i	→	Resistência interna
S_{Icc}	→	Secção de sobreaquecimento ou curto circuito
S^{tab}_{cabo}	→	Secção valor normalizado
S_I	→	Secção de aquecimento normal ou sobrecarga
S_U	→	Secção de queda de tensão
S^{min}	→	Secção mínima
t	→	Tempo (s)
T°	→	Temperatura absoluta (Kelvin)
t_A	→	Tempo real do teste, para a tensão especificada
t_S	→	Tempo nominal do teste, para a tensão especificada
t_n	→	Tempo de descarga
U_{nc}	→	Tensão nominal composta

V	→	Volt
W	→	Watt
Wh	→	Watt-hora
Wh/L	→	Watt-hora por litro
Wh/kg	→	Watt-hora por quilograma
Z^{max}	→	Impedância máxima admissível
Z^{tab}_{cabo}	→	Impedância tabelada do cabo
ΔU	→	Queda de tensão
$\Delta \theta$	→	Varição de temperatura
ΔG^0	→	Energia de Gibbs
ε	→	Queda de tensão máxima admissível

Capítulo 1 - Introdução

1.1. Enquadramento e Objetivos do Estágio

No segundo e último ano do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica foi dada a oportunidade de realizar um estágio em ambiente empresarial, e, nesse âmbito, houve a possibilidade de realizar o estágio na EDP Produção | EDP Gestão da Produção de Energia, S.A. na Direção de Produção Tejo Mondego (DTM) com sede em Castelo do Bode.

O estágio na Direção de Produção Tejo Mondego (DTM) teve como objetivo principal a integração no mercado de trabalho, uma vez que foi possível ganhar sensibilidade para questões práticas, nomeadamente, na área do projeto elétrico com análise prévia no terreno das obras a realizar, bem como na área da manutenção elétrica e organização dos processos da mesma. Foi, efetivamente, possível complementar conhecimentos teóricos adquiridos durante a formação académica, com a prática.

O estágio foi dividido nas seguintes tarefas principais:

- Testes de capacidade das baterias estacionárias dos serviços auxiliares de corrente contínua (SACC) das Centrais Hidroelétricas.

No período inicial de estágio, houve um enquadramento na vertente das baterias dos serviços auxiliares das centrais hidroelétricas, que exigiram uma pesquisa e, consequente, leitura das normas IEEE, regulamentos e outros documentos técnicos, por forma a desenvolver o conhecimento da regulamentação e dos métodos necessários para a execução dos testes de capacidade. A realização dos testes de capacidade, numa fase inicial, exige uma análise das folhas de cálculo, em ficheiros *Excel*, e dos relatórios dos testes realizados anteriormente nas centrais, para averiguar em que estado se encontravam as baterias e se foi necessária a sua substituição. Noutra fase subsequente, prepara-se o equipamento (Banco de Resistências, Multímetros, Amperímetro, etc.) necessário e, por conseguinte, efetua-se as deslocações às centrais hidroelétricas para realizar os testes de capacidade das baterias estacionárias dos SACC. Nas deslocações às centrais e em particular na realização dos testes de capacidade, utiliza-se sempre o equipamento de proteção individual (EPI).

- Gestão do projeto e realização do projeto técnico de instalação de carregadores de veículos elétricos nas Centrais Hidroelétricas.

O projeto da instalação das infraestruturas dos postos de carregamento nas centrais hidroelétricas, no qual fui gestor do projeto técnico, não estava inicialmente nos planos de estágio, mas foi uma atividade que surgiu no decorrer do estágio. Sabendo que a DTM é uma empresa de manutenção e gestão de ativos hídricos, não existe *Know-how* para projeto, o que se revelou num enorme desafio para mim e para os restantes intervenientes.

Numa primeira fase, o projeto exigiu uma análise às centrais hidroelétricas da Agueira, Alqueva, Belver, Bouça, Cabril, Fratel, Raiva, Ribeiradio e Sede DTM-Castelo Bode, que consistiu no levantamento dos materiais necessários (cabos, caminhos de cabos, materiais de fixação, disjuntores, interruptores, etc.) e respetivas dimensões, locais das instalações e da passagem dos cabos e necessidade de intervenções elétricas e de construção civil. Noutra fase, e com base nos dados obtidos nos locais, efetuou-se o dimensionamento das instalações elétricas, bem como a memória descritiva com todos os materiais necessários à realização da instalação.

1.2. Motivação

As barragens armazenam água que é utilizada prioritariamente para consumo humano e regadio, além de permitirem a produção de energia com a qual se abastece a rede de energia elétrica. Mas, para lá destas funções, os empreendimentos hidroelétricos acabam por servir, de outras formas, as populações e o meio ambiente [1].

Colocar as barragens ao serviço das populações a diversos níveis, para além da geração elétrica, foi uma tarefa que se desenvolveu ao longo de vários anos, em Portugal. A produção hidroelétrica teve um crescimento a partir dos anos 50 do século XX, com a construção de aproveitamentos nas bacias dos rios Cávado, Zêzere, Tejo e Douro. Na época, as operações eram manuais, demoradas e isoladas, estavam a cargo de um grande número de trabalhadores, desde o turbinheiro ao maquinista, distribuídos por vários locais (salas de máquinas, turbina, barragem, sala de comando) [1].

Talvez não seja do conhecimento comum, mas as barragens desempenham um papel fundamental na mitigação das consequências de situações extremas para as populações, como é o caso das cheias ou em períodos longos de seca. Assim, com a gestão dos caudais, a quantidade de água que fica retida nas barragens ou que é libertada a jusante do rio varia consoante as necessidades e os riscos [1].

Dado que a construção de barragens implica alterações ao terreno, ecossistemas e até à vida das populações, são definidos planos de intervenção, em conjunto com as autarquias e populações locais, para minimizar os efeitos da implantação das barragens, que revitalizam a flora e a fauna locais e trazem melhores condições de vida às populações. Um exemplo é a criação de “berçários” para nidificação de peixes em rios, em que a construção de barragens tenha colocado a atividade da pesca em risco, isto porque as espécies de peixes não conseguem seguir o percurso normal e reproduzir-se [1].

Para além da produção de energia, as barragens podem ter a função de elevador (eclusa), no caso do Douro, o qual consiste num compartimento, construído de um dos lados da barragem, para onde as embarcações podem entrar de forma a serem depois transportadas para lá do desnível [1].

No âmbito da produção de energia, as barragens para além de ajudarem a reduzir a dependência energética do exterior, têm duas principais vantagens em termos de gestão energética: por um lado, injetam energia renovável nas redes elétricas e por outro, aproveitam períodos em que a produção de energia seja excedentária face ao consumo, para potenciar a produção de mais energia limpa, no caso em que as centrais são equipadas com máquinas reversíveis é possível usar a energia excedentária através de bombagem, na qual a energia que não esteja a ser utilizada na rede, pelos consumidores, é aproveitada para mover as turbinas no sentido inverso e assim voltar a encher as albufeiras de água, e, portanto, armazenar mais energia potencial gravítica [1].

Resta ainda realçar que os aproveitamentos hidroelétricos são uma fonte de energia renovável, limpa e que não produz agentes poluentes, contribuindo por isso para que Portugal atinja os seus compromissos ambientais internacionais e sendo cada vez mais uma aposta sólida para a produção de energia elétrica em todo o mundo.

Os motivos acima referidos, são suficientes para se perceber que foi com enorme privilégio e com vontade de aumentar os conhecimentos que integrei um estágio associado aos aproveitamentos hidroelétricos, e à inerente abrangência e complexidade tecnológica associada aos mesmos, essencialmente no âmbito da engenharia eletrotécnica, área na qual me integro.

1.3. Estrutura do Documento

O presente relatório é composto por 6 capítulos desenvolvidos, essencialmente, de acordo com principais atividades realizadas durante o estágio.

O atual capítulo, é um capítulo introdutório e tem como finalidade introduzir o trabalho desenvolvido, enquadrando-o a nível dos objetivos.

No segundo capítulo, faz-se um enquadramento histórico da EDP em geral e da EDP Produção em particular, aproveitando-se para fazer a apresentação da empresa e da Direção de Produção Tejo-Mondego (DTM). Inclui-se aqui o diagrama organizacional da empresa e as suas áreas operacionais.

O terceiro capítulo, tem como objetivo dar suporte teórico e científico ao quarto capítulo relativo à execução dos testes de capacidade das baterias estacionárias dos serviços auxiliares de corrente contínua (SACC). Assim, no terceiro capítulo abordam-se os aspetos mais importantes relacionados com as baterias eletroquímicas desde os aspetos construtivos às propriedades elétricas, e ainda as características principais das mesmas. Definem-se também os vários tipos de baterias utilizados e realiza-se uma comparação relativamente aos parâmetros das mesmas.

O quarto capítulo, aborda a temática relativa à execução dos testes de capacidade das baterias estacionárias dos serviços auxiliares de corrente contínua das centrais hidroelétricas, referindo-se os equipamentos e o *software* utilizados na execução dos testes. Abordam-se todos os passos na realização dos testes, incluindo a apresentação detalhada de dois dos testes realizados, como exemplo.

O quinto capítulo, foi elaborado no âmbito do projeto da instalação de carregadores de veículos elétricos em centrais hidroelétricas. Neste capítulo aborda-se todos os aspetos relativos a este projeto.

O sexto capítulo descreve outras tarefas que foram realizadas no decorrer do estágio.

Por fim, no capítulo 7, são apresentadas as conclusões do trabalho realizado durante todo o percurso do estágio, e propostas futuros trabalhos e sugestões.

Capítulo 2 - Caracterização da Empresa

2.1. História da EDP

Foi com o surgimento dos candeeiros de iluminação pública que ocorreu o primeiro fornecimento de energia, e que, resultou, em 1891, na criação da Companhia Reunidas de Gás e Eletricidade, que tinha a concessão para produzir, distribuir e vender gás e eletricidade para iluminação pública.

Nos anos 40 do século XX, o sistema elétrico nacional ganhou novo impulso com o desenvolvimento das centrais hidroelétricas. Foi nestes anos de desenvolvimento das centrais hidroelétricas que surgiu a Companhia Nacional de Eletricidade (CNE), que consistia na exploração de linhas de transporte e subestações destinadas ao fornecimento de eletricidade e à interligação dos sistemas de Cávado e Zêzere [2].

Embora a primeira referência legal a uma rede elétrica nacional remonte aos anos 20, só na década de 40 vem, realmente, a constituir-se a Rede Elétrica Nacional e surge a preocupação em criar uma rede primária resultando na eletrificação nacional, mas tendo em mente o abastecimento da indústria. Em 1944 foi aprovada a lei que permitiu a constituição do plano nacional de energia que enquadrou a nova visão para o sector.

Foi nesta altura que se retiraram as concessões à Companhia de Queda de Água do Norte de Portugal (responsável pelo aproveitamento hidroelétrico dos rios Cávado-Rabagão) e à Companhia de Viação e Eletricidade de Lisboa (para o Zêzere) por incumprimento do contrato de concessão, passando-se estas concessões para empresas de capitais mistos: a Hidroelétrica do Cávado e a Hidroelétrica do Zêzere. E nasceram os grandes empreendimentos hidroelétricos, como a barragem de Castelo do Bode que, ao entrar em funcionamento, destronou, pela primeira vez, a hegemonia do carvão como matéria-prima principal na produção de eletricidade [2].

Foi então, em 1976, que a EDP foi criada, proveniente da fusão de treze empresas que tinham sido nacionalizadas em 1975, com o nome "Eletricidade de Portugal". Como empresa do Estado, ficou encarregue da eletrificação de todo o país, a modernização e extensão das redes de distribuição elétrica, do planeamento e construção do parque

electroprodutor nacional, e do estabelecimento de um tarifário único para todos os clientes.

A metade da década de 1980 a rede de distribuição da EDP cobria 97% do território de Portugal continental e assegurava 80% do fornecimento de energia elétrica em baixa tensão. Em 1991, o Governo decidiu alterar o estatuto jurídico da EDP, de Empresa Pública para Sociedade Anónima. Em 1994, depois de uma profunda reestruturação, foi constituído o Grupo EDP.

Em Junho de 1997 ocorre a primeira fase de privatização da EDP, tendo sido alienado 30% do capital. Foi uma operação de grande sucesso em que a procura superou a oferta em mais de trinta vezes, e pela qual mais de oitocentos mil portugueses (cerca de 8% da população) se tornaram acionistas da EDP.

Dão-se, em 1996, os primeiros passos na internacionalização do Grupo EDP. E, seguiram-se cinco fases de privatização: Maio de 1998, Junho de 1998, Outubro de 2000, Novembro de 2004 e Dezembro de 2005.

Em 2004, o sorriso passa a ser a imagem de marca da EDP e a empresa altera a sua designação para Energias de Portugal. Em 2006 a EDP muda o seu posicionamento e a sua assinatura passa para “sinta a nossa energia”.

Em 2007, o Grupo EDP, através da sua subsidiária Energias Renováveis, adquire um dos maiores produtores de energia eólica do mundo, a *Horizon Wind Energy*, com aerogeradores em Nova Iorque, Iowa, Pensilvânia, Washington e Oklahoma e com projetos para o Minnesota, Oregon, Texas e Illinois, a *Horizon* foi adquirida por 2,15 mil milhões de dólares americanos [3].

Em 2010, a marca EDP figura na 192.^a posição da lista das 500 de maiores do mundo, sendo a marca portuguesa melhor posicionada com 3,2 mil milhões de euros.

Em 2011, 60 por cento dos resultados da empresa foram gerados fora de Portugal para tal contribuiu o crescimento dos negócios das renováveis e do Brasil.

Em 2013 a Parpública, empresa que gere as participações do Estado, vendeu as últimas ações detidas na EDP, num total de 4,144% do capital social da elétrica, por 2,35 euros por ação, com um encaixe de 356 milhões de euros.

No mercado das energias renováveis, a EDP, através da EDP Renováveis, é hoje um dos maiores *players* eólicos do mundo, com 10,052 MWs instalados no final de 2016.

Tem, ainda, operações e projetos em Portugal, Espanha, França, Estados Unidos, Reino Unido, Itália, Bélgica, Polónia, Roménia e Brasil.

Com quatro décadas de existência, a EDP é, nos dias de hoje, uma empresa de referência mundial. Sendo que é um dos maiores operadores europeus no sector da energia e um dos maiores produtores de energia eólica a nível mundial [3].

2.2. EDP Gestão da Produção de Energia, S.A.

A EDP - Gestão da Produção de Energia, S.A. (abreviadamente designada por EDP Produção) legalmente constituída a 28 de março de 2001, é a empresa do Grupo que integra no seu objeto social a produção, compra, venda, importação e exportação de energia sob a forma de eletricidade e outras, o que resulta da exploração de instalações próprias ou alheias, com a obrigação, que nos termos da lei lhe seja exigível, de garantir, em última instância, a evolução sustentada do sistema electroprodutor nacional.

Dada a dispersão geográfica das instalações de produção hídrica da EDP Produção, a respetiva gestão é distribuída por três unidades organizativas, que as agrupa de acordo com a bacia hidrográfica onde se localizam, nomeadamente:

- O Centro de Produção Cávado-Lima agrupa as instalações de produção que se localizam nas bacias hidrográficas dos rios Cávado, Lima e ainda do rio Ave;
- O Centro de Produção Douro agrupa as instalações de produção que se localizam na bacia hidrográfica do rio Douro;
- O Centro de Produção Tejo-Mondego agrupa as instalações de produção que se localizam nas bacias hidrográficas dos rios Tejo, Mondego e Guadiana.

As sedes dos centros de produção são situadas em Caniçada, Régua e Castelo do Bode, respetivamente.



Figura 1-Logotipo da EDP Produção.

A EDP Produção explora atualmente, de forma central e automatizada, 59 centrais hidroelétricas (119 grupos geradores), com um total aproximado de 6,7 GW. Os três centros de produção são operados pelo centro de Telecomando de Centrais Hidroelétricas,

onde decorre a operação e monitorização da atividade de todas as barragens e centrais hidroelétricas da EDP Produção.

Este centro, garante uma visão global sobre as diferentes bacias hidrográficas, o que permite uma maior vigilância e controlo sobre as mesmas, nomeadamente em situações de risco para pessoas e bens [4].

No mapa de Portugal da Figura 2, estão representadas as centrais hidroelétricas por centro de produção, e por produção em regime especial (PRE) e produção em regime ordinário (PRO).

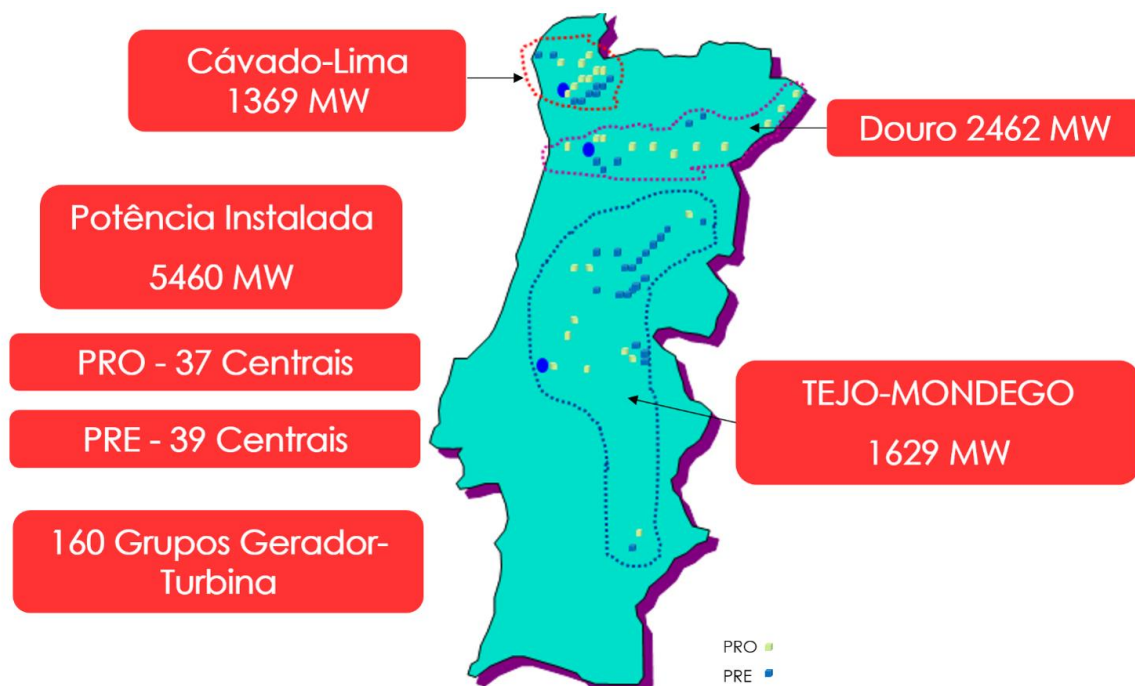


Figura 2-Centrais de PRO e PRE distribuídas por centro de produção.

2.2.1. Produção em Regime Ordinário (PRO)

A produção de eletricidade em regime ordinário é a atividade de produção de energia que não está abrangida por um regime jurídico especial. Incluem-se os centros electroprodutores com contratos de manutenção de equilíbrio contratual, contratos de aquisição de energia ou que beneficiem de incentivos à garantia de potência.

A figura de produtor em regime ordinário foi consagrada através do Decreto-Lei n.º 29/2006, de 15 de fevereiro, que estabelece as bases de organização e do funcionamento do sistema elétrico nacional, bem como as bases gerais aplicáveis ao exercício das atividades de produção, transporte, distribuição e comercialização de eletricidade e à organização dos mercados de eletricidade.

Estas instalações de produção estão ligadas, regra geral, à rede nacional de transporte e incluem a produção dita convencional: centrais térmicas e grandes hídricas (> 50 MVA).

Os produtores de eletricidade em regime ordinário podem vender a eletricidade produzida através das seguintes modalidades de relacionamento comercial:

- a) Celebração de contratos bilaterais com clientes finais, com comercializadores de eletricidade e, se for o caso, com a entidade responsável pela gestão dos contratos de aquisição de energia;
- b) Participação nos mercados organizados.

Os produtores de eletricidade em regime ordinário podem igualmente fornecer serviços de sistema, através do estabelecimento de contratos com o operador de sistema, ou através da participação em mercados organizados para este efeito [5].

2.2.2. Produção em Regime Especial (PRE)

Considera -se produção em regime especial a atividade de produção sujeita a regimes jurídicos especiais, tais como a produção de eletricidade através de cogeração e de recursos endógenos, renováveis e não renováveis, a microprodução, a miniprodução e a produção sem injeção de potência na rede, bem como a produção de eletricidade através de recursos endógenos, renováveis e não renováveis.

São atualmente considerados neste regime os seguintes produtores:

- Aproveitamentos hidroelétricos até 10 MVA de potência instalada;
- Produtores cujas fontes de energia são renováveis, resíduos industriais ou urbanos;
- Produtores de cogeração (calor e eletricidade);
- Microcogeração;
- Cogeração de pequena dimensão;
- Miniprodutores (revogado, aplicável em média e baixa tensão ligados);
- Microprodutores (revogado, aplicável em baixa tensão ligados);
- Unidade de pequena produção (aplicável em média e baixa tensão);
- Unidade de produção para autoconsumo (aplicável em alta, média e baixa tensão).

A atividade de produção de eletricidade em regime especial pode ser exercida ao abrigo de um dos seguintes regimes remuneratórios:

- O regime geral: em que os produtores de eletricidade vendem a eletricidade produzida, nos termos aplicáveis à produção em regime ordinário, em mercados organizados ou através da celebração de contratos bilaterais com clientes finais ou com comercializadores de eletricidade, incluindo com o facilitador de mercado ou um qualquer comercializador que agregue a produção;
- O regime de remuneração garantida: em que a eletricidade produzida é entregue ao comercializador de último recurso, contra o pagamento da remuneração atribuída ao centro electroprodutor.

Os produtores de eletricidade em regime especial podem igualmente fornecer serviços de sistema, através da celebração de contratos com o operador de sistema, ou através da participação em mercados organizados, nos termos previstos na lei [6].

2.3. Centro de Produção Tejo-Mondego

Foi no Centro de Produção Tejo-Mondego (DTM) que o estágio foi realizado, mais especificamente no edifício sede localizado em Castelo do Bode. É neste centro que é efetuada a gestão dos ativos hídricos, bem como a manutenção de todos os Aproveitamentos Hidroelétricos que o compõem.

O Centro de Produção Tejo-Mondego inclui pequenos e grandes aproveitamentos. Destes, um situa-se na bacia hidrográfica do rio Vouga, sete situam-se na bacia hidrográfica do Mondego, sete na bacia hidrográfica do rio Tejo e um na bacia hidrográfica do rio Guadiana. As respetivas centrais hidroelétricas representam uma potência nominal de 1644,7 MW (Vouga – 74,7 MW; Mondego - 470 MW; Tejo – 589 MW; Guadiana – 511 MW); distribuída por 43 grupos geradores (Vouga – 1; Mondego – 15; Tejo – 23; Guadiana – 4), e uma produtividade média anual de 2310 milhões de kWh (Vouga – 110 milhões de kWh; Mondego – 495 milhões de kWh; Tejo – 1405 milhões de kWh; Guadiana – 300 milhões de kWh).

Os volumes úteis de água contida nas albufeiras totalizam 5181,4 milhões de m^3 , sendo 86 milhões de m^3 na bacia do Vouga; 245,4 milhões de m^3 na bacia do Mondego; 1700 milhões de m^3 na bacia do Tejo; 3150 milhões de m^3 na bacia do Guadiana; correspondendo-lhes a um armazenamento energético de 25, 72, 543 e 442 milhões de kWh, respetivamente [7].

Na Figura 3, é apresentado o esquema organizacional da EDP produção, em que, nas áreas de gestão de ativos hídricos, são representadas exclusivamente as áreas departamentais da Direção Centro de Produção Tejo-Mondego (DTM).

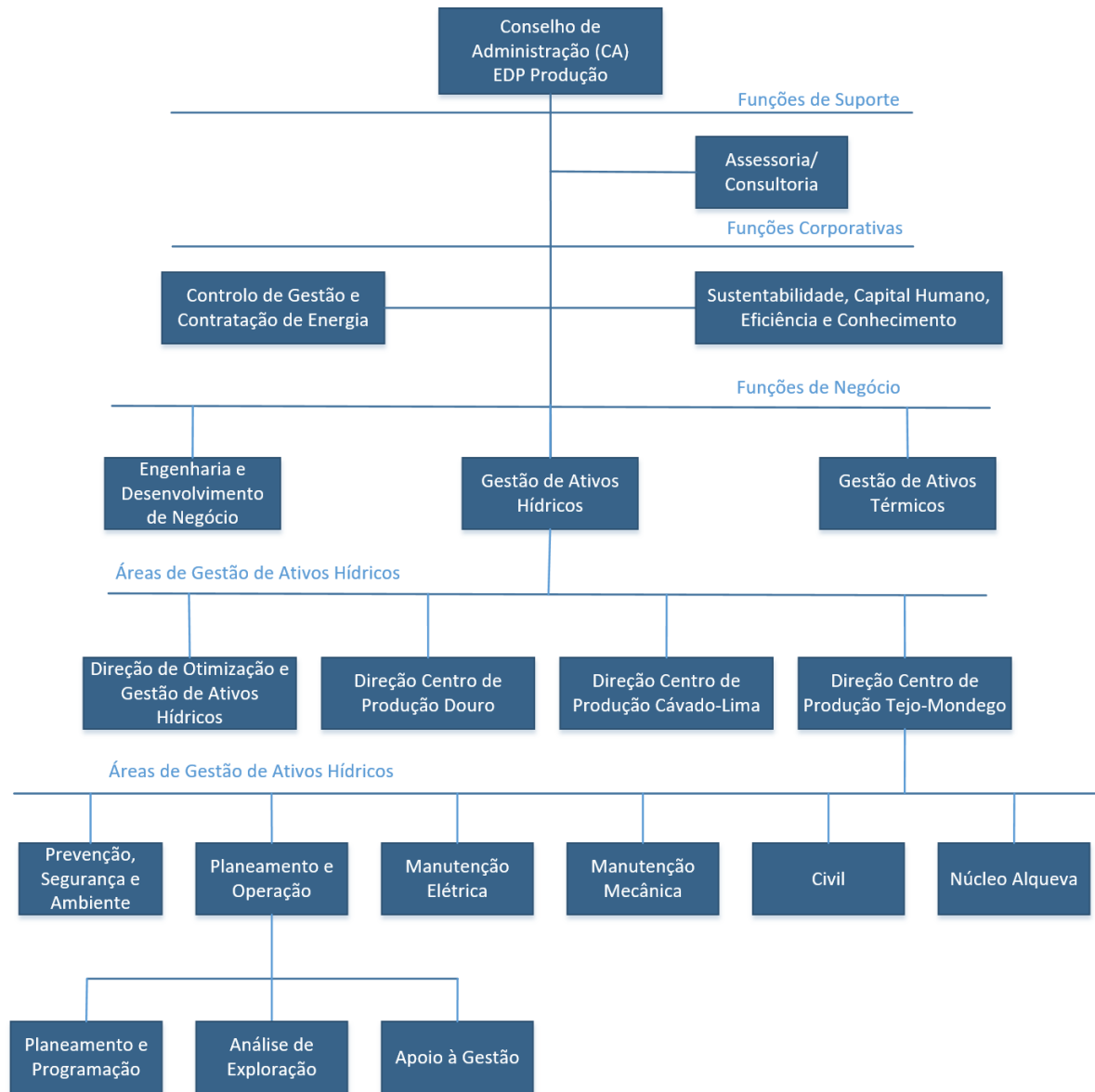


Figura 3-Diagrama organizacional da EDP Produção com a representação dos departamentos da Direção Centro de Produção Tejo-Mondego (DTM) [4].

A Direção Centro de Produção Tejo-Mondego é composta atualmente por 17 centrais hidroelétricas em PRO (Tabela 1) e 10 centrais hidroelétricas em PRE (Tabela 2). O regime de produção PRO aplica-se a pequenos e grandes aproveitamentos hidroelétricas com uma potência superior a 10 MW, por sua vez, o regime de produção PRE aplica-se às centrais mini-hídricas com potência menor ou igual a 10 MW.

Tabela 1- Centrais Hidroelétricas DTM com Produção em Regime Ordinário (PRO).

Instalação	Regime de Exploração	Potência Total Instalada (MW)
Aguieira	PRO	336
Alqueva 1	PRO	255,6
Alqueva 2	PRO	255,6
Belver	PRO	80,7
Bouça	PRO	50
Cabril	PRO	108
Caldeirão	PRO	40
Castelo do Bode	PRO	159
Desterro	PRO	13,2
Fratel	PRO	132
Ponte de Jugais	PRO	20,27
Pracana	PRO	41
Raiva	PRO	24
Ribeiradio	PRO	74,7
Sabugueiro I	PRO	12,8
Santa Luzia	PRO	24,4
Vila Cova	PRO	23,4

Tabela 2-Centrais Hidroelétricas DTM com Produção em Regime Especial (PRE).

Instalação	Regime de Exploração	Potência Total Instalada (MW)
Ermida	PRE	0,353
Ermida /Ribeiradio	PRE	7,2
Ermida	PRE	0,353
Lagoa Comprida	PRE	0,632
Pateiro	PRE	0,336
Pedrogão	PRE	10
Rei de Moinhos	PRE	0,8
Riba-Côa	PRE	0,118
Ribafeita	PRE	0,901
Sabugueiro II	PRE	10

Capítulo 3 - Baterias Secundárias

O presente capítulo tem como objetivo introduzir os conceitos teóricos, e científicos necessários para o exposto no Capítulo 4, relativo à execução dos testes de capacidade das baterias estacionárias dos serviços auxiliares de corrente contínua (SACC). Logo, no Capítulo 3 serão abordados os aspectos mais importante relacionados com as baterias eletroquímicas, desde aspectos construtivos até às propriedades elétricas.

3.1. Baterias como Elemento Eletroquímico

As Baterias surgiram há cerca de 200 anos. Desde o seu início, que os investigadores têm tentado melhorar a densidade de energia armazenada e a construção de invólucros para a bateria convenientemente desenvolvidos de acordo com o tipo de utilização. Esta investigação não foi interrompida e continua atualmente.

Historicamente, o surgimento da bateria está relacionado com invenção da pilha de Volta (Figura 4) em 1800, quando Alessandro Volta fez testes, a partir dos quais resultou a conversão de energia química em energia elétrica decorrente das reações eletroquímicas entre metais diferentes. Na pilha de Volta original, foram colocados em contacto dois discos de metal, o cobre e o zinco ou a prata e o zinco, com um separador que consistia num material poroso não condutor saturado com água do mar. Quando empilhadas surge uma tensão entre o disco de zinco e o disco de prata (ou cobre) respetivamente [8].

Por sua vez, Johann Ritter demonstrou pela primeira vez a bateria recarregável em 1802. No entanto, as baterias recarregáveis permaneceram como curiosidade laboratorial até ao desenvolvimento, muito mais tarde no século XIX, de geradores para carregamento das baterias. Durante os 60 anos seguintes foram continuadas as experiências com diferentes combinações de metais e eletrólitos [8].

O interesse em melhoramentos nas tecnologias existentes e nos novos desenvolvimentos continuam a ser a aposta nos dias de hoje. A procura por fontes de armazenamento de energia versáteis, limpas, com alta densidade de energia têm vindo a crescer, cada vez mais. Até à data, o resultado da indústria da tecnologia das baterias tem apresentado grande desenvolvimento, sendo mais evidente as melhorias em tipos de baterias usuais.

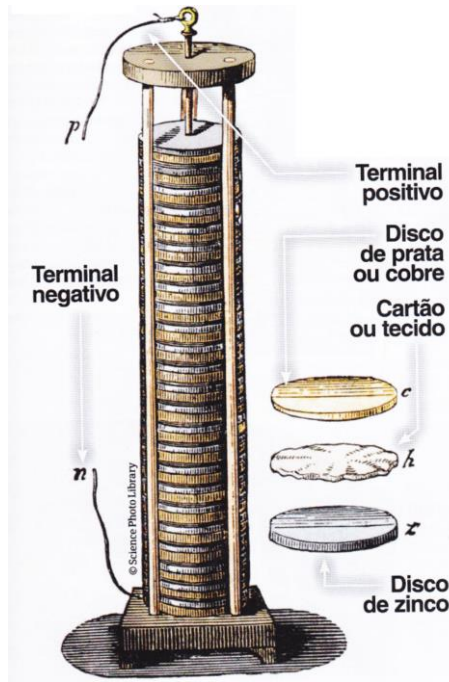


Figura 4-Pilha de Volta [9].

3.1.1. Constituição Eletroquímica

A bateria é um dispositivo que utiliza a energia química contida nos seus materiais, convertendo-a em energia elétrica através de reações eletroquímicas de oxidação-redução.

A bateria é na verdade, constituída por células que são as unidades eletroquímicas onde provêm as reações de oxidação-redução. As células podem ser ligadas em série ou paralelo, de acordo com o que é pretendido relativamente aos valores de tensão e capacidade.

Cada célula é composta por três componentes fundamentais [10]:

- Ânodo ou elétrodo negativo (reduzidor) → Fornece eletrões ao circuito externo e é oxidado durante as reações eletroquímicas;
- Cátodo ou elétrodo positivo (oxidante) → Recebe os eletrões do circuito externo e é reduzido durante as reações eletroquímicas;
- O eletrólito (condutor iónico) → Tem como função providenciar a transferência de carga através de iões entre o ânodo e o cátodo.

Tipicamente, opta-se pelas combinações de ânodo e de cátodo que possibilitam menor peso, maior capacidade e maior tensão. Mas nem sempre existe exequibilidade entre as combinações.

O ânodo requer algumas propriedades, como eficiência em reduzir o agente, produção de carga elevada (Ah/g), condutividade, estabilidade, facilidade de construção e o baixo custo.

No cátodo pretende-se um agente eficiente de oxidação, estável quando em contacto com o eletrólito e deve ter uma boa tensão de funcionamento.

O eletrólito deverá ter uma boa condutividade iónica, mas não ser eletricamente condutivo, pois, provocaria um curto-circuito interno. Deve ainda apresentar não-reatividade com os materiais do eléctrodo, pouca variação das suas propriedades com a temperatura, segurança no manuseamento e custos reduzidos.

As células eletroquímicas podem ser identificadas como primárias e secundárias, dependendo da sua capacidade de serem eletricamente recarregadas. Em ambos os casos, a energia elétrica é gerada da mesma forma, a diferença reside no seguinte [10] [11]:

- Baterias primárias: Deixam de ser úteis após terminadas as reações químicas;
- Baterias secundárias: Podem ser recarregadas e reutilizadas, revertendo as reações químicas. No entanto, devido à dissipação dos materiais ativos, perda de eletrólito e corrosão interna, estas baterias podem apenas ser carregadas uma certa quantidade de vezes, tal como abordado mais à frente.

Para além destes dois tipos de baterias é importante realçar as baterias de reserva:

- Baterias de Reserva: Têm a particularidade de utilizarem o eletrólito como um componente isolado, e são utilizadas essencialmente para atingir potências elevadas em curtos períodos de tempo. Estes tipos de baterias são comuns em mísseis, e outros sistemas de armazenamento.

3.1.2. Princípios de Funcionamento

Durante a descarga a célula ou bateria é conectada a uma carga externa, em que os eletrões fluem do ânodo (oxidado) através da carga para o cátodo, onde os eletrões são aceites, e o material é reduzido. O circuito elétrico fica então completo (fechado) no

eletrólito quando se verifica o fluxo de iões (aniões e catiões), tal como mostra a Figura 5 [10] [11].

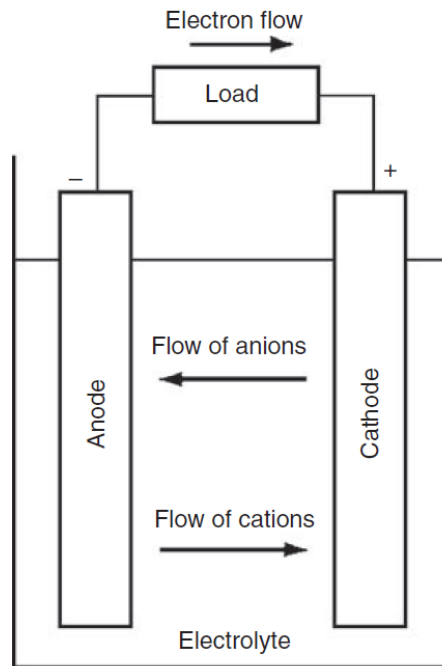


Figura 5-Descarga da célula eletroquímica [10].

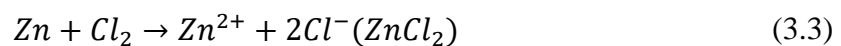
A reação de descarga pode ser escrita, assumindo o metal Zinco (Zn) como sendo o material do ânodo e o material do cátodo como sendo cloro (Cl_2), da seguinte forma [10]:
Elétrodo Negativo: Reação do ânodo (Oxidação, perda de eletrões)



Elétrodo Positivo: Reação do cátodo (Redução, ganho de eletrões)



Reação geral da descarga:



Durante a carga da célula eletroquímica, o fluxo de elétrons é invertido e a oxidação ocorre no eletrodo positivo e a redução no eletrodo negativo, de acordo com a Figura 6. Como o ânodo é, por definição, o eletrodo em que oxidação ocorre e no cátodo ocorre a redução, o eletrodo positivo é agora o ânodo e o negativo o cátodo,

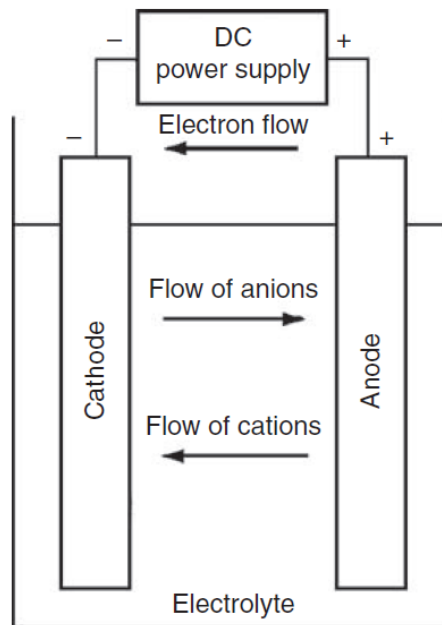


Figura 6-Carga da célula eletroquímica [10].

No exemplo da célula Zn/Cl_2 , a reação durante a carga pode ser representada da seguinte forma [10]:

Elétrodo Negativo: Reação do cátodo (Redução, ganho de elétrons)



Elétrodo Positivo: Reação do ânodo (Oxidação, perda de elétrons)



Reação geral da carga:



As reações numa célula ocorrem na interface dos elétrodos. Em termos gerais, a reação num elétrodo (redução no sentido direção) pode ser representada por [10]:



Onde a moléculas de A adquirem n eletrões e para formar c moléculas de C . No outro elétrodo, a reação (oxidação no sentido direto) pode ser representado por [10]:



A reação geral na célula é dada pela adição das duas reações anteriores da seguinte forma [10]:



A diferença de potencial teórica entre o par de elétrodos é função dos materiais constituintes e pode ser calculada através da energia livre do sistema. Cada vez que uma reação ocorre há um decréscimo na energia livre do sistema que é expressa pela expressão 3.10, esta variação de energia permite à célula entregar energia elétrica ao circuito externo [10].

$$\Delta G^0 = -nFE^0 \quad (3.10)$$

Onde,

ΔG^0 →Energia de Gibbs

F →Constante de Faraday (96,487 Coulombs)

n →Número de eletrões envolvidos na reação estequiométrica

E^0 →Potencial Padrão, determinado de acordo com o tipo de materiais ativos da célula (Ânodo (potencial de oxidação) + cátodo (potencial de redução) =Potencial padrão da célula)

Quando as condições são diferentes das condições padrão, a tensão E de uma célula é dada pela expressão de *Nernst*, 3.11.

$$E = E^0 - \frac{RT^\circ}{nF} \ln \left(\frac{a_C^c \times a_D^d}{a_A^a \times a_B^b} \right) \quad (3.11)$$

Em que,

a_i →Atividade das espécies relevantes

R →Constante dos gases ideais ($8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$)

T° →Temperatura absoluta (Kelvin)

A capacidade teórica de uma célula é determinada pela quantidade de materiais ativos presentes e expressa na quantidade de energia elétrica envolvida nas reações eletroquímicas. Esta grandeza é definida em coulombs ou ampere-hora, embora também possa ser expressa em watt-hora (Wh) considerando a evolução da tensão com o estado de carga [10].

A energia de saída de uma bateria é, normalmente, expressa na forma de um rácio que tem como base o seu peso ou dimensões. Denomina-se energia específica (Wh/kg) quando a base é o peso, e densidade de energia (Wh/L) quando a base é o volume [10].

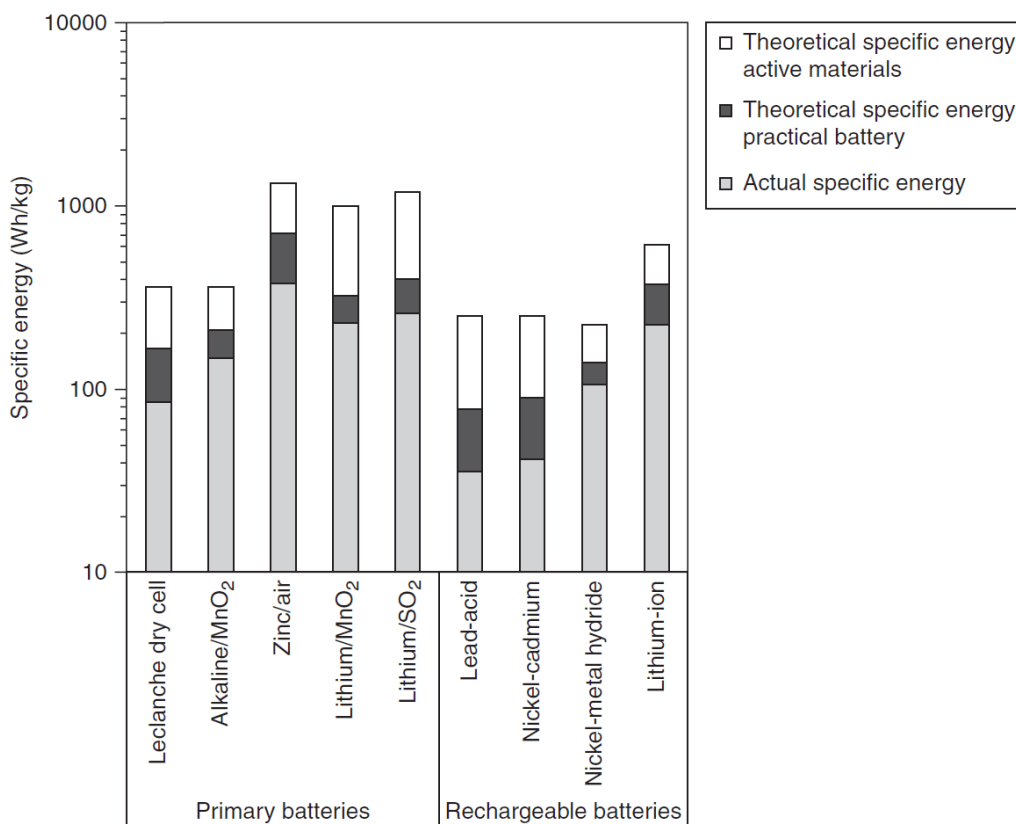


Figura 7- Energia específica de sistemas de bateria teórica e real [10].

Na Figura 7, apresentam-se os seguintes valores [10]:

- A energia específica teórica (com base apenas nos materiais ativos do ânodo e do cátodo);
- A energia teórica específica de uma bateria prática (considerando o eletrólito e os componentes não reativos);
- A energia específica real das baterias quando descarregadas a 20 ° C sob descarga em condições ideais.

Estes dados mostram [10]:

- Que o peso dos materiais de construção reduz a densidade de energia teórica da bateria em quase 50%, pois, a presença inevitável dos componentes não reativos, como é o caso dos contentores e do separador, baixam irremediavelmente a energia disponível porque fazem aumentar o peso da bateria;
- Que a energia real fornecida por uma bateria prática, mesmo quando descarregada sob certas condições perto do ideal, pode ser apenas 50 a 75% desse valor reduzido;
- Os materiais ativos na prática não estão equilibrados estequiometricamente, o que reduz a energia específica.

3.1.3. Princípios Eletroquímicos e Reações

Idealmente, durante a descarga, toda a energia deveria ser convertida em energia elétrica. Contudo ocorrem perdas devido à polarização quando uma corrente de carga i flui através dos elétrodos, acompanhando as reações eletroquímicas. Estas perdas são por [10]:

- Polarização de ativação, que conduz a reação eletroquímica na superfície do elétrodo;
- Polarização da concentração, que surge a partir das diferenças de concentração dos reagentes e dos produtos na superfície do elétrodo devido à transferência de massa.

Estes efeitos da polarização, manifestam-se sob a forma de calor, consumindo assim parte da energia, pelo que, a totalidade da energia disponível nos elétrodos não é convertida em energia elétrica útil.

Há outro fator importante que afeta fortemente o desempenho de uma célula, a impedância interna da célula. A tensão cai devido à impedância interna, fenómeno este que é, muitas vezes, designado como “polarização óhmica”, representado na expressão

3.12, referenciando precisamente as perdas por efeitos de joule e a sua proporcionalidade à corrente do sistema [10].

$$E = E_0 - [(\eta_{ct})_a + (\eta_c)_a] - [(\eta_{ct})_c + (\eta_c)_c] - iR_i = iR \quad (3.12)$$

Onde,

E_0 → Força eletromotriz ou tensão em circuito aberto (OCV)

i → Intensidade de corrente de operação

R_i → Resistência interna

$(\eta_c)_a$ e $(\eta_c)_c$ → polarização de concentração no ânodo e cátodo

$(\eta_{ct})_a$ e $(\eta_{ct})_c$ → polarização de ativação ou sobretensão de transferência de carga no ânodo e cátodo

Como mostra a Figura 8, a queda de tensão útil entregue pela célula é reduzida devido à polarização pela queda tensão presente na impedância interna. À medida que a corrente de operação vai aumentando, os efeitos de polarização são mais notáveis, pelo que, apenas para correntes reduzidas é que a tensão útil se aproxima da tensão circuito aberto (OCV), ocorrendo a entrega da maioria de energia, teoricamente, disponível. O valor das perdas depende também de outros fatores de natureza construtiva, como o desenho dos elétrodos e dos separadores, bem como a existência de materiais dopantes [10].

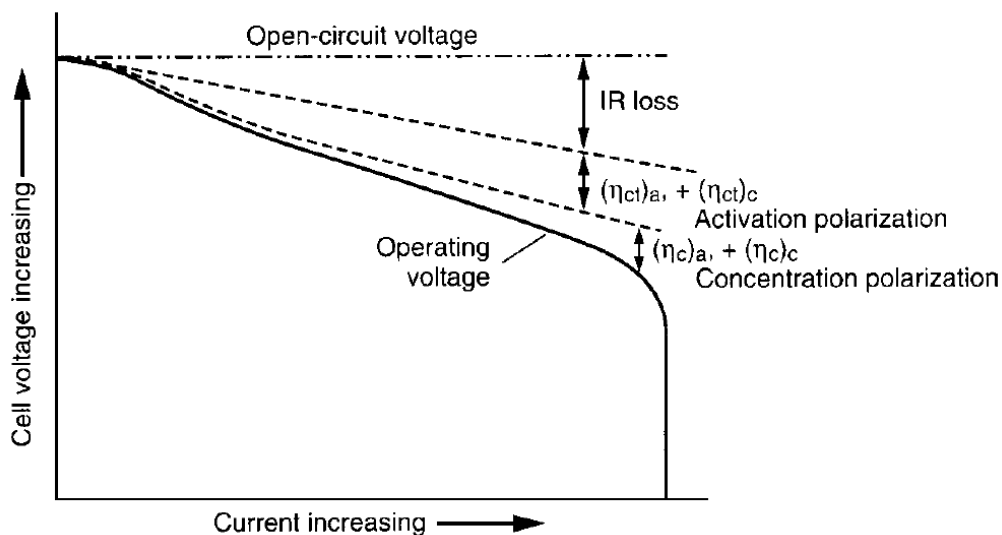


Figura 8-Polarização da célula em função da corrente de operação [10].

Existem fenômenos que influenciam o desempenho das baterias, e que ocorrem a nível dos eletrodos. No entanto, os três fenômenos mais relevantes são, o fenômeno de dupla camada, adsorção iônica, e a transferência de massa.

Ao colocar um eletrodo submerso no eletrólito, a carga eletrônica atrai íons de cargas opostas, orientando os polos do solvente. Cria-se uma camada de carga no metal e uma camada de carga no eletrólito, resultando numa separação de carga associada ao efeito de dupla camada, tal como demonstrado na Figura 9 e Figura 10.

A adsorção iônica é o fenômeno de que resulta na acumulação de íons na superfície do eletrodo, como mostrado na Figura 11 e Figura 12.

Estes fenômenos influenciam a concentração de íons à superfície dos eletrodos e modificam, indiretamente, o gradiente de potencial no local de transferência de elétrons [10].

A transferência de massa ocorre por três processos [10]:

- Convecção
- Migração elétrica num gradiente de potencial elétrico
- Difusão num gradiente de concentração

O processo de convecção pode ser empregue para proporcionar um fluxo de íons para os locais de reação. Em alguns tipos de baterias de ácido-chumbo a circulação de ácido é utilizada para melhorar a utilização dos materiais ativos nas placas da bateria.

Os efeitos de migração, são, em alguns casos, prejudiciais para a *performance* da bateria, em particular as migrações causadas por campos elétricos avançados (gradientes de potencial) à volta de locais de curvatura convexa. Um aumento de migração nestes locais tende a produzir formações de dendrites que, eventualmente, conduzem a um curto-circuito.

O processo de difusão é predominante no transporte de massa. Este fenômeno define o fluxo de material que atravessa um determinado plano.

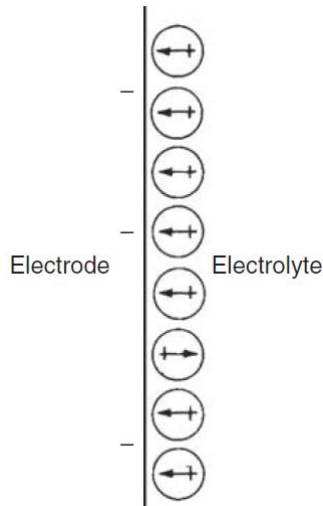


Figura 9-Orientação das moléculas de água em dupla camada, num eletrodo negativo [10].

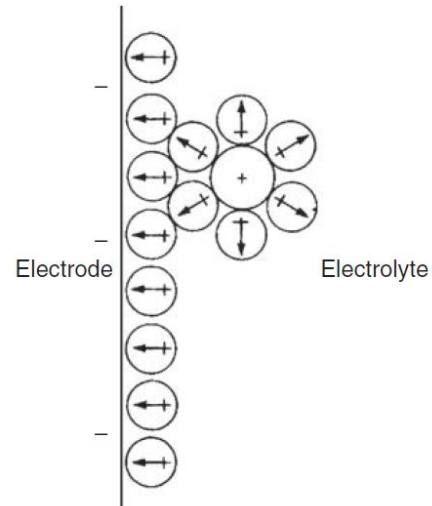


Figura 10-Cátion típico situado na dupla camada elétrica [10].

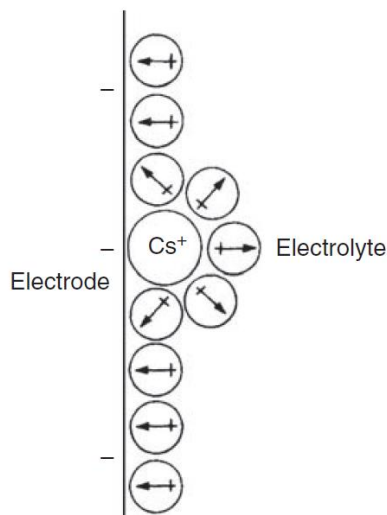


Figura 11-Contacto adsorção de Cs+ numa superfície do eletrodo [10].

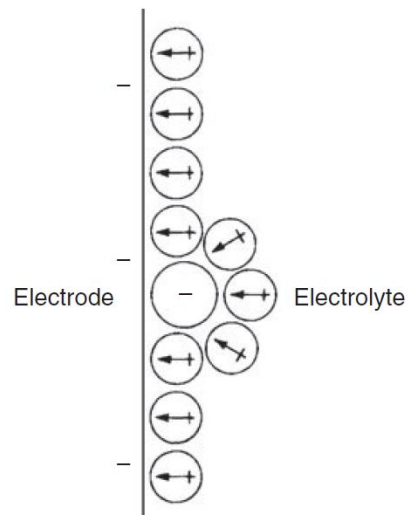


Figura 12-Contacto adsorção de um anião numa superfície do eletrodo [10].

3.2. Fatores Principais que Afetam o Desempenho das Baterias

Existem muitos fatores que influenciam as características operacionais das baterias, nomeadamente, níveis de tensão, corrente de descarga, temperatura, ciclos de vida, as condições de armazenamento, a idade e o desenho. Estes fatores serão detalhados nas subsecções seguintes [10].

3.2.1. Nível de Tensão

Existem diferentes ‘tipos’ de tensão, quando se analisa as baterias, nomeadamente [10]:

- A tensão teórica, é função dos materiais do ânodo e do cátodo, da composição do eletrólito e da temperatura (geralmente estabelecida para 25 ° C);
- A tensão em circuito aberto é a tensão na ausência de carga e é, geralmente, uma aproximação da tensão teórica;
- A tensão de circuito fechado é a tensão sob uma condição de carga;
- A tensão nominal é geralmente aceite como sendo a tensão típica de operação da bateria, por exemplo, 1,5 V para uma bateria de dióxido de zinco-manganês;
- A tensão de trabalho é mais representativa da tensão de operação real da bateria sob a existência de carga e deverá ser menor do que a tensão de circuito aberto;
- A tensão média é a tensão média durante a descarga;
- O ponto médio de tensão é a tensão central durante a descarga da bateria;
- A tensão final ou de corte corresponde à tensão final da descarga. Normalmente é a tensão acima da qual a maior parte da capacidade da bateria foi entregue. A tensão final também pode depender dos requisitos da aplicação.

Usando como exemplo uma bateria de chumbo-ácido, a tensão teórica é 2,1 V, a tensão nominal 2 V, a tensão de operação entre 1,8 e 2 V, a tensão de corte 1,75 V para intensidades de corrente baixas e 1,5 V para intensidade de correntes elevadas. Em carga a tensão varia entre 2,3 e 2,8 V.

Idealmente, a bateria deveria descarregar à tensão teórica até que os materiais ativos sejam consumidos na totalidade. Nesse momento a tensão cairia para zero, tal como representado na Figura 13.

Devido às condições reais isso não é possível, pelo que, as curvas de descarga correspondem, tipicamente, às curvas 1 e 2, da Figura 13. Em condições reais a tensão inicial é mais baixa que a teórica devido às polarizações e à resistência interna da célula eletroquímica. A tensão inicial cai durante a descarga, uma vez que a resistência aumenta devido à acumulação de produtos descarregados e às polarizações que estão sempre inerentes. A diferença da curva 1 para a curva 2 prende-se com o valor da resistência interna ser superior na curva 2 [10].

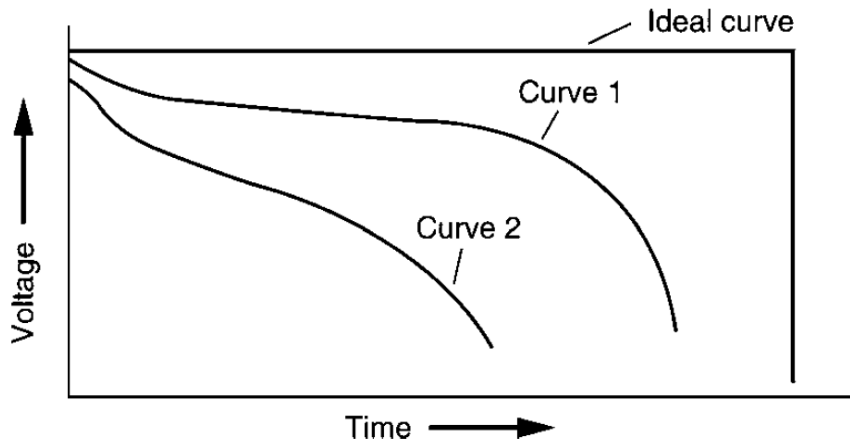


Figura 13-Curvas características de descarga [10].

3.2.2. Corrente de Descarga

As perdas devidas à resistência interna e à polarização variam não linearmente com a intensidade de corrente, correspondendo a um aumento das perdas, como é demonstrado na Figura 14. A corrente mais elevada de descarga origina um aumento de perdas como se pode observar na curva 5 da Figura 14, e redução da tensão de trabalho o que torna a longevidade da bateria menor.

Existem vários métodos para definir correntes de carga ou de descarga das baterias em manuais de fabricantes ou normas. Por convenção, as correntes definem-se em função da capacidade nominal da bateria designada por C, “C rate” [10].

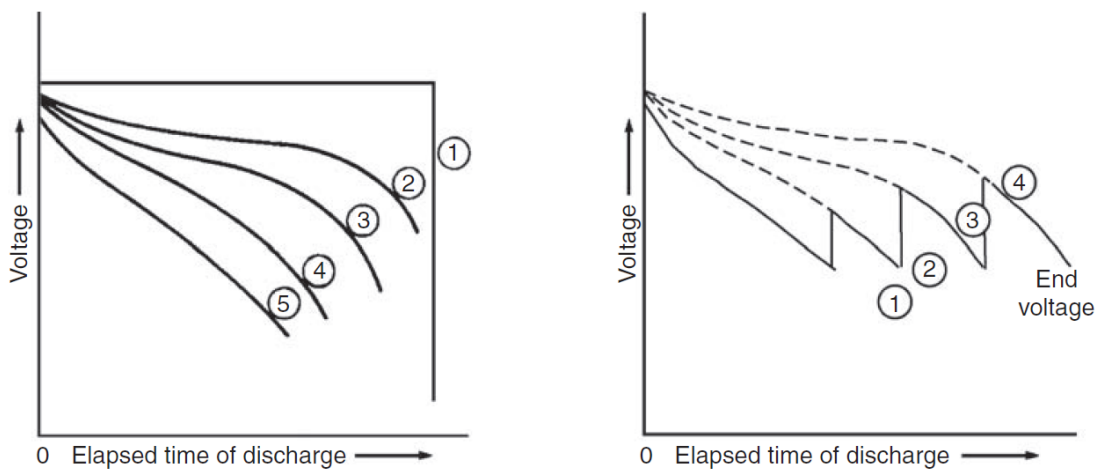


Figura 14-Características de descarga V(I) de uma bateria [10].

Um método comum para indicar a descarga, bem como a corrente de carga de uma bateria, é a taxa C, expressa como [10]:

$$I = MC_n \quad (3.13)$$

Onde,

I → Corrente de descarga (A)

C → Valor numérico da capacidade nominal da bateria, em amperes-hora (Ah)

n → Tempo, em horas, para o qual a capacidade nominal é declarada

M → múltiplo ou fração de C^1

3.2.3. Tipo de Descarga (corrente constante, carga constante, potência constante)

O modo de descarga de uma bateria, entre outros fatores, tem um efeito significativo no desempenho da bateria. Por este motivo, é aconselhável que o tipo de descarga usado num teste de capacidade ou outro tipo de avaliação, esteja de acordo com o tipo de aplicação para o qual as baterias foram dimensionadas.

Uma bateria, quando descarregada em determinado ponto (mesma tensão de circuito fechado, com a mesma corrente de descarga, temperatura, etc.), terá fornecido os mesmos amperes-hora a uma carga, independentemente do tipo de descarga. No entanto, como durante a descarga, a corrente de descarga será diferente, dependendo do tipo de descarga, o tempo de serviço ou “horas de descarga” entregues naquele ponto (que é a medida usual do desempenho da bateria), também serão diferentes [10].

A bateria pode ser descarregada de três formas:

1. Resistência constante: A resistência da carga permanece constante durante a descarga (a corrente diminui durante a descarga proporcionalmente à diminuição da tensão da bateria).
2. Corrente constante: A corrente permanece constante durante a descarga.
3. Potência constante: A corrente aumenta durante a descarga conforme a tensão da bateria diminui, descarregando assim a bateria em potência constante ($P = UI$).

O efeito no desempenho da bateria consoante o tipo de descarga é ilustrado para três condições diferentes nas Figura 15, Figura 16 e Figura 17.

¹ Por exemplo, para uma bateria de 250 mAh, descarregada a 50 mA corresponde a uma taxa 0,2C ou C/5. A mesma bateria, quando descarregada com uma relação de C/5 pode fornecer constantemente 1 A, durante 5 horas.

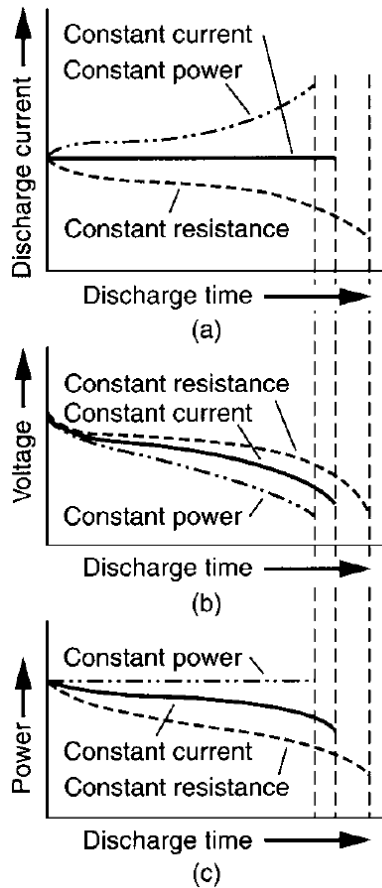


Figura 15 - Perfis de descarga dos diferentes modos de descarga; mesma corrente e potência no início da descarga. (a) Perfil da corrente durante a descarga. (b) Perfil da tensão durante a descarga. (c) Perfil da potência durante a descarga [10].

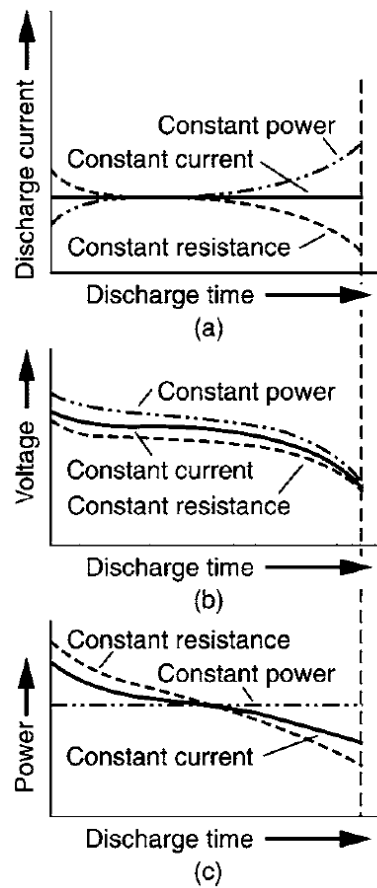


Figura 16 - Perfis de descarga dos diferentes modos de descarga; mesmo tempo de descarga. (a) Perfil da corrente durante a descarga. (b) Perfil da tensão durante a descarga. (c) Perfil da potência durante a descarga [10].

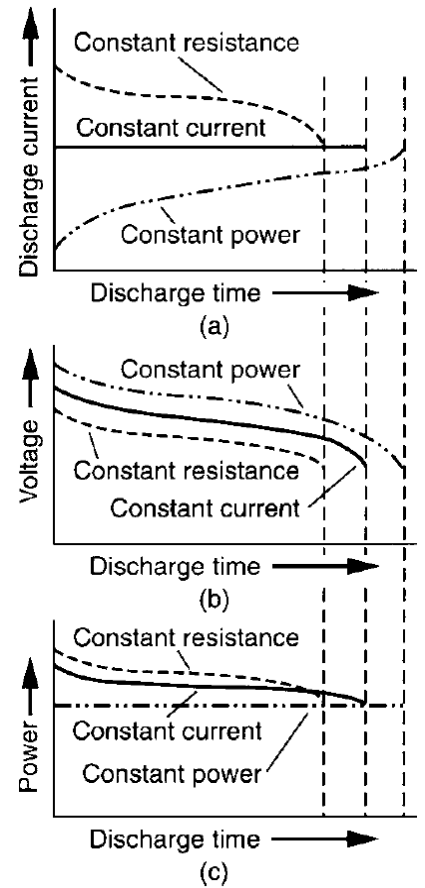


Figura 17 - Perfis de descarga dos diferentes modos de descarga; mesma potência no final da descarga. (a) Perfil da corrente durante a descarga. (b) Perfil da tensão durante a descarga. (c) Perfil da potência durante a descarga [10].

3.2.4. Temperatura da Bateria Durante a Descarga

A temperatura a que a bateria é descarregada tem efeito sobre a sua vida útil (capacidade) e sobre as suas características de tensão. Com temperaturas baixas, verifica-se a redução da atividade química e o aumento da resistência interna da bateria. Isso é ilustrado na Figura 18, que mostra as descargas com a mesma corrente, mas com temperaturas da bateria progressivamente crescentes (T1 a T4), com T4 a representar uma descarga à temperatura ambiente normal. A redução da temperatura de descarga resultará numa redução da capacidade, bem como num aumento da inclinação da curva de descarga. As características específicas e o perfil de descarga variam para cada tipo de

bateria, *design* e taxa de descarga, mas geralmente o melhor desempenho é obtido com temperaturas entre 20 e 40 ° C.

Com temperaturas mais altas, a resistência interna diminui, a tensão de descarga aumenta e, como resultado, a capacidade e a saída de energia aumentam também. Por outro lado, a atividade química também aumenta com temperaturas mais altas e pode ser rápida o suficiente durante a descarga (um fenômeno conhecido como Auto descarga) para causar uma perda líquida de capacidade [10].

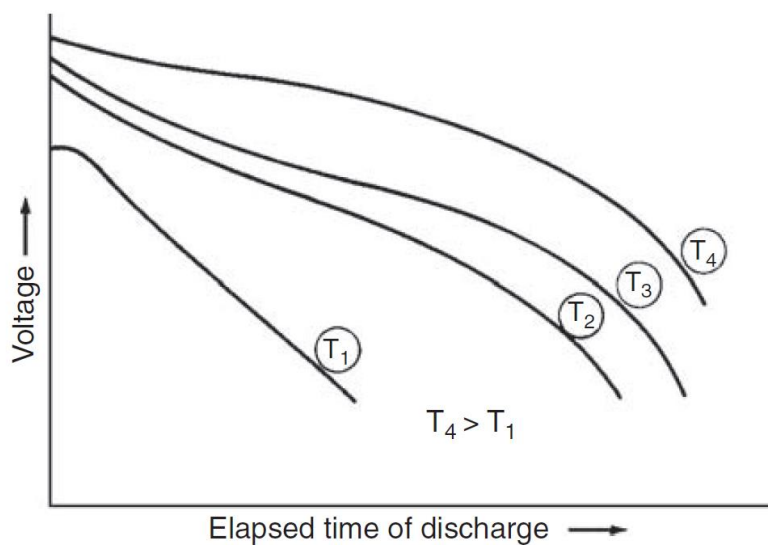


Figura 18-Efeito da temperatura na capacidade da bateria [10].

3.2.5. Vida Útil

Na Figura 19 é apresentado um exemplo de gráfico útil, que resume o desempenho de cada sistema de bateria, e que apresenta a vida útil para várias descargas com diferentes cargas e temperaturas, normalizado por unidade de peso (amperes por kg) e unidade de volume (amperes por litro). As curvas típicas são mostradas na Figura 19, em que as curvas com a inclinação mais acentuada representam uma resposta melhor das cargas com descargas crescentes, do que aquelas que são mais planas ou achatadas em descargas com correntes mais elevadas. Estes dados podem ser usados para aproximar a vida útil de uma determinada célula ou bateria sob uma condição de descarga específica ou para estimar o peso ou tamanho de uma bateria necessária para uma determinada necessidade de serviço [10].

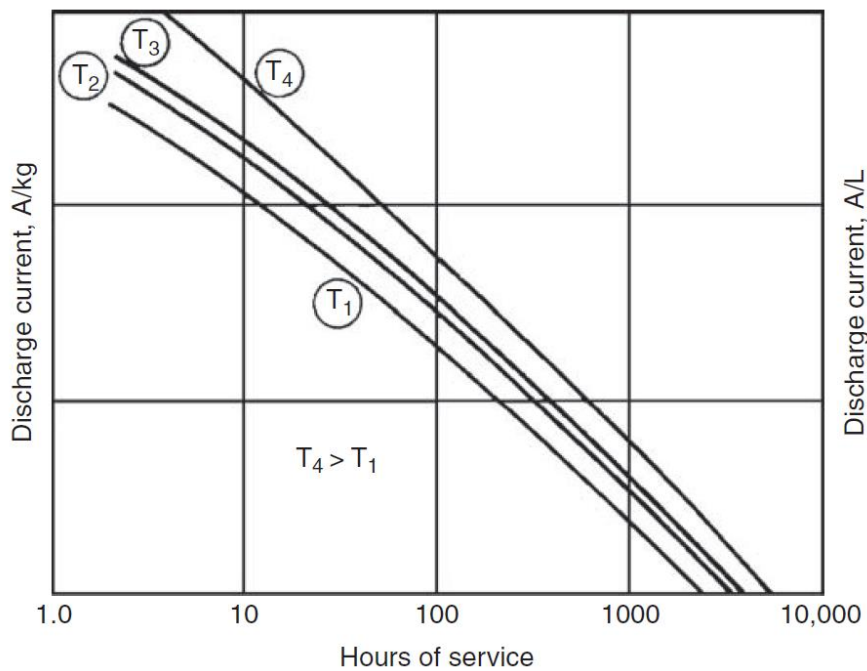


Figura 19-Vida útil da bateria em descargas com várias cargas em função da temperatura (escala logarítmica) [10].

3.2.6. Descarga Contínua e Intermitente

Quando uma bateria fica inativa após uma descarga, ocorrem certas alterações químicas e físicas que podem resultar na recuperação da tensão da bateria. Assim, a tensão de uma bateria, que caiu durante uma descarga, aumentará após um período de inatividade, dando uma descarga em forma de dente de serra. Isto pode resultar num aumento da sua vida útil. No entanto, em descargas prolongadas, podem ocorrer perdas de capacidade devido à auto-descarga.

Pode-se constatar que o desempenho de uma bateria em função do ciclo de trabalho pode ser significativamente diferente consoante as taxas de descarga altas e/ou baixas. Da mesma forma, o desempenho em função da taxa de descarga pode ser diferente dependendo do ciclo de trabalho [10].

3.2.7. Efeito do Design da Célula e da Bateria

A estrutura das células e, conseqüentemente, das baterias influenciam significativamente o seu desempenho.

Células que, por exemplo, sejam projetadas para alimentar cargas pouco exigentes apresentando uma vida útil considerável têm de conter máximas quantidades de material ativo. Por outro lado, células capazes de oferecer respostas mais rápidas, são projetadas com um eletrodo de maior dimensão ou então com superfícies de reação maiores para minimizar a resistência interna e aumentar a densidade de corrente², o que leva, por vezes, à perda de capacidade ou tempo de vida.

Os tipos de eletrodos utilizados na configuração das células definem o tipo de desenho final que a bateria terá. No tipo de projeto, de células, mais usual são utilizados eletrodos cilíndricos e de construção em placa. As células cilíndricas dividem-se em duas categorias [10]:

- Eléctrodo em Bobina: Maximiza a quantidade de material ativo que pode existir no recipiente;
- Eléctrodo enrolado em espiral: Enfatizam a área de superfície de modo a aumentar o tempo de resposta, neste caso à custa de materiais ativos e à capacidade total.

Nas células de eletrodo em placa também se procura oferecer uma grande área para que possam ocorrer as reações eletroquímicas, tal como nas células enroladas em espiral.

Os desenhos híbridos são cada vez mais utilizados, combinando a elevada densidade de energia com elevada densidade de potência. Este tipo de baterias é mais utilizado em vertentes como por exemplo: Veículos híbridos, Veículos elétricos e Baterias estacionárias.

Na Figura 20 são comparados os desempenhos de baterias desenhadas para apresentarem elevada densidade de energia (capacidade elevada) e elevada densidade de potência (resposta rápida). A Figura 20 mostra que, com elevada densidade de potência têm menor capacidade, mas oferecem um desempenho mais regular à medida que a descarga se acentua, pelo que, se conclui, que a maioria dos tipos de baterias podem ser adaptados aos diferentes tipos de eletrodos e algumas são produzidas em diferentes configurações, consoante o tipo de aplicação pretendido [10].

² Amperes por área de superfície do eletrodo.

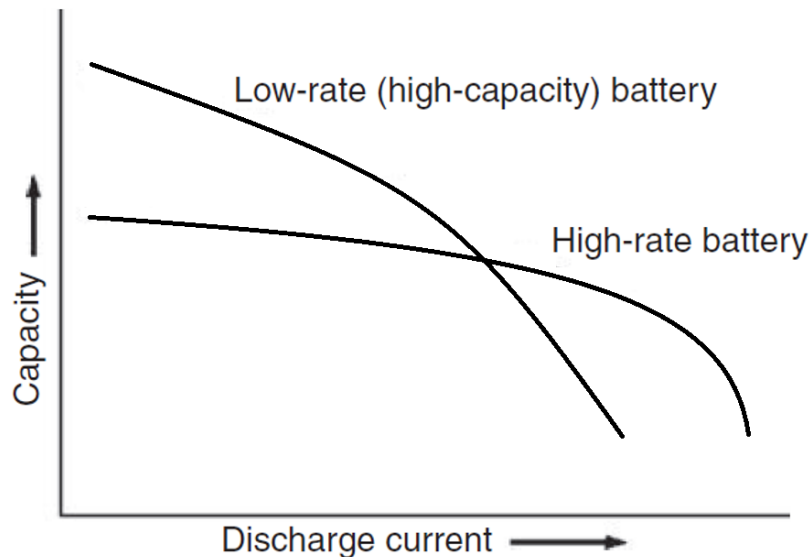


Figura 20 - Comparação do desempenho entre baterias com alta densidade de energia e alta densidade de potência [10].

3.2.8. Armazenamento e Envelhecimento da Bateria

As baterias são dispositivos que se deterioram, a partir da ação química, ao longo do tempo. O desenho, sistema eletroquímico, temperatura e duração de armazenamento são fatores que afetam tanto a vida útil da bateria como a sua capacidade de retenção de carga. O tipo de descarga que precede o período de armazenamento tem um impacto crítico na sua vida útil. A retenção de carga também é afetada pelo tipo de descargas que são exigidas à bateria após o período de armazenamento, sendo que comparações de desempenho antes e depois do armazenamento mostram que a bateria apresenta menor capacidade de retenção após ter estado parada [10].

Na Figura 21 observa-se que a auto descarga da bateria tem um impacto negativo sobre a sua capacidade total. Mais capacidade será entregue numa descarga sobre uma carga pouco exigente. No entanto, no caso de uma carga muito pouco exigente a capacidade poderá ser reduzida também devido à auto descarga se o intervalo de tempo se prolongar [10].

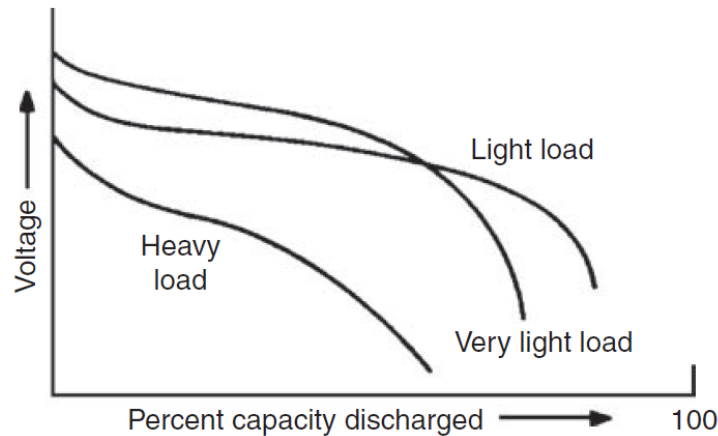


Figura 21-Efeito da auto descarga na capacidade da bateria [10].

As características de auto descarga de alguns tipos de baterias considerando diferentes temperaturas, estão apresentadas na Figura 22.

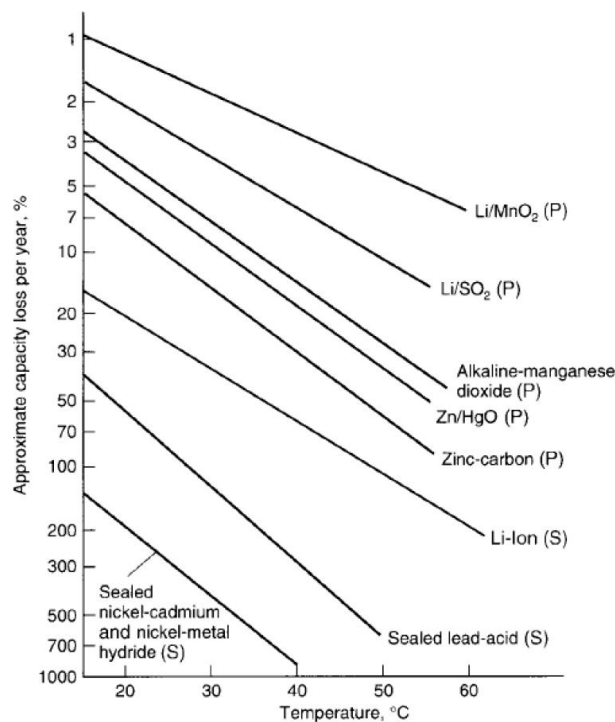


Figura 22-Impacto da temperatura na perda de capacidade em diferentes baterias [10].

A auto descarga acontece com menos intensidade quando a bateria está armazenada em lugares onde a temperatura seja mais baixa. Logo, o armazenamento da bateria a baixas temperaturas prolonga a sua vida útil.

Algumas baterias podem desenvolver películas à volta dos eléctrodos durante o tempo de armazenamento. Estas películas podem melhorar substancialmente a vida útil da bateria. No entanto, quando a bateria é colocada a funcionar, a sua tensão inicial poderá

ser mais baixa devido à impedância da película. Este fenómeno é chamado de “atraso de tensão”, estando representado na Figura 23, e existe até que a película seja removida pelas reações eletroquímicas [10].

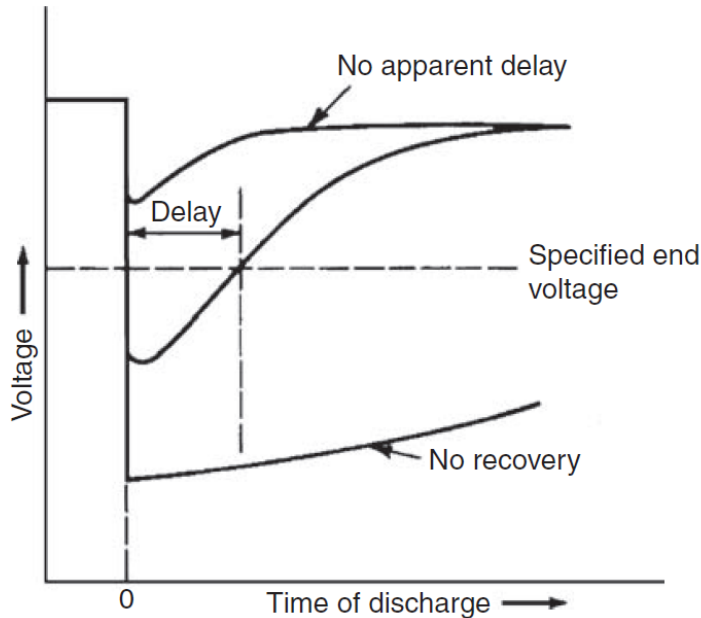


Figura 23-Atraso de tensão [10].

Para além do atraso de tensão mencionado anteriormente, existe um fenómeno denominado de “*coup de fouet*”, característico das baterias de chumbo ácido. No início da descarga de uma bateria chumbo-ácido completamente carregada, atinge-se uma inflexão na curva de tensão (*coup de fouet*). Esta queda de tensão de cerca de 20-30 mV é interpretada como uma sobretensão de nucleação, em que a superfície completamente carregada da placa positiva não contém núcleos suficientes de $PbSO_4$ (Sulfato de Chumbo) para que se inicie o crescimento do cristal [12].

Este fenómeno pode ser visualizado nas curvas de descarga do Anexo A.1 e Anexo A.2, referente aos testes de capacidade do Capítulo 4.

3.3. Baterias Estacionárias

As utilizações mais comuns das baterias estacionárias são como fonte de energia de *back-up* nas UPS (*Uninterruptible Power Supply* – Unidade de Alimentação Ininterrupta), para alimentação de sistemas e equipamentos, para os quais é necessário garantir permanentemente a alimentação em energia elétrica, como é o caso dos serviços auxiliares de corrente contínua (SACC) das centrais elétricas e das

subestações – sistemas de comando, controlo e proteção e equipamentos de telecomunicações – e como excitatriz³ dos geradores síncronos de corrente alternada [13].

Tipicamente, uma bateria estacionária é constituída por vários elementos (baterias individuais) ligados em série ou em paralelo, de acordo com a função pretendida.

No presente relatório, as baterias estacionárias são referentes aos serviços auxiliares de corrente contínua (SACC) das centrais hidroelétricas, nas quais se realizaram os testes de capacidade explicados em detalhe no Capítulo 4.

3.3.1. Características Principais das Baterias Estacionárias

As principais características associadas às baterias estacionárias e das baterias em geral são as seguintes [13] [14] [15] [16]:

- **Energia, E:** É a capacidade de produzir trabalho expressa tipicamente em Wh (watt/hora) ou em J (joule).
- **Potência, P:** Pode ser definida como a energia transferida, consumida ou fornecida, por cada unidade de tempo, medida em W (watt). É possível relacionar a Energia com a Potência através da equação seguinte:

$$E(kWh) = P(kW) \times T(h) \quad (3.14)$$

- **Capacidade Nominal, C_n :** É a corrente elétrica (A) que a bateria é capaz de fornecer durante um determinado período de tempo em horas (h). Corresponde ao número de Amperes-hora (Ah) que uma bateria pode fornecer em condições específicas (para uma dada taxa de descarga e temperatura), geralmente classificadas pelo fabricante. Por exemplo, uma bateria com uma capacidade nominal de 30 Ah significa que em 10 horas pode fornecer 3 A, ou que em 5 horas pode fornecer 6 A.
- **Tempo de Descarga, t_n :** É o tempo convencional para o qual a bateria deve descarregar e que corresponde à sua capacidade estipulada.

Existe uma relação direta entre a capacidade, o tempo e a corrente de descarga da bateria que se manifesta pela expressão:

$$C_n = I_n \times t_n \quad (3.15)$$

³ A excitatriz é a componente dos geradores síncronos de corrente alternada que tem como função promover a excitação do enrolamento de campo.

$C_n \rightarrow n$ representa o tempo de descarga em hora, o índice n indica as horas de descarga.

Por exemplo:

$\left. \begin{matrix} C_{10} \\ C_{20} \end{matrix} \right\}$ Aguentam correntes mais elevadas durante pouco tempo.

C_{100} } Estão preparadas para aguentar cargas e descargas lentas.

- **Ciclo de Carga e Descarga:** Designa a operação de descarga e posterior operação de carga da bateria.
- **Ciclo de Vida ou Tempo de Vida Útil:** Corresponde ao número total de ciclos de carga e descarga que podem ser efetuados por uma bateria até que esta deixe de cumprir os critérios especificados em relação ao seu desempenho. O tempo de vida útil medido em número de ciclos depende da utilização da bateria e da sua profundidade de descarga.
- **Ciclo de Trabalho (*Duty Cycle*):** Sequência de cargas que é expectável uma bateria alimentar por períodos específicos de tempo.
- **Descarga Profunda:** Descarga de pelo menos 80% da capacidade nominal da bateria.
- **Estado de Carga (*State of Charge - SoC*):** O estado de carga descreve a capacidade atual da bateria em percentagem, relativamente à sua capacidade máxima. Sendo assim, 100% corresponde à bateria estar cheia e 0% corresponde à bateria estar vazia. A energia elétrica disponível numa bateria em comparação com a sua energia nominal, expressa em percentagem através da seguinte expressão:

$$SoC (\%) = \frac{Capacidade_{atual}}{Capacidade_{total}} \times 100 \quad (3.16)$$

- **Profundidade de Descarga (*Depth of Discharge - DOD*):** A profundidade de descarga representa a percentagem de energia que foi descarregada, normalizada à capacidade máxima da bateria. Este parâmetro está diretamente relacionado com o *SoC*. Por exemplo, se uma bateria for descarregada até uma profundidade de descarga igual a 60%, significa que a bateria possui apenas 40% da sua energia total disponível, que é o mesmo que dizer que a bateria tem o seu *SoC* igual a 40%. A descarga de uma bateria é normalmente feita em função da sua *DOD*. Por outro lado quando se efetua uma carga de uma bateria esta é feita em função do *SoC*.

Trata-se de um parâmetro muito importante para as baterias visto que, está diretamente relacionado com o seu tempo de vida útil. Na Figura 24 apresenta-se

a forma como a profundidade de descarga afeta o tempo de vida útil (em ciclos) de uma bateria.

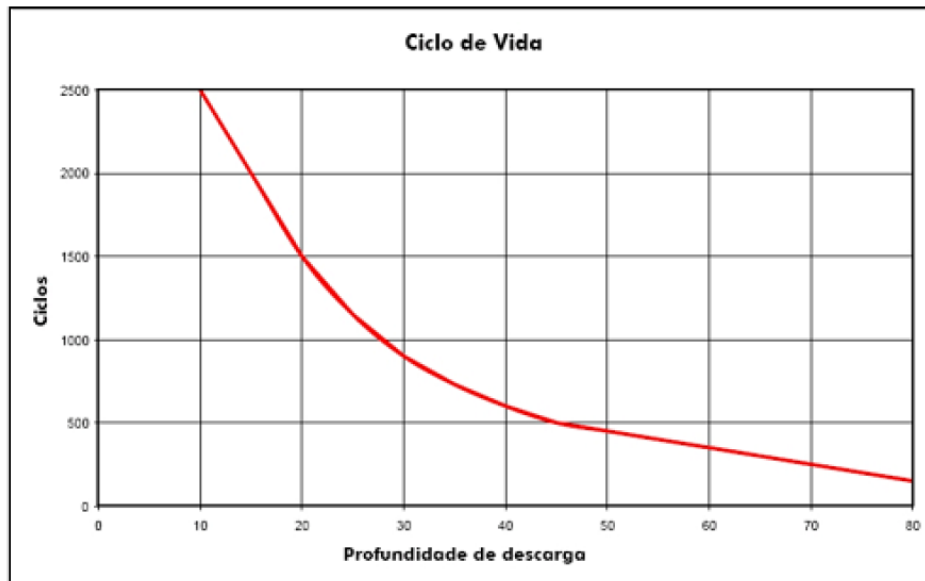


Figura 24-Ciclos de vida e profundidade de descarga [17].

Observa-se que uma profundidade de descarga igual a 100%, iria danificar rapidamente a bateria reduzindo o seu tempo de vida útil. Dependendo do tipo de bateria a profundidade de descarga irá variar.

- **Densidade de Energia:** A relação entre a energia nominal da bateria e o seu volume, expressa em quantidade de energia armazenada por volume. A sua unidade é Wh/L.
- **Energia Específica:** A relação entre a energia nominal da bateria e o seu peso. A sua unidade é Wh/kg.
- **Potência Específica:** A relação entre potência fornecida por uma bateria e o seu peso. A sua unidade é W/kg.
- **Densidade de Potência:** A relação entre a potência fornecida por uma bateria e o seu volume. A sua unidade é W/L.
- **Tensão de Circuito Aberto (*Open Circuit Voltage – OCV*):** A diferença de tensão entre os terminais de uma bateria quando esta não se encontra acoplada a uma carga.
- **Auto-Descarga:** Corresponde à perda da capacidade útil de uma célula ou bateria devido à ação química interna, sendo, portanto, a perda de energia quando nenhuma carga externa é aplicada. Numa bateria ideal, existe apenas fluxo de corrente quando o circuito entre os dois elétrodos é fechado externamente através de um circuito elétrico. Numa bateria real, existe uma descarga lenta quando os terminais estão em circuito aberto, denominada auto-descarga.

➤ **Carga de Equalização:** Uma carga, com um nível de tensão mais elevado do que a tensão de flutuação normal, aplicada por um período limitado de tempo, para corrigir as desigualdades de tensão, estado de carga que se pode ter desenvolvido entre os elementos da bateria durante o serviço.

➤ **Tensão:**

São definidas várias tensões importantes para as baterias/banco de baterias:

- **Tensão de Corte/Tensão Mínima/Tensão final (*Cut-Off Voltage*):** É a tensão mínima indicada pelo fabricante a partir da qual a continuação da descarga da bateria pode danificar os elementos e a partir da qual a bateria deve ser desligada.
- **Tensão Nominal:** É o valor da tensão nominal definido para uma célula ou bateria.
- **Tensão de Equalização:** A tensão na qual uma carga de equalização é efetuada.
- **Tensão de Flutuação:** Especificado pelo fabricante como sendo a tensão em que as baterias devem ser mantidas carregadas. Ao ser aplicada esta tensão faz com que circule uma corrente designada por corrente de flutuação que irá compensar as perdas devido à auto-descarga.

➤ **Número de Elementos:** Depende da tensão e da sua capacidade.

- **Tensão de Flutuação por Elemento:** Valor especificado pelo fabricante como a tensão em que os elementos da bateria devem ser mantidos carregados, para evitar que estes se descarreguem.
- **Associação dos elementos em série e em paralelo:** A associação série dos elementos define a tensão (Figura 25) da bateria e a associação em paralelo (Figura 26) define a sua capacidade.

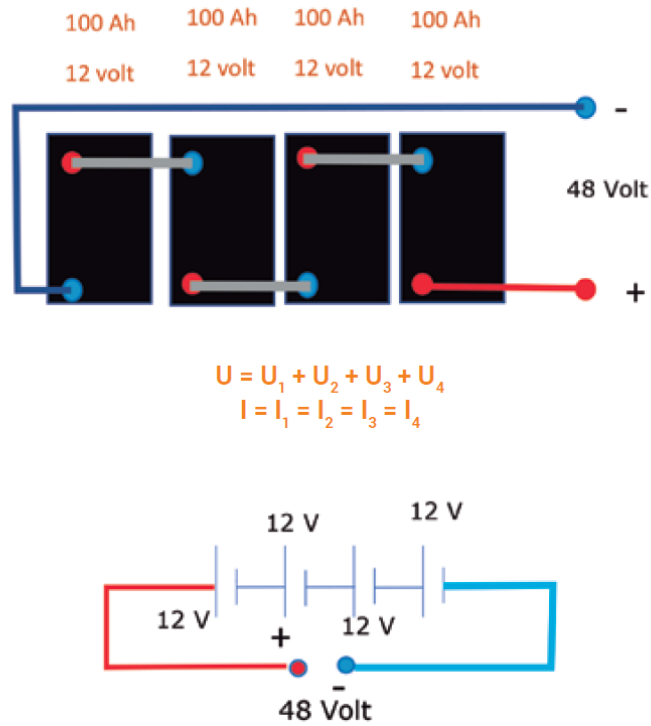


Figura 25-Associação dos elementos em série [18].

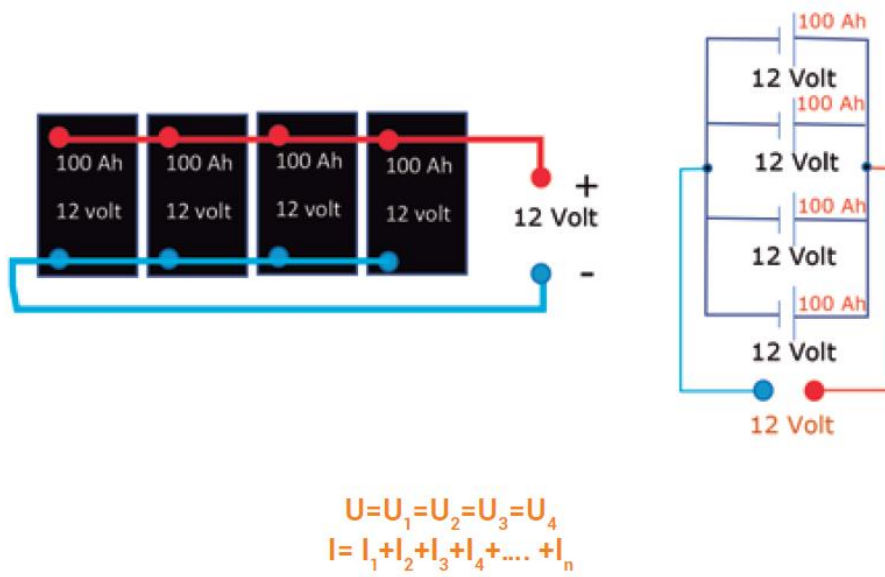


Figura 26-Associação dos elementos em paralelo [18].

3.4. Tipos de Baterias Secundárias

3.4.1. Baterias Chumbo-Ácido

O uso de baterias de chumbo-ácido (Figura 27) para o armazenamento de energia remonta a meados do século XIX. A célula da bateria de chumbo-ácido consiste num ânodo (polo negativo) em chumbo (Pb), e um cátodo (polo positivo) composto por dióxido de chumbo (PbO_2). Estes estão imersos num eletrólito de ácido sulfúrico diluído, que é o meio condutor de corrente para o coletor. Durante a descarga, os dois elétrodos produzem sulfato de chumbo. Se as baterias estiverem totalmente descarregadas durante algum tempo, os cristais de sulfato tornam-se maiores e mais difíceis de se partir durante a recarga. Sendo assim, os cristais de sulfato de chumbo de grandes dimensões separam o material ativo das placas do coletor, o que provoca uma dificuldade acrescida na recarga da bateria à sua potência máxima [15] [19] [8].

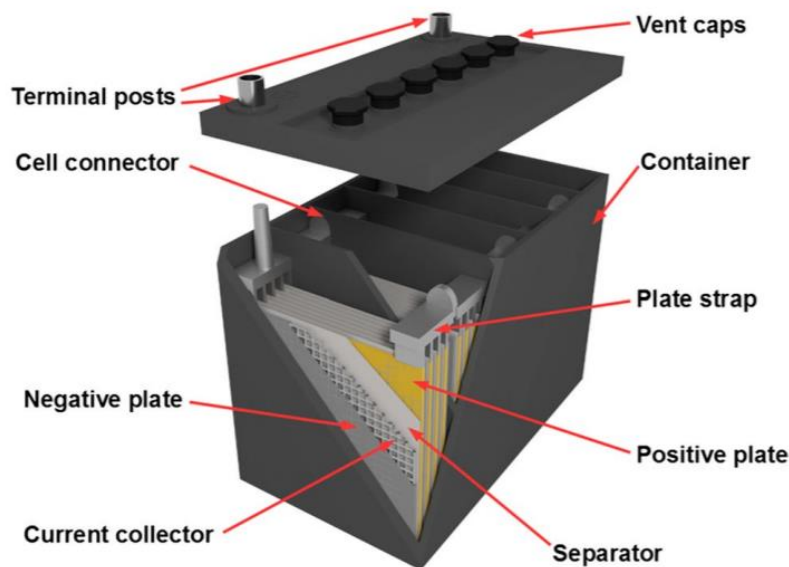


Figura 27-Esquemático de uma bateria típica de chumbo-ácido [20].

As baterias de chumbo-ácido são o tipo de baterias mais utilizado em sistemas de energias renováveis devido ao seu baixo custo e nível de desempenho.

De um modo geral as baterias chumbo-ácido devem ser carregadas com correntes baixas, o que conduz a um tempo de carga elevado. Durante o processo de carga deve ser evitada a ocorrência de sobrecarga, devido à sensibilidade das baterias chumbo-ácido relativamente a este fenómeno. Este tipo de baterias nunca deve ser descarregado

totalmente sendo que uma descarga total pode impossibilitar a recarga da bateria, ou pelo menos, diminuir a capacidade de carga. As baterias chumbo-ácido são ainda sensíveis a variações de temperatura, sendo que altas temperaturas aumentam a capacidade e diminuem o tempo de vida útil e baixas temperaturas diminuem a capacidade [8].

Este tipo de baterias é utilizado em aplicações em que se pretende custos mais reduzidos, onde a baixa densidade energética e o ciclo de vida limitado não são um problema (luzes de emergência, alimentação ininterrupta de baterias de fontes de alimentação (UPS), e como baterias estacionárias de serviços auxiliares de corrente contínua (SACC)) [19].

Existem três grandes tipos de baterias chumbo-ácido, que serão explicados nas subsecções seguintes.

3.4.1.1. Baterias chumbo-ácido ventiladas ou abertas (VLA)

Neste tipo de baterias o eletrólito encontra-se no estado líquido, em solução aquosa. Tal facto, obriga ao funcionamento numa posição fixa, para que não se dê o derrame do eletrólito, e à reposição periódica do nível de água uma vez que durante o funcionamento da bateria, principalmente em condições de sobrecarga, dá-se a eletrólise da água que faz com que o oxigénio e o hidrogénio sejam libertados no estado gasoso [8].

3.4.1.2. Baterias chumbo-ácido estanques ou reguladas por válvulas (VLRA)

Este tipo de baterias é selado possuindo, no entanto, válvulas que permitem a saída de gases quando a pressão no interior da bateria atinge níveis perigosos.

De uma maneira geral as baterias VLRA apresentam, face às VLA, a vantagem de permitirem a recombinação dos gases, reduzindo as perdas de água, o que faz com que não necessitem de manutenção.

Dentro deste tipo de baterias distinguem-se ainda duas tecnologias diferentes [8]:

- Baterias com separador de microfibras de vidro, vulgarmente conhecidas por baterias AGM. Este separador absorve o eletrólito o que evita que este se desloque livremente no interior da bateria.

- Baterias de gel em que o ácido se encontra misturado com sílica, conferindo ao eletrólito a consistência de um gel, o que mantém o eletrólito imóvel no interior da bateria.

Vantagens [19] [8]:

- Baixo custo;
- Tecnologia confiável e bem compreendida;
- Exigências de manutenção baixas – Sem efeito memória e não é necessário repor o eletrólito;
- Baixa auto-descarga;
- Capaz de taxas de descarga significativamente elevadas.

Desvantagens [19] [8]:

- Não podem ser armazenadas quando descarregadas;
- Baixa densidade de energia;
- Permite um número limitado de ciclos de carga e descarga completos, adequado para aplicações que exijam cargas e descargas completas pontuais;
- O eletrólito e teor de chumbo podem causar danos ao meio ambiente;
- Restrições no transporte.

3.4.2. Baterias Níquel-Cádmio (NiCd)

Este tipo de baterias (Figura 28) é constituído basicamente por um ânodo de hidróxido de níquel ($Ni(OH)_2$), um cátodo de cádmio (Cd) e um eletrólito alcalino, tipicamente hidróxido de potássio KHO . As reações de oxidação-redução dão-se apenas entre os elétrodos, o que anula a ocorrência de sulfatação. As baterias constituídas por acumuladores $NiCd$ têm um preço inicial mais elevado do que as chumbo-ácido, mas são mais resistentes a variações de temperatura e a condições de sobrecarga.

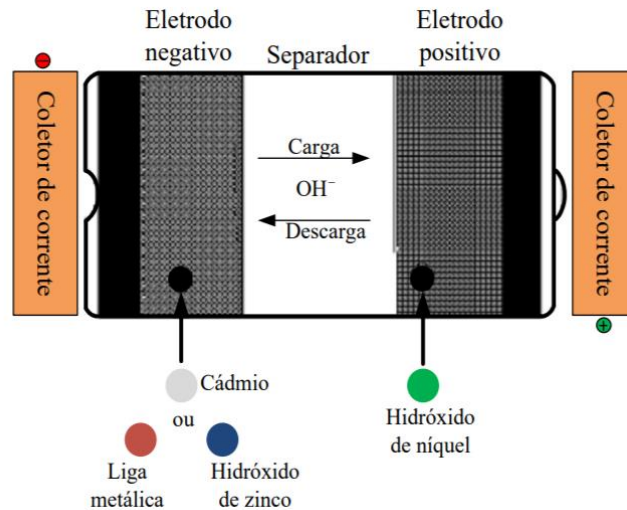


Figura 28-Bateria baseada na tecnologia de níquel [21].

Possuem ainda a vantagem de possibilitarem a sua carga com correntes elevadas o que conduz a um menor tempo de carga. Para além do seu preço inicial elevado a principal desvantagem das baterias *NiCd* reside na existência de efeito de memória que obriga a descarregar totalmente a bateria para que não ocorra a sua viciação (fenómeno que diminui a tensão fornecida pela bateria). Normalmente são baterias seladas [19] [8].

Vantagens [19] [8]:

- Permite um elevado número de ciclos de carga e descarga;
- Bom desempenho de carga;
- Permite recarregar a baixas temperaturas;
- Prazo de validade longo em qualquer estado de carga;
- Bateria com menor custo por ciclo;
- Disponível numa ampla gama de tamanhos e opções de desempenho.

Desvantagens [19] [8]:

- Baixa densidade de energia;
- Efeito de memória;
- Prejudicial para o meio ambiente devido à toxicidade do cádmio;
- Elevada taxa de auto-descarga, precisa de ser recarregada após armazenamento.

3.4.3. Baterias Níquel-Hidretos Metálicos (NiMH)

As baterias de hidretos metálicos de níquel (*NiMH*) têm uma constituição semelhante às *NiCd* (Figura 28). A diferença, relativamente às baterias *NiCd*, reside na alteração dos materiais que constituem o cátodo, baseado nesta bateria numa liga de elementos metálicos, que serve para anular o indesejável efeito de memória.

Uma das vantagens a nível ambiental da utilização deste tipo de baterias, deve-se ao uso de metais não tóxicos e à sua alta densidade de energia, oferecendo até 100% a mais em relação às baterias de Níquel-Cádmio. Ambas as baterias têm uma auto-descarga elevada, embora as baterias de Níquel-Hidretos metálicos seja de 1,5 a 2 vezes a auto-descarga das baterias de Níquel-Cádmio.

Estas baterias, têm vindo a substituir as baterias de Níquel-Cádmio nos mercados de comunicações sem fios e na computação móvel, isto deve-se a um aproximar de preços entre ambas e essencialmente devido a preocupações ambientais [19] [8].

Vantagens [19] [8]:

- 30% a 40% maior capacidade do que na bateria de NiCd;
- Densidade de energia elevada;
- Menor tendência para o efeito de memória, sendo necessário uma frequência de ciclos periódicos de carga e descarga reduzida;
- Armazenamento e transporte simples;
- Sustentável ambientalmente devido à ausência de agentes tóxicos.

Desvantagens [19] [8]:

- Repetidos ciclos de carga e descarga reduzem a vida útil da bateria – desempenho degrada-se após 200 a 300 ciclos;
- Corrente limitada na descarga – Melhores resultados são obtidos com correntes de descarga de 0,2 C a 0,5 C (20% a 50% da corrente nominal);
- Alta taxa de auto descarga – Auto descarregam em torno de 50% mais rápido que as baterias de Níquel-Cádmio;
- O desempenho é deteriorado quando armazenada a temperaturas elevadas, devem ser armazenadas em locais frescos com um estado de carga de cerca de 40%;
- Custos elevados de manutenção;

- É cerca de 20 % mais cara do que as baterias de *NiCd*. As baterias de *NiMH* projetadas para alto consumo de corrente são mais dispendiosas relativamente à versão regular.

3.4.4. Baterias de Iões de lítio (Li-ion)

As baterias de Iões de lítio (Figura 29), são constituídas por um eléctrodo positivo (cátodo) habitualmente composto por fosfato de lítio-ferro, óxido de lítio-cobalto ou óxido de lítio-manganês, um eléctrodo negativo (ânodo) composto por carbono poroso e um eletrólito feito de uma mistura, não-aquosa, de carbonatos orgânicos, tais como: carbonato de etileno e o carbonato de dietila, com iões de lítio [13] [8]. No que diz respeito ao seu processo de carga, os iões de lítio movem-se do cátodo para o ânodo e assim produzem um fluxo de corrente, já o processo inverso acontece durante a descarga.

Estas baterias são leves e têm um tempo de vida útil elevado. Podem ser carregadas com correntes mais elevadas, tal como as *NiCd*, e suportam uma vasta amplitude de temperaturas de funcionamento. As principais desvantagens deste tipo de baterias residem na sua baixa eficiência e no preço elevado.

Algumas das suas aplicações incluem equipamentos portáteis, *laptops*, máquinas de filmar, telemóveis e ferramentas portáteis. Dada a sua elevada densidade energética, este tipo de baterias pode ser muito útil no avanço da tecnologia para os veículos híbridos e veículos elétricos [19].

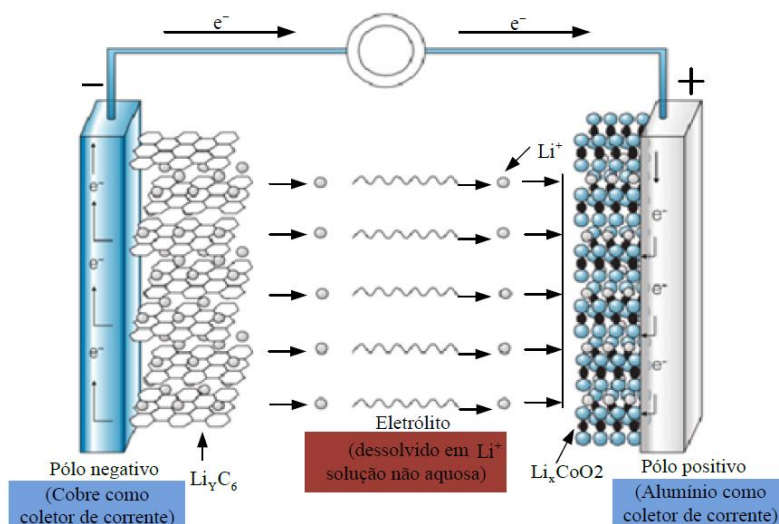


Figura 29-Baterias de íons de lítio [21].

Vantagens [19] [8]:

- Densidade de energia elevada;
- Baixa taxa de auto-descarga;
- Baixa manutenção – não é necessário efetuar descargas periódicas;
- Não tem efeito de memória.

Desvantagens [19] [8]:

- Requer um circuito de proteção que limita a tensão e a corrente;
- Sujeito a envelhecimento, mesmo que não se encontre em utilização. Isto pode ser reduzido se a bateria for armazenada num lugar fresco com um estado de carga de 40%;
- Corrente de descarga moderada;
- Custo elevado de fabricação;
- Requer circuito de proteção – Bateria segura se não sobrecarregada ou sobreaquecida (risco de explosão ou incêndio);
- Escassez do lítio.

3.4.5. Comparação entre os diferentes tipos de Baterias

As baterias têm sido, durante os últimos anos, a solução para o armazenamento de energia, pelo que, a densidade energética das baterias tem sido melhorada ao longo dos anos.

Atualmente as baterias têm inúmeras aplicações de grande e pequena escala, que abrangem soluções de armazenamento de grandes quantidades de energia, aos equipamentos portáteis.

Consequentemente, a procura pela evolução e desenvolvimento das tecnologias associadas às baterias tem sido uma constante, por forma a obter melhorias nas aplicações em sistemas móveis, como em sistemas estacionários, como é o caso do armazenamento de energia renovável em áreas isoladas, bem como nos serviços auxiliares de centrais hidroelétricas e subestações.

Tabela 3-Comparação de tecnologias de baterias [19] [20].

Tecnologia da Bateria	Características						
	Energia Específica (Wh/kg)	Densidade de Energia (Wh/l)	Potência Específica (W/kg)	Número de Ciclos	Tempo de Vida Útil (Anos)	Custo de Produção (€/kWh)	Custo (€/kW)
Chumbo-ácido	35	100	180	2000-2500	5-15	46	1578-2580
Níquel Cádmio	50-80	300	200	2000-3500	10-15	190-230	1900-2300
Níquel Hidreto Metálico	70-95	180-220	200-300	1000-1500	8-13	150-190	2500-3500
Iões de Lítio	118-250	200-400	200-430	2500-4500	12-20	115	4000-5000

Capítulo 4 - Testes de Capacidade de Baterias dos Serviços Auxiliares de Corrente Contínua

O presente capítulo aborda a temática relativa à execução dos testes de capacidade das baterias estacionárias dos serviços auxiliares de corrente contínua (SACC) das centrais hidroelétricas.

4.1. Serviços Auxiliares de Corrente Contínua (SACC)

Os SACC das centrais hidroelétricas destinam-se à alimentação em corrente contínua (normalmente 24, 48, 110 e 220 V) dos circuitos que devem ficar alimentados em qualquer circunstância, de forma a assegurar as funções essenciais para a segurança da instalação:

- Comando e controlo dos grupos geradores;
- Comando dos serviços auxiliares de corrente alternada;
- Comando das subestações;
- Iluminação de socorro;
- Equipamentos de comunicações;
- Equipamentos com funções de recurso/emergência incluindo os retificadores.

Os SACC são, tipicamente, constituídos pelo conjunto bateria estacionária – retificador e pelo Quadro dos Serviços Auxiliares de Corrente Contínua (QSACC).

Para os painéis de cada central devem ser criadas, no mínimo, as polaridades de comando e controlo, com as seguintes funções:

- Alimentação das proteções;
- Regulação automática de tensão;
- Comando (ordens de manobra), individualizadas, para cada um dos equipamentos suscetíveis de serem comandados à distância (disjuntor; seccionadores), no caso dos disjuntores, as polaridades de disparo serão individualizadas para cada uma das respetivas bobinas;
- Sinalização de estados de alarme, defeito e disparo;

- Alimentação dos motores dos disjuntores e seccionadores, caso se opte por fazer a sua alimentação em corrente contínua.

A fonte de energia dos SACC é um conjunto bateria-retificador que funciona em tampão, isto é, em situações normais, na presença de corrente alternada (rede ou grupo), o retificador alimentará os consumidores e fará a carga de manutenção da bateria; a bateria servirá de socorro nas situações em que haja picos de consumo.

Na falta de corrente alternada a bateria fornecerá, no seu período de autonomia, a corrente necessária para manter em serviço os equipamentos indispensáveis ao funcionamento da instalação, até ao regresso da alimentação em corrente alternada, ou caso tal não se verifique para desligar a instalação em segurança [13].

Nas Figuras seguintes é ilustrado o funcionamento do conjunto bateria-retificador na alimentação das respetivas cargas.

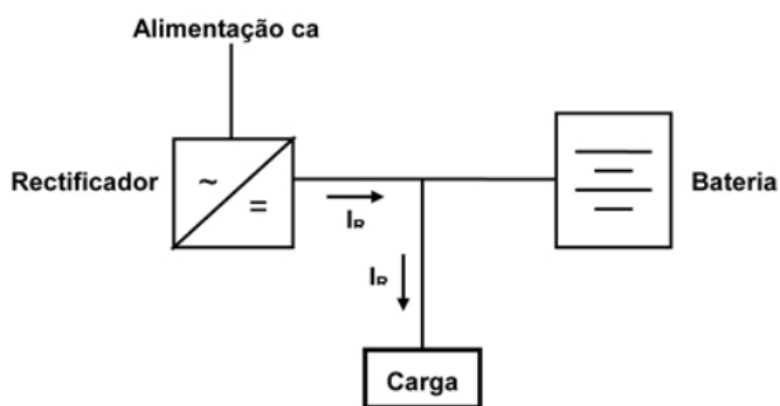


Figura 30-Funcionamento em situação normal, sem picos de consumo [13].

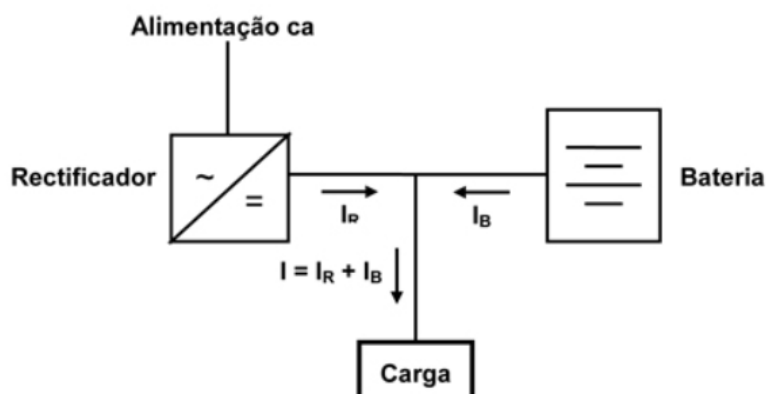


Figura 31-Funcionamento em situação normal, com picos de consumo [13].

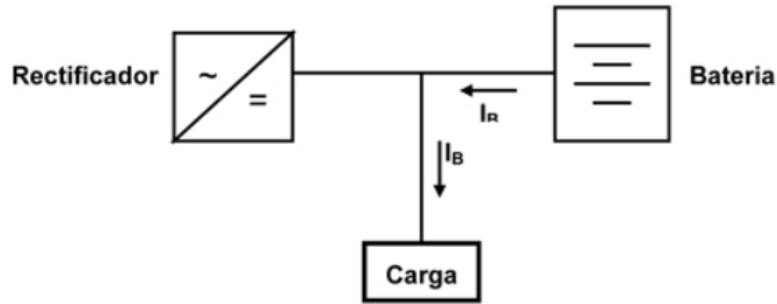


Figura 32-Funcionamento com falta de corrente alternada [13].

4.2. Equipamento Utilizado

Para a execução dos testes de capacidade foi necessária a utilização de equipamento para medição das grandezas elétricas (Corrente, Tensão e Resistência), bem como o banco de resistências ISA BTS 200 a partir do qual é realizada a descarga das baterias durante o teste de capacidade. É também necessário equipamento de inspeção termográfica.

4.2.1. Pinça Amperimétrica



Figura 33-Pinça Amperimétrica Fluke 345 Power Quality.

A Pinça Amperimétrica *Fluke 345 Power Quality* (Figura 33) permite medir corrente AC até 1400 A RMS e corrente DC até 2000 A sem necessidade de interromper o circuito. Nos testes de capacidade em que a descarga das baterias foi realizada em

corrente constante, a pinça amperimétrica foi usada, essencialmente, para a medição da corrente de descarga durante o teste, por forma a garantir que a corrente se mantém sempre constante de acordo com o valor de corrente definido como taxa de descarga. Foi também utilizada para medir outras correntes provenientes do retificador/carregador das baterias estacionárias.

4.2.2. Câmara Termográfica

Para a realização da inspeção termográfica (ver Anexo A.3) durante os testes de capacidade aos elementos das baterias estacionárias e a toda a instalação inerente às mesmas, foi utilizada uma câmara termográfica *Flir E8 com Wifi* (Figura 34).



Figura 34-Câmara Termográfica *Flir E8 Wifi*.

4.2.3. Multímetro

O multímetro *Fluke 289 TRUE RMS* (Figura 35) foi utilizado nos testes de capacidade para medição das tensões dos elementos da bateria e da bateria completa antes, durante e após o teste de capacidade. O multímetro permite armazenar os valores das tensões medidas e exportar os mesmos para formato *Excel.csv* através do *software FlukeView Forms* para posterior preenchimento dos boletins de inspeção e ensaios dos testes de capacidade, que será explicado nas secções seguintes.



Figura 35-Multímetro *Fluke 289 TRUE RMS*.

4.2.4. Banco de Resistências

O banco de resistências BTS 200 (Figura 36) permite descarregar baterias com tensões nominais desde 24 V DC a 240 V DC. O dispositivo converte a energia consumida da bateria em calor, dissipando-o por meio de ventiladores que mantêm os componentes de potência a uma temperatura controlada.



Figura 36-Banco de resistências ISA BTS 200.

A tabela seguinte resume as correntes de descarga relativamente à tensão da bateria.

Tabela 4-Relação entre as correntes de descarga e as tensões da bateria.

Tensão da Bateria	Corrente Máxima de Descarga
24 a 120 V	130 A
220 a 240 V	70 A

O BTS 200 pode também ser usado quando as baterias estão a alimentar uma carga externa sem necessidade de desligar a alimentação dessa mesma carga, isto, medindo a corrente de descarga que é fornecida à carga externa por meio de uma pinça amperimétrica DC. A partir daí o equipamento consegue estimar a corrente fornecida à carga externa, bem como a corrente de descarga fornecida ao equipamento.

O BTS 200 pode operar em modo individual (sem PC), graças à memória interna não volátil que permite guardar a configuração e os resultados do teste. As características mais importantes da memória do equipamento são as seguintes:

- Número de gravações: 8.
- Máxima duração do ensaio que se pode guardar: 15 horas.
- Intervalo de tempo entre gravações: 15 segundos.
- Resultados gravados: corrente e tensão da bateria.

O conteúdo da memória pode ser transferido para um computador com o *software* TDMS da ISA, usando a porta de ligação USB. Através do *software* é possível obter resultados do teste num relatório em ‘pdf’ onde constam os gráficos de descarga da tensão, corrente e capacidade, bem como as configurações das baterias, sumário de plano de teste e definições de resultados (ver Anexo A.1 e Anexo A.2).

Lista de componentes

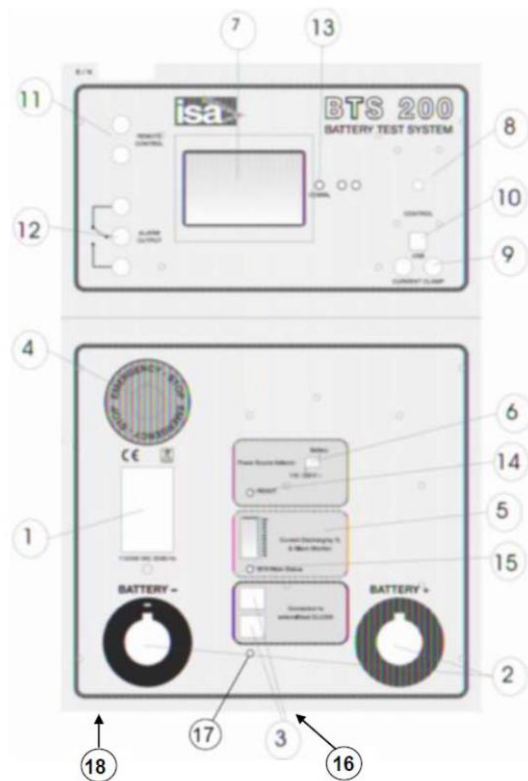


Figura 37-Ilustração descritiva do equipamento de teste BTS 200.

1. Ficha principal de alimentação 230VAC com interruptor de arranque.
2. Ligações da bateria em teste.
3. Fichas comunicação para outros módulos.
4. Botão de emergência. Se pressionado, tem de ser girado para se libertar.
5. Barra de leds para indicação da percentagem de descarga da bateria ou alarmes.
6. Seletor da fonte de alimentação: externa 230VAC ou bateria em teste.
7. Janela gráfica para as configurações e medições.
8. Botão de controlo com interruptor: roda-se para mudar de seleção, pressiona-se para confirmar.
9. Alvéolos para a ligação da pinça amperimétrica DC, esta permite medir a carga externa.
10. Ligação USB.
11. Controlo remoto, alvéolos dos contatos de entrada (para o teste da bateria + carregador).
12. Saída de alarme por contato de relé (para o teste da bateria + carregador).
13. LED de comunicação.
14. LED pronto (*ready*).
15. LED estado do BTS200.
16. Parafuso de ligação à terra localizado na parte frontal do BTS200.
17. Seletor rotativo do endereço do módulo escravo, localiza-se por baixo do furo dos ligadores RJ-11 e opera-se com uma chave de fendas plana.

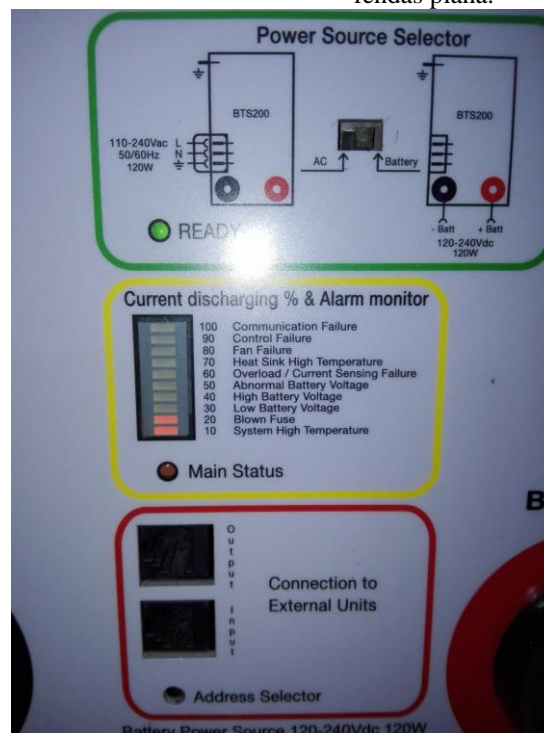


Figura 38-Painel frontal do equipamento de teste BTS 200.

Interior do equipamento BTS 200

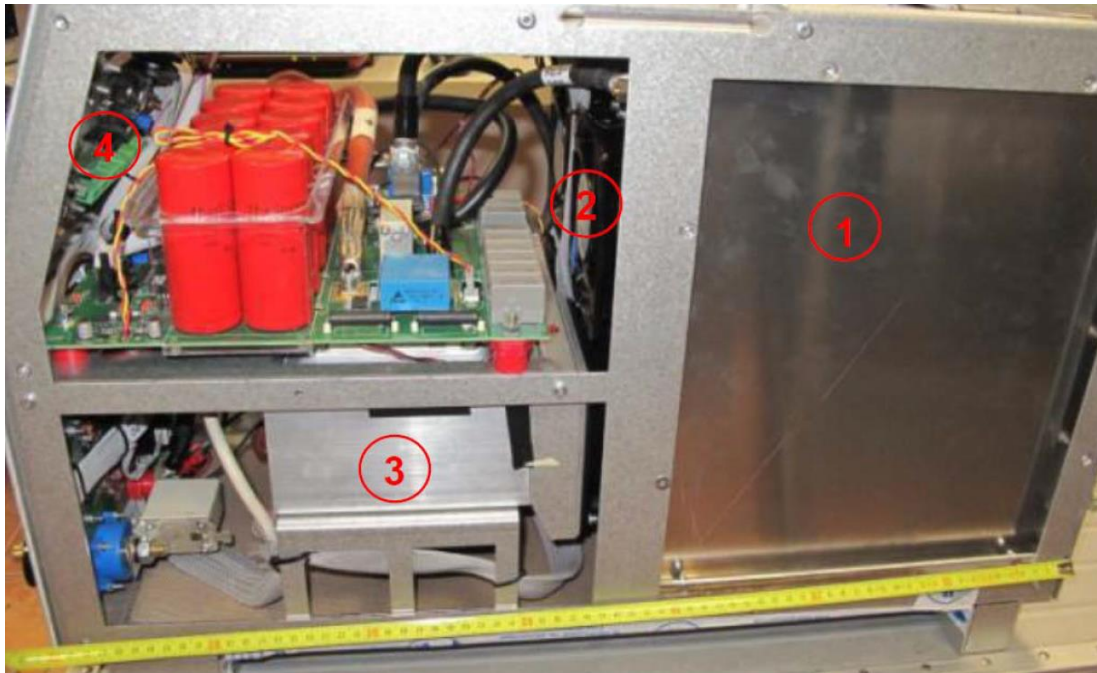


Figura 39-Interior do equipamento de teste BTS200.

Legenda da Figura 39:

1. Os ventiladores que arrefecem as resistências;
2. O transformador de alta frequência;
3. Os transístores MOSFET de potência montados em grandes dissipadores de calor que controlam a corrente de descarga;
4. Por baixo do painel frontal localiza-se uma placa eletrónica onde está instalado o microprocessador de controlo.

4.3. Software utilizado

4.3.1. FlukeView Forms

O *Software FlukeView Forms*, na execução dos testes de capacidade, foi utilizado apenas como interface entre o multímetro Fluke 289 TRUE RMS e o computador. Após estabelecida a conectividade entre o multímetro e o computador, através de um cabo USB, efetua-se transferência de dados com a opção assinalada a vermelho na Figura 40. Os dados são exportados em formato *Excel.csv*.

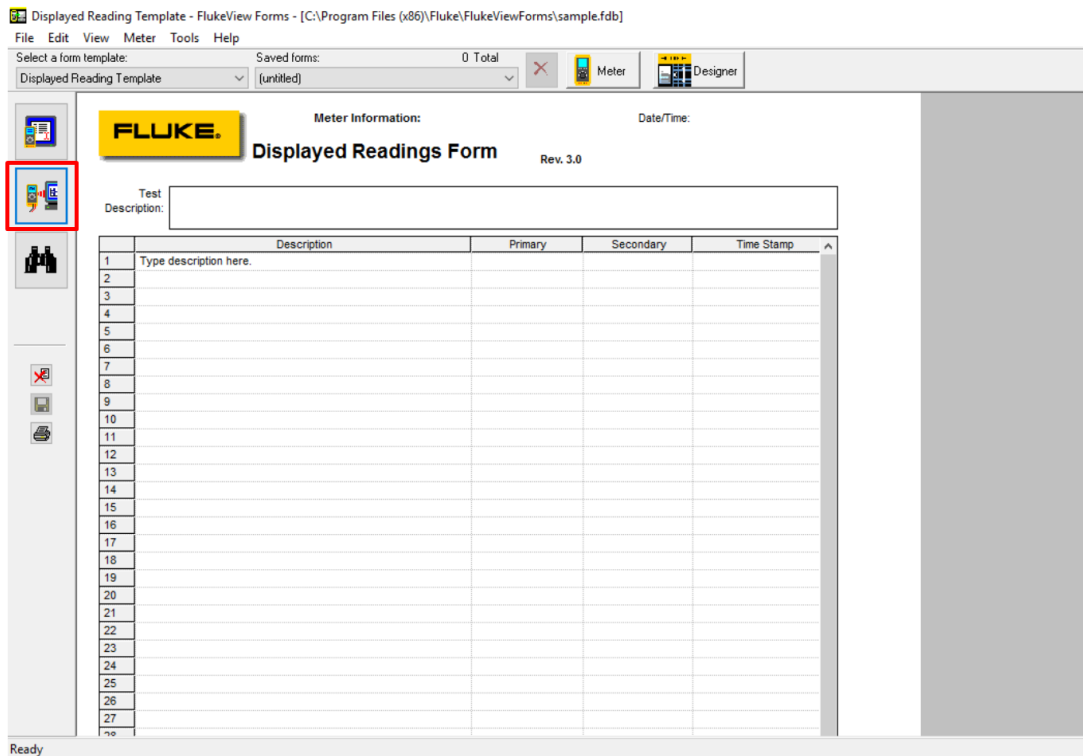


Figura 40-Interface FlukeView Forms.

4.3.2. TDMS – Test and Data Management Software

O TDMS 7 (Figura 41) é um pacote de *software* poderoso que fornece uma gestão de dados para atividades de testes de aceitação e manutenção. Os dados dos aparelhos elétricos e os resultados dos testes são guardados no banco de dados TDMS 7 para análise de resultados históricos.

O *software* TDMS 7 organiza dados e resultados de teste para a maioria dos aparelhos elétricos testados com conjuntos de teste ISA e *software* relacionado.

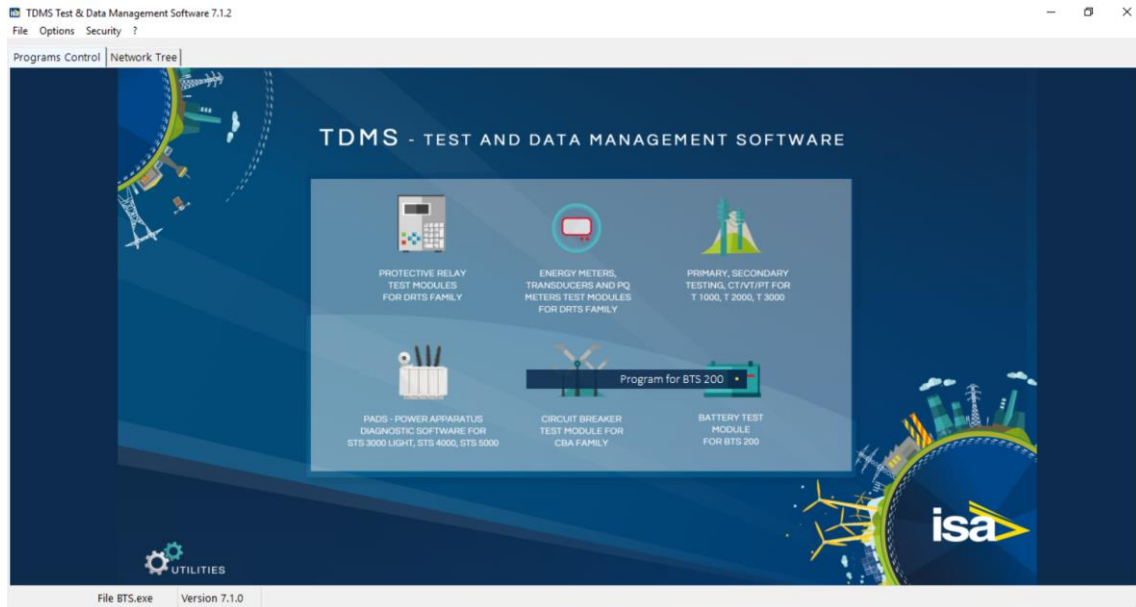


Figura 41-Ambiente inicial do *software* TDMS ISA.

O Módulo de teste de baterias para o sistema BTS 200 permite, após realizado o teste, obter os resultados num relatório final. Além disso, o *software* permite preencher os parâmetros da bateria (Figura 42), bem como o cabeçalho onde se especifica o local onde foi realizado o teste, modelo da bateria e a data e hora da realização do teste (Figura 43).

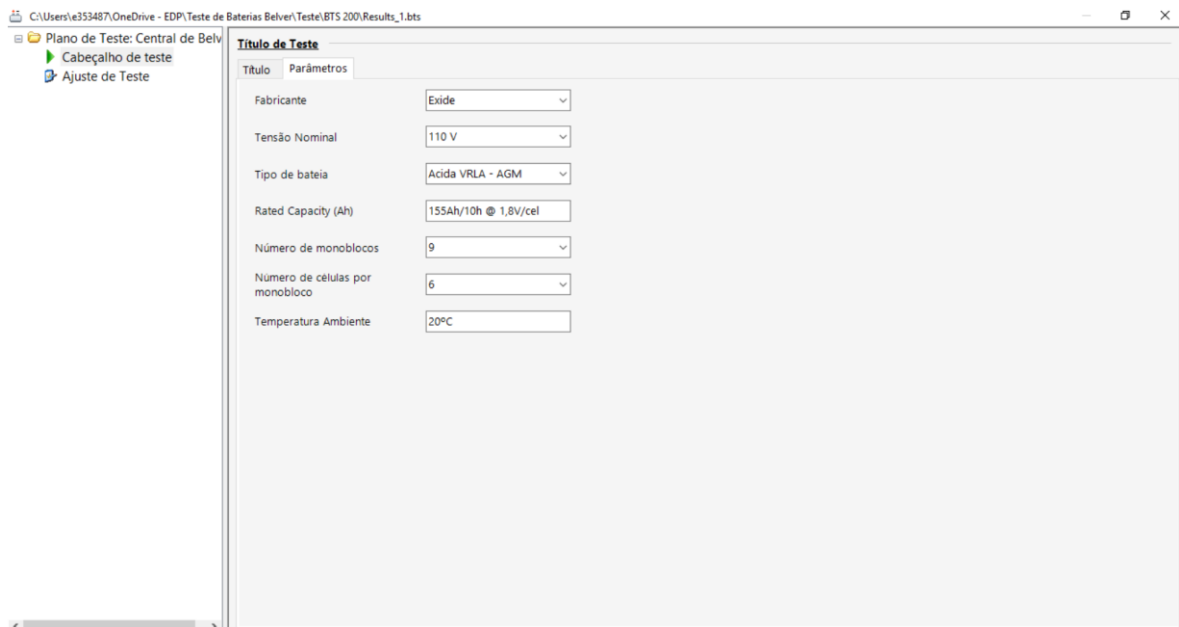


Figura 42-Parâmetros da bateria do plano de teste de baterias do software TDMS para o sistema de teste BTS 200.

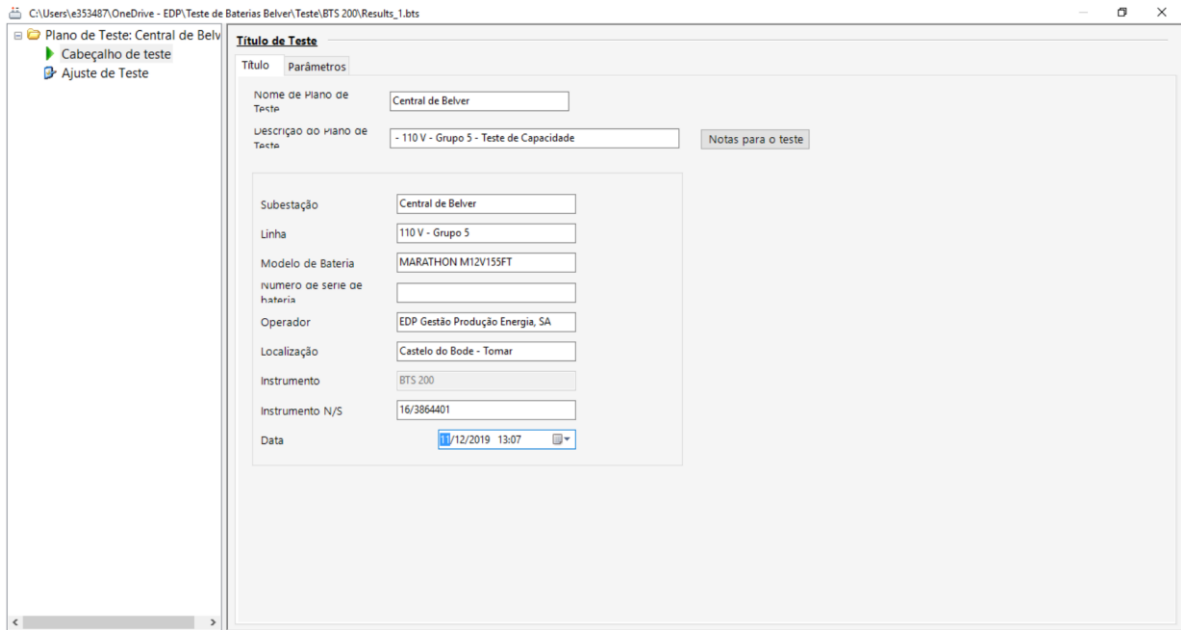


Figura 43-Cabeçalho do plano de teste de baterias do *software* TDMS para o sistema de teste BTS 200.

Na Figura 44 mostra-se o ajuste de teste, que, no caso dos testes de capacidade realizados na DTM, são sempre de corrente constante.

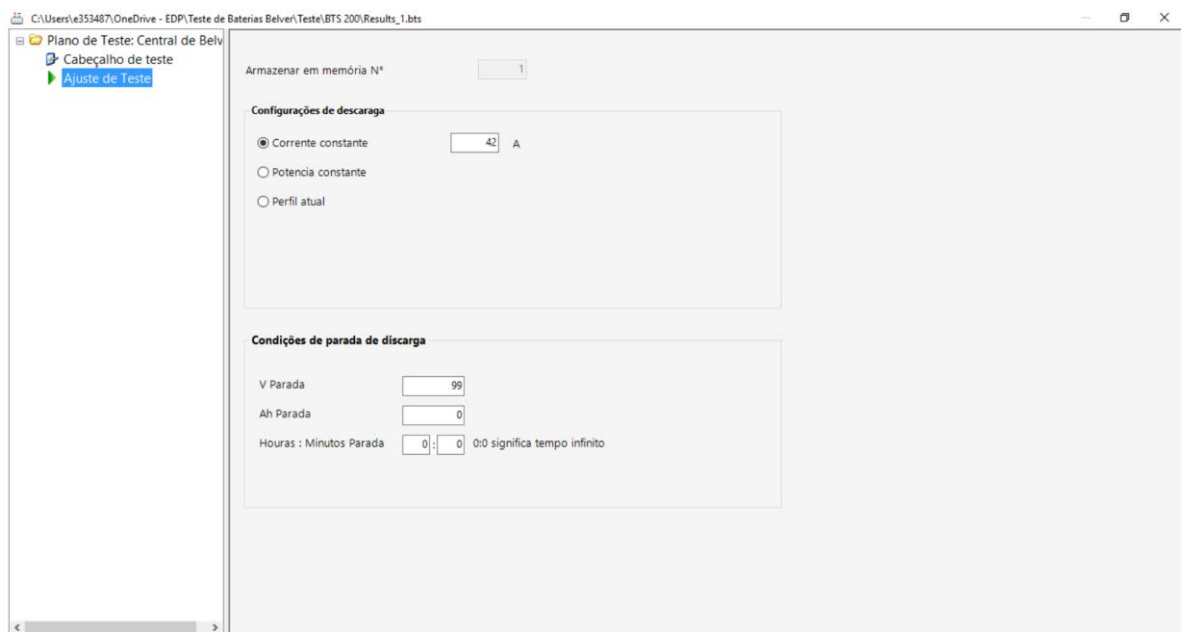


Figura 44-Ajuste de teste do plano de teste de baterias do *software* TDMS para o sistema de teste BTS 200.

A Figura 45 serve como exemplo de representação dos resultados de um teste de capacidade com os respetivos gráficos e parte dos dados de descarga (tensão, corrente e capacidade) obtidos em intervalos de tempo de 15 segundos.

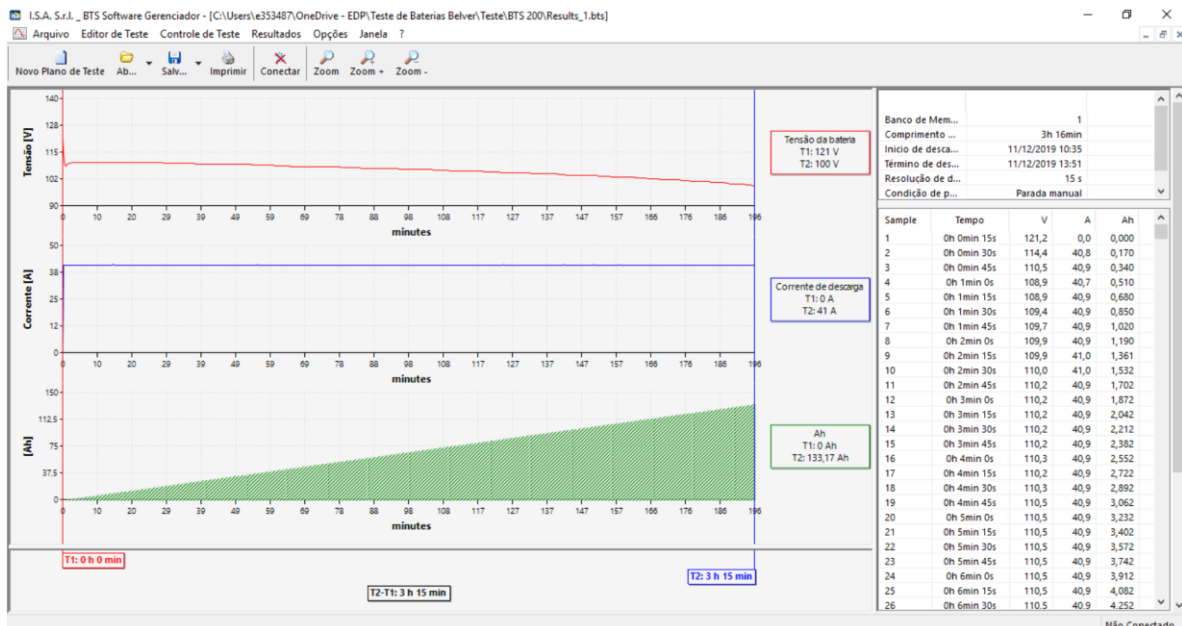


Figura 45-Resultados do teste de baterias do *software* TDMS para o sistema de teste BTS 200.

4.4. Testes de Capacidade Realizados

Durante o estágio foram realizados cinco testes de capacidade, dois testes na central hidroelétrica de Belver, dois testes na Central hidroelétrica do Alqueva II e um teste na Central hidroelétrica do Caldeirão.

Neste relatório, e dado que o procedimento de teste é muito semelhante nos cinco testes realizados, mostram-se como exemplo apenas dois dos testes de capacidade efetuados:

- Bateria 1 do grupo 5 de 110 V da Central Hidroelétrica de Belver;
- Bateria 1 dos serviços auxiliares de 110 V da Central Hidroelétrica do Alqueva II.

Em ambos os testes as baterias são do tipo chumbo-ácido estanques ou reguladas por válvulas (VLRA), explicadas no Capítulo 3.

Dado que todos os testes realizados nas respetivas centrais, foram apenas executados em baterias de chumbo-ácido, as normas necessárias para a realização dos testes, e as quais os mesmos obedecem às respetivas prescrições, são as seguintes:

- IEEE Std 450-2010, *Recommended Practice for Maintenance, Testing, and Replacement of Vented Lead-Acid Batteries for Stationary Applications,* IEEE, 2010.
- IEE Std 485-2010, *Recommended Practice for Sizing Lead-Acid Batteries for Stationary Applications.*
- IEEE Std 484-2002, *Recommended Practice for Installation Design and Installation of Vented Lead-Acid Batteries for Stationary Applications.*
- IEEE Std 1188-2005, *Recommended Practice for Maintenance, Testing, and Replacement of Valve-Regulated Lead-Acid (VRLA) Batteries for Stationary Applications.*

Os testes de capacidade das baterias VLRA obedecem ao procedimento apresentado no fluxograma do Anexo A.4.

4.4.1. Teste de Baterias da Central de Belver

Nesta secção pretende-se descrever o procedimento adotado para a realização de um teste de capacidade à bateria nº1 de 110 V dos Serviços Auxiliares de Corrente Continua (SACC) do Grupo 5 da Central Hidroelétrica de Belver.

- O teste foi realizado no dia 11/12/2019, entre as 9h30m e as 15h30m.
- O teste de *performance* adotado, foi o método do tempo ajustado de corrente constante, de acordo com a norma IEEE Std 1188-2005.
- O teste de *performance*, utiliza o método de tempo ajustado que produz resultados precisos para tempos de teste superiores a 1 hora, que é o caso em estudo.
- O teste pressupõe o dimensionamento da bateria de acordo com a norma IEEE Std 485.
- Os resultados obtidos, poderão ser utilizados para efeitos de comparação da capacidade obtida com a preconizada pelo fornecedor.

4.4.1.1. Descrição da Instalação

A alimentação dos serviços auxiliares de corrente alternada (SACA) do aproveitamento, está assegurada pela derivação dos grupos por dois transformadores 630 kVA, 6,35/0,4 kV. O barramento de 0,4 kV pode ser alimentado através da derivação dos grupos, a partir do barramento de produção 6,35 kV ou a partir da linha em média tensão a 30 kV. Para suprir qualquer falha eventual nestas alimentações, existe, ainda, dois grupos eletrogéneos de socorro, um da central de 900 kVA e outro da barragem de 550 kVA, ambos de entrada automática em funcionamento. Na Figura 46, a castanho, estão representados os SACA.

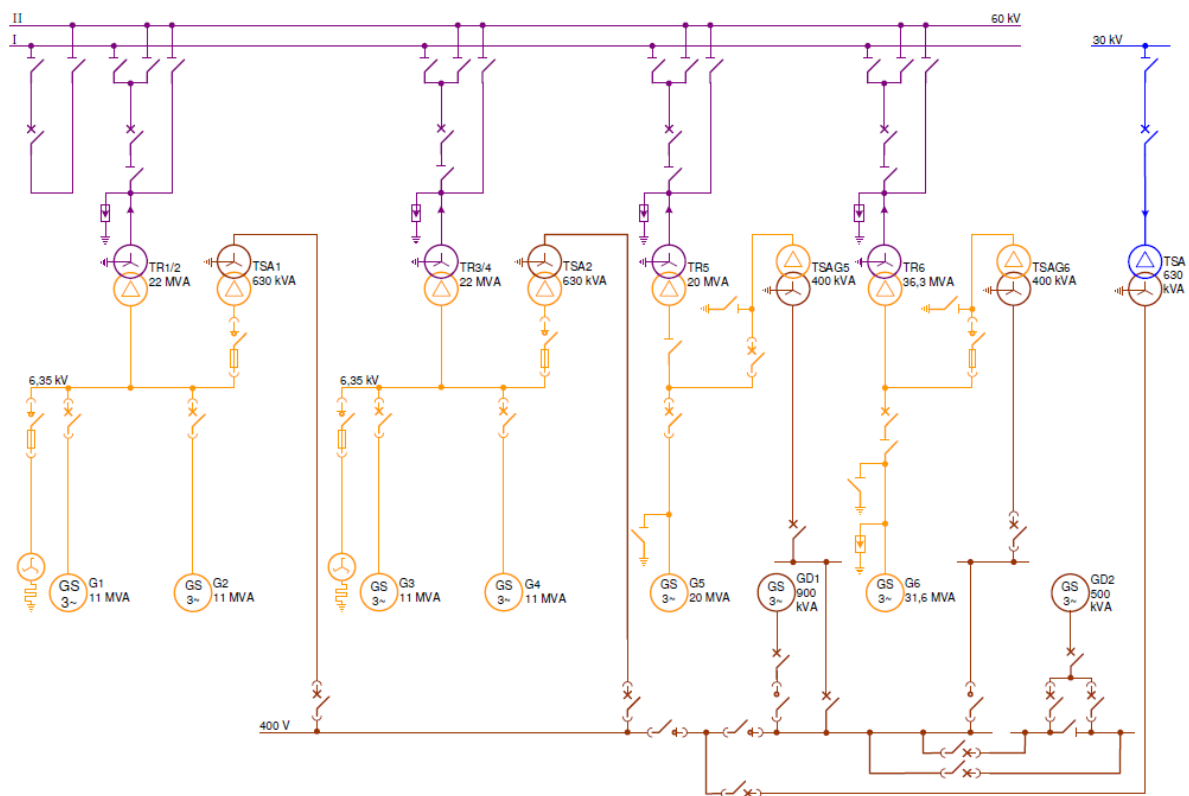


Figura 46-Esquema Unifilar da Central de Belver.

A rede geral de corrente contínua da central de 220 V, 110 V e 24 V, é repartida da seguinte forma:

- Três instalações de 110 V, destinadas à alimentação geral das instalações de comando e controlo dos grupos, comando dos serviços auxiliares de CA, subestação, barragem, iluminação de socorro, e de alguns equipamentos com funções de recurso/emergência, incluindo os retificadores;

- Uma instalação de 110V que serve exclusivamente a iluminação de socorro do aproveitamento. O sistema de alimentação DC, é constituído por dois carregadores, funcionando um em reserva do outro ou em paralelo, cada um está equipado com dois retificadores, de 60 A;
- Quatro instalações de 24 V, destinada a serviços gerais da central e dos grupos.
- Uma Instalação de 220 V, destinada à alimentação do ondulator (UPS), que serve:
 - Quadro geral dos serviços auxiliares;
 - Quadro geral da barragem e quadro parcial da barragem;
 - Quadro do ondulator;
 - Quadro de iluminação e tomadas, quadro de força motriz;
 - Os cabos de corrente alternada de 230 – 400 V;
 - Quadros de comando dos sistemas de esgoto e drenagem.

- A instalação de 110V do Grupo 5 é servida por 2 baterias, cada uma constituída por 9 elementos com 6 células cada, de fabrico EXIDE, tipo MARATHON M12V155FT, com uma capacidade de 2x155 Ah/10h.

4.4.1.2. Requisitos Pré-teste

Determinar a duração do teste

- Desconhece-se qual o ciclo de trabalho para o qual a bateria foi dimensionada.
- A duração determinada para o teste foi de 3h00m (180min).

Determinar a taxa de descarga

A Taxa de descarga determinada para o teste, através do manual do fabricante, foi a seguinte:

- 40,3 A, correspondente a um tempo de teste de 3h00.

Determinar a tensão mínima do teste

Tensão mínima do teste, está de acordo com a tensão mínima especificada para o funcionamento da instalação. Este valor engloba a tensão mínima definida pelo fabricante:

- 99,9 V (com 9 elementos de 6 células, que corresponde a 1,85 V por célula).

4.4.1.3. Teste de Performance (procedimento)

Condições Iniciais verificadas:

- Verificaram-se todas as ligações da bateria;
- Foram registadas, a corrente de flutuação da bateria e a tensão de flutuação de cada elemento antes do teste;
- Foi registada a temperatura do eletrólito dos elementos;
- Foi registada a tensão de flutuação aos terminais da bateria;

Nota: não foram registados os valores da resistência óhmica de cada célula.

Operações realizadas durante o teste

- Realização de leituras das correntes, tensões e temperaturas dos elementos da bateria.
- A medição da tensão individual de cada célula foi realizada entre os terminais da mesma polaridade de células adjacentes, de modo a incluir a queda de tensão das ligações entre células.
- Foram realizadas leituras de correntes e tensões, da carga, aos seguintes tempos (ver Anexo A.5):
 - Medida 1 – Início do teste;
 - Medidas 2, 3 e 4 – A cada hora subsequente;
 - Medida 5 – Fim do teste.

Foi verificada a existência de aquecimentos anormais, nas ligações entre células, para assegurar o funcionamento normal das baterias.

Teste de *Performance*

- As cargas aplicadas de forma a obter a taxa de descarga estabelecida, foram as seguintes:
 - Carga resistiva externa BTS 200 (Figura 47).



Figura 47-Ligação da carga resistiva BTS 200 à bateria.

- Foi instalada a instrumentação, adequada de forma a realizar as leituras necessárias;
- Desligou-se a bateria de 110 V da instalação;
- Ligaram-se as cargas definidas, e iniciou-se a contagem do tempo, mantendo a taxa de descarga selecionada;
- Realizou-se as leituras e registros das correntes da bateria;
- Realizou-se as leituras e registros da tensão de cada elemento e a tensão nos terminais da bateria;
- Deu-se o teste por terminado, quando foi atingida a tensão mínima. E então, registaram-se os tempos de início/fim.

4.4.1.4. Restabelecimento

- Desligou-se a carga BTS 200, propositadamente ligada para o teste;
- Ligou-se a bateria ao carregador, de forma a proceder ao seu carregamento e, conseqüentemente, à colocação em serviço;
- Verificou-se o comportamento do carregador e dos elementos da Bateria;
- Desligaram-se todos os equipamentos de teste.

4.4.1.5. Resultados

Generalidades

O teste, à bateria nº 1 teve o seu início efetivo pelas 10h35m e terminou cerca das 13h51m do dia 11/12/2019, o que perfaz uma duração real de 3h16m.

O teste, da forma que foi realizado, serviu não só para determinar a capacidade da bateria, mas também para verificar:

- A sua adequação às cargas da instalação;
- O bom funcionamento do carregador.

Taxa de descarga do teste de *performance*

A Taxa de descarga média obtida foi a seguinte:

- 40,3 A, durante todo o teste, cerca de 196 minutos.

Cálculo da Capacidade

A capacidade calculada, de acordo com a norma adotada para o teste, foi determinada de acordo com a seguinte fórmula (ver Anexo A.6) [16]:

$$C = \frac{t_A}{t_S \times K_T} \times 100 \quad (4.1)$$

Sendo:

C → % da Capacidade da bateria a 25 °C

t_A → tempo real do teste, para a tensão especificada

t_S → tempo nominal do teste, para a tensão especificada

K_T → fator de correção da temperatura inicial (Figura 48)

Initial temperature (°C)	Temperature correction factor K_T	Initial temperature (°C)	Temperature correction factor K_T	Initial temperature (°C)	Temperature correction factor K_T
5	0.684	22	0.966	30	1.045
10	0.790	23	0.977	31	1.054
15	0.873	24	0.986	32	1.063
16	0.888	25	1.000	33	1.072
17	0.902	26	1.006	34	1.081
18	0.916	27	1.015	35	1.090
19	0.929	28	1.025	40	1.134
20	0.942	29	1.036	45	1.177
21	0.954	—	—	—	—

NOTE—Manufacturers recommend that battery testing be performed between 18 °C and 32 °C. These values are average for all times between 1 h and 8 h. See Annex F for the Fahrenheit conversion for Table 1.

Figura 48- Fator de correção de temperatura recomendado [16].

Foi utilizado o fator de correção de temperatura definido pelo fabricante da bateria. Obteve-se uma capacidade (131,65 Ah) de 109,55% do valor nominal (120,9 Ah/3h @ 1,85 V/cel), o que significa que a bateria passou no teste realizado⁴ (ver Anexo A.6).

Para efeitos de cálculo de capacidade não se utilizou o resultado obtido no relatório do sistema de teste TDMS-BTS 200 (ver Anexo A.1), devido a quedas de tensão do equipamento, erros associados ao equipamento e ainda devido ao facto do equipamento BTS 200 não efetuar o cálculo com a correção de temperatura.

Constatações/Considerações

- Este teste teve como finalidade, verificar o estado da bateria colocada em serviço em 07/06/2019.
- De acordo com o fabricante da bateria, a tensão de flutuação por elemento para uma temperatura de 20°C, deverá ser de 13,74 V/elemento. O valor medido foi de 122,85 V, equivalente a 13,650 V/elemento, que está dentro do intervalo recomendado pelo fabricante (ver Anexo A.5).
- Verificou-se que o aspeto geral exterior da bateria é bom, tal como esperado.
- Verificou-se também um problema num dos módulos do carregador de baterias:

⁴ De acordo com a norma IEEE Std 450-2010, a prática recomendada é substituir a bateria se a sua capacidade estiver abaixo de 80% da classificação do fabricante. Após a conclusão de um teste de capacidade, o responsável deve rever os critérios de dimensionamento da bateria para determinar se a capacidade restante é suficiente para que a bateria execute a função pretendida. O momento da substituição é uma função dos critérios de dimensionamento utilizados e da margem de capacidade em comparação com os requisitos de carga disponíveis. Uma capacidade de 80% mostra que a taxa de deterioração da bateria está a aumentar significativamente mesmo que haja uma ampla capacidade para atender aos requisitos de carga. Outros fatores, como resultados insatisfatórios do teste de serviço da bateria, exigem a substituição da bateria. Por vezes opta-se por substituir de elementos danificados da bateria para a obtenção de um teste satisfatório de acordo com as normas.

- Um módulo retificador instalado na *rack* A3 com alarme de defeito na ventilação (Figura 49);



Figura 49-Defeito de ventilação no módulo retificador instalado na *rack* A3.

- O *Display* do carregador de baterias está danificado, não permitindo visualizar corretamente as letras, bem como a discriminação dos valores das respectivas grandezas elétricas.
 - Na última medição das tensões dos elementos (aos 196 minutos, i.e. 16 minutos após duração determinada para o teste (180 minutos)), os elementos 6,8 e 9 (ver Anexo A.5) encontravam-se com a tensão ligeiramente inferior à tensão mínima de teste, mas tendo em conta que se trata do fim do teste, não é algo significativo que comprometa o funcionamento das baterias e consequentemente da instalação, visto que, a temperatura dos elementos se encontra dentro da normalidade.

Recomendações

- Realizar manutenção ao retificador, dado que um defeito na ventilação repercutir-se-á, futuramente, em problemas no mesmo.
- Realizar manutenção ao *Display* do carregador.
- Recomenda-se novo teste de capacidade, dentro de 2 anos, de acordo com a norma IEEE Std 1188-2005.

4.4.2. Teste de Baterias da Central do Alqueva II

Esta secção pretende descrever o procedimento adotado para a realização de um teste de capacidade à Bateria 1, de 110 V da Central Hidroelétrica de Alqueva II.

- O teste foi realizado no dia 22/01/2020, entre as 9h20m e as 15h44m.
- O teste foi realizado recorrendo a um banco de resistências, ficando a bateria desligada do sistema de corrente contínua.
- O teste de performance adotado, foi o Método do tempo ajustado, de acordo com a norma IEEE Std 1188-2005.
- O teste de performance, utiliza o método do tempo ajustado que produz resultados precisos para tempos de teste superiores a 1 hora, que é o caso.
- O teste pressupõe o dimensionamento da bateria de acordo com a norma IEEE Std 485.

4.4.2.1. Descrição da Instalação

A alimentação dos serviços auxiliares de corrente alternada da central está assegurada pela derivação dos grupos por dois transformadores de 1000 kVA, 15/0,4 kV. Existe também uma alimentação proveniente de uma linha com um transformador de 1000 kVA, 30/0,4 kV. O barramento de 0,4 kV pode ser alimentado através da derivação dos grupos, a partir do barramento de 15 kV ou a partir da linha 30 kV. Para suprir qualquer falha eventual nestas alimentações, existe ainda um grupo eletrogéneo de 900 kVA de entrada automática em funcionamento. Na Figura 50, a castanho, estão representados os SACA.

- A central possui uma instalação em corrente contínua, a 110V.
- A rede geral de corrente contínua de 110 V, é alimentada por dois carregadores de baterias a funcionar em paralelo, aos quais ligam duas baterias de acumuladores, uma a cada um.
- O sistema de alimentação DC, é constituído por dois carregadores (CIB S 110V/6x20A C/PSM+LTS-DS c/ PSM de fabrico EFACEC).
- As baterias instaladas são de fabrico Powersafe, tipo 4 OPzV 200, com uma capacidade nominal de 215 Ah/10h cada, constituídas cada uma por 54 elementos.

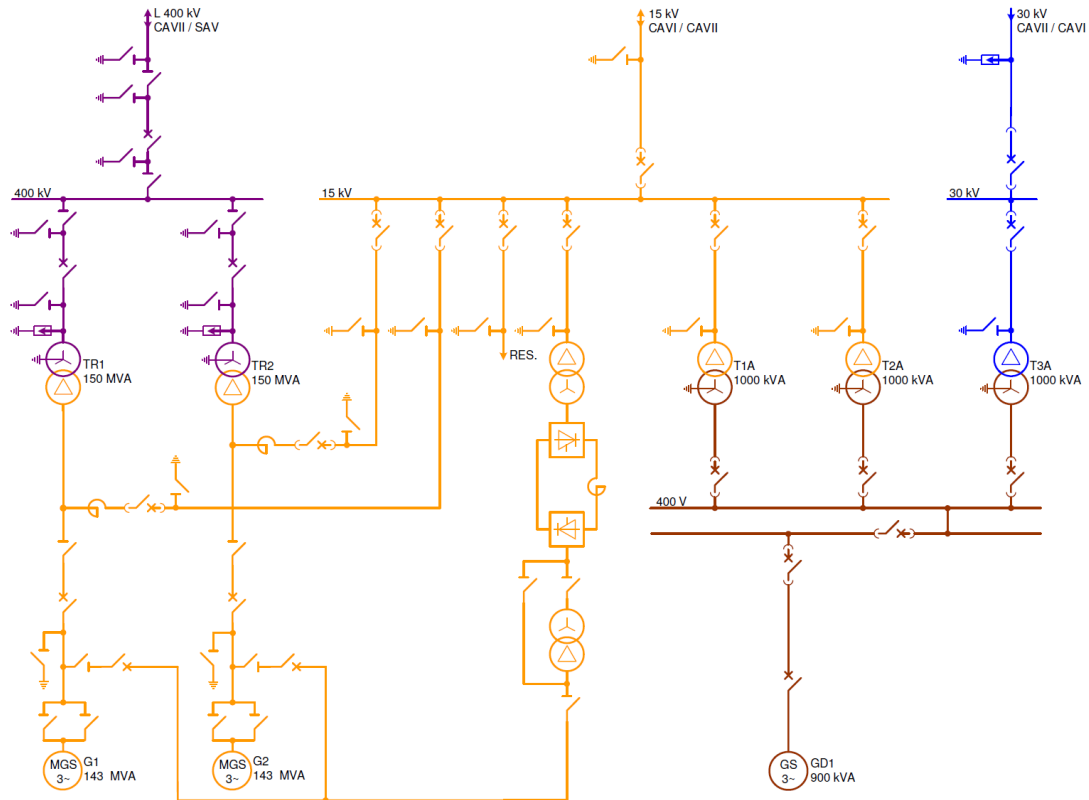


Figura 50- Esquema Unifilar da Central do Alqueva II.

4.4.2.2. Requisitos Pré-teste

Determinar a duração do teste

- A duração do teste foi definida de acordo com a especificação do “QT DAS BATERIAS DE 110VCC - QT 9.3.1”, que resultou num teste de 5 horas.
- Tomando a norma IEEE Std 485 como referência, verifica-se que o tempo mínimo de autonomia (ciclo de trabalho) pretendida para o sistema será de 4 horas.

Determinar a taxa de descarga

O banco de resistências simulou, aproximadamente, 50% dos valores das cargas aplicadas à bateria, em contexto real, não considerando, no entanto, as consequências decorrentes do funcionamento e arranque de motores.

A taxa de descarga determinada para o teste através do manual do fabricante, foi a seguinte:

- 38,3 A, correspondente a um tempo de teste de 5h00m.

Determinar a tensão mínima do teste

A tensão mínima do teste, está de acordo com a tensão mínima especificada para o funcionamento da instalação. Este valor engloba a tensão mínima definida pelo fabricante:

- 94,5 V (com 54 elementos, que corresponde a 1,75 V por elemento).

4.4.2.3. Teste de Performance (procedimento)**Condições Iniciais verificadas:**

- Verificaram-se todas as ligações da bateria;
- Foram registadas, a corrente de flutuação da bateria e a tensão de flutuação de cada elemento antes do teste.
- Foi registada a temperatura do eletrólito dos elementos.
- Foi registada a tensão de flutuação aos terminais da bateria.

Nota: não foram registados os valores da resistência óhmica de cada célula.

Operações realizadas durante o teste

- Realização de leituras das correntes, tensões e temperaturas, dos elementos da bateria.
- A medição da tensão individual de cada célula foi realizada entre os terminais da mesma polaridade de células adjacentes, de modo a incluir a queda de tensão das ligações entre células.
- Foram realizadas leituras de correntes e tensões, da carga, com períodos de amostragem de 1 hora, ao longo do teste.
- Foi verificada a existência de aquecimentos anormais (ver Anexo A.3), nas ligações entre células, para garantir que as temperaturas se encontram dentro da normalidade;

Teste de *Performance*

- As cargas aplicadas de forma a obter a taxa de descarga definida, foram as seguintes:
 - Banco de Resistências BTS 200

- Foi instalada a instrumentação, necessária de forma a realizar as leituras necessárias;
- Desligaram-se os carregadores da bateria de 110 V;
- Ligaram-se as cargas definidas, e iniciou-se a contagem do tempo, mantendo a taxa de descarga selecionada;
- Realizou-se as leituras e registos das correntes da bateria;
- Realizou-se as leituras e registos da tensão de cada célula e a tensão nos terminais da bateria;
- Deu-se o teste por terminado, quando foi atingida a tensão mínima. E então, registaram-se os tempos de início/fim.

4.4.2.4. Restabelecimento

- Ligaram-se os carregadores da bateria de 110 V, de forma a recarregar a bateria e colocá-la novamente em serviço;
- Desligou-se a carga BTS 200, propositadamente ligada para o teste;
- Verificou-se comportamento dos carregadores e dos elementos da Bateria;
- Desligaram-se todos os equipamentos de teste.

4.4.2.5. Resultados

Generalidades

O teste teve o seu início efetivo pelas 9h57m e terminou às 15h44m do dia 22/01/2020, o que perfaz uma duração efetiva de 5h47m.

O teste, da forma que foi realizado, serviu não só para determinar a capacidade da bateria, mas também para verificar o funcionamento dos carregadores de baterias.

Taxa de descarga do teste de *performance*

A taxa de descarga média obtida foi a seguinte:

- 38,3 A, durante todo o teste, cerca de 347 minutos.

Cálculo da Capacidade

A capacidade calculada, de acordo com a norma adotada para o teste, foi determinada de acordo com a seguinte fórmula (ver Anexo A.7):

$$C = \frac{t_A}{t_S \times K_T} \times 100 \quad (4.2)$$

Sendo:

C → % da Capacidade da bateria a 25 °C

t_A → tempo real do teste, para a tensão especificada

t_S → tempo nominal do teste, para a tensão especificada

K_T → fator de correção da temperatura inicial (Figura 48)

Foi utilizado o fator de correção de temperatura definido pelo fabricante da bateria. Obteve-se uma capacidade (221,50 Ah) de 113,62 % do valor nominal (191,5 Ah/5h @ 1,75 V/cel), o que indica que a bateria passou no teste realizado⁵ (ver Anexo A.7).

Para efeitos de cálculo de capacidade não se utilizou o resultado obtido do relatório do sistema de teste TDMS-BTS 200 (ver Anexo A.2), devido a quedas de tensão do equipamento, erros associados ao equipamento e devido ao facto do equipamento BTS 200 não efetuar o cálculo com a correção de temperatura.

Constatações/Considerações

- Genericamente, a bateria teve um desempenho normal durante o teste.
- Verifica-se que o aspeto geral da bateria é bastante bom.
- Ao final de 5 horas de teste verificou-se que o elemento nº 52 apresentava a tensão baixa (90,63% a baixo da tensão mínima por elemento).
- No final do teste, após 5 horas e 47 minutos de teste, verificou-se que o elemento nº 52 entrou em inversão de polaridade (-0,086 V) e os elementos nº 15, 26, 44 e 47 tinham tensão baixa, 1,688 V, 1,745 V, 1,680 V e 1,731 V, respetivamente.

⁵ De acordo com a norma IEEE Std 450-2010, a prática recomendada é substituir a bateria se a sua capacidade estiver abaixo de 80% da classificação do fabricante. Após a conclusão de um teste de capacidade, o responsável deve rever os critérios de dimensionamento da bateria para determinar se a capacidade restante é suficiente para que a bateria execute a função pretendida. O momento da substituição é uma função dos critérios de dimensionamento utilizados e da margem de capacidade em comparação com os requisitos de carga disponíveis. Uma capacidade de 80% mostra que a taxa de deterioração da bateria está a aumentar significativamente mesmo que haja uma ampla capacidade para atender aos requisitos de carga. Outros fatores, como resultados insatisfatórios do teste de serviço da bateria, exigem a substituição da bateria. Por vezes opta-se por substituir de elementos danificados da bateria para a obtenção de um teste satisfatório de acordo com as normas.

- Durante o teste, verificou-se que a temperatura média da bateria chegou aos 27°C, para uma temperatura ambiente final de 24°C, valor considerado normal (ver Anexo A.8).
- A temperatura do elemento 52 no final do teste, em inversão de polaridade, encontrava-se ligeiramente superior (32°C) à temperatura média dos restantes elementos (ver Anexos A.3 e A.8).
- Após realização do teste de capacidade, existiu alguma dificuldade em ligar os disjuntores de entrada e de saída dos módulos retificadores do carregador.
- De acordo com os valores das medições realizadas após o teste, verificou-se que a tensão dos elementos está fora do intervalo da tensão de flutuação (2,23-2,25V) e, com um desvio acentuado das tensões relativamente à média (ver Anexo A.8).

Recomendações

- Substituir o elemento nº 52, logo que possível.
- Realizar a verificação da operacionalidade dos disjuntores de entrada e de saída dos módulos retificadores.
- Tendo em conta as medições após o teste, recomenda-se a realização do procedimento de uma carga de equalização/reforço em modo manual, de acordo com o manual de fabricante, por forma a igualar as tensões de entre os elementos. Pois, caso contrário, os elementos com as tensões demasiado baixas poderão ficar descarregados e os elementos com as tensões elevadas poderão ficar danificados.
- Realizar novo teste de capacidade, dentro de 2 anos, de acordo com a norma IEEE Std 1188-2005.

Capítulo 5 - Projeto de Infraestruturas de Postos de Carregamento de Veículos Elétricos

O presente capítulo, foi elaborado no âmbito do projeto da instalação de carregadores de veículos elétricos nas seguintes centrais hidroelétricas: Agueira, Alqueva, Belver, Bouça, Cabril, Fratel, Raiva, Ribeiradio, bem como no parque de estacionamento do edifício sede da Direção de Produção Tejo-Mondego (DTM) em Castelo do Bode.

Sendo a mobilidade elétrica uma aposta de futuro, a EDP comprometeu-se a atingir uma frota automóvel 100% elétrica até 2030. Para o concretizar, é necessário dotar as centrais da DTM com infraestruturas adequadas ao carregamento de veículos elétricos.

De acordo com a proposta inicial, a obra é constituída por postos de carregamento de Veículos Elétricos, alimentados, na maioria, por quadros elétricos de distribuição dedicados. Os referidos quadros são alimentados a partir dos serviços auxiliares das centrais. A obra incluiu, para além dos quadros elétricos, murais para assentamento no pavimento, em situações em que tal seja necessário.

Os quadros elétricos deverão ter as características preconizadas nas condições técnicas. Existirá ainda, por parte de uma empresa externa, o fornecimento e montagem de disjuntores nos quadros de serviços auxiliares das centrais para alimentação dos quadros elétricos no âmbito deste fornecimento.

5.1. Projeto de Instalações Elétricas

Esta seção refere-se ao projeto de instalações elétricas, a realizar nas centrais hidroelétricas, descritas anteriormente. O dimensionamento das instalações elétricas obedece às prescrições estabelecidas nas RTIEBT (Regras Técnicas das Instalações Elétricas de Baixa Tensão), IEC-60364-5-52 (Instalações Elétricas de Baixa Tensão), bem como ao Guia Técnico das Instalações Elétricas para Alimentação de Veículos Elétricos da Direção Geral de Energia e Geologia.

5.1.1. Carregadores de veículos elétricos

Os carregadores a instalar nas centrais hidroelétricas (Ver Anexo B) são da marca austríaca Keba modelo P30 (Figura 51) série-b tipo 2 de 22kW. No caso particular da central hidroelétrica da Raiva será instalado um carregador Magnum Cap com duas tomadas de 22 kW cada.

Nas centrais Hidroelétricas de Alqueva, Belver, e Sede DTM, os carregadores da marca Keba serão instalados em pedestais de aço inox, dois por cada pedestal.



Figura 51-Carregador VE Keba P30.

5.1.1.1. Características dos carregadores

Tabela 5-Visão geral das variantes e opções dos carregadores.

Um diagrama técnico do carregador Keba P30. O dispositivo é mostrado em uma perspectiva tridimensional. O marcador [A] aponta para um pequeno LED verde na parte superior da face frontal. O marcador [B] aponta para a abertura circular da tomada de carregamento. O marcador [C] aponta para uma pequena porta lateral na base do dispositivo. O modelo 'TD-1609-001-c' é visível na base.	<p>Modelo básico com tomada (tipo 2)... [A]...LED de estado [B]...bucha padrão (variantes possíveis) [C]...cobertura da caixa</p> <p>Guardar ficha de carregamento/cabo de carregamento... Se não for realizado nenhum processo de carregamento, a ficha de carregamento pode ser ligada à zona de espera [B] para a sua conservação segura.</p>
---	--

	<p>Modelo básico com cabo de carregamento (tipo 1, tipo 2)... [A]...LED de estado [B]...zona de espera para ficha de carregamento [C]...cobertura da caixa [D]...suporte para o cabo de carregamento</p> <p>Guardar ficha de carregamento/cabo de carregamento... Se não for realizado nenhum processo de carregamento, a ficha de carregamento pode ser ligada à zona de espera [B] para a sua conservação segura. O cabo de carregamento pode ser guardado de forma enrolada no suporte [D].</p>
	<p>Equipamento Opcional (P30)</p> <p>Visor (Opção P30) O visor opcional <i>Punktmatrix</i> (1) pode exibir diferentes informações, conforme o estado operacional (p. ex., versão de <i>software</i>, versão do contador de energia). Em caso de inatividade, a luminosidade do visor é reduzida ou desligada após alguns minutos. A caixa do visor <i>Punktmatrix</i> acende e não é visível caso a indicação esteja desativada.</p>
	<p>Sensor RFID</p> <p>O sensor RFID [R] permite a autorização sem contato de um utilizador com cartões MIFARE ou etiquetas conforme ISO14443.</p>
	<p>Interruptor de chave</p> <p>O interruptor de chave [S] permite a autorização de um utilizador com uma chave.</p>

5.1.1.2. Diretivas sobre instalação

A estação de carregamento elétrica foi construída para ser usada no interior e no exterior. Por conseguinte, é necessário garantir as condições de instalação e a proteção

do equipamento no local de instalação. Logo, deverá ter-se em consideração as normas de instalação válidas internacionalmente (p. ex. IEC 60364-1 e IEC 60364-5-52) e cumprir as normas de instalação e regulamentos válidos nacionalmente.

5.1.1.3. Dados gerais dos carregadores

Nas tabelas seguintes encontram-se os dados dos carregadores⁶, referentes à instalação dos mesmos, bem como as condições ambientais a que podem estar sujeitos e interfaces possíveis de comunicação. A execução do projeto e a escolha do material respetivo deverá ter em consideração os dados provenientes das tabelas seguintes.

Tabela 6-Dados técnicos dos Carregadores.

Alimentação de cabos:	Superfície ou integrada
Secção transversal de ligação:	Secção transversal mínima (dependente do cabo ou do tipo de aplicação): - 5 x 2,5 mm ² (16A corrente nominal) - 5 x 6,0 mm ² (32A corrente nominal)
Terminais de alimentação:	Cabo de ligação: - fixo (mín.-máx): 0,2 – 16 mm ² - flexível (mín.-máx): 0,2 – 16 mm ² - AWG (mín.-máx): 24 – 6 - flexível (mín.-máx) com manga para terminais sem / com manga de plástico: 0,25 – 10 / 0,25 – 10 mm ²
Classe de temperatura terminais de alimentação:	105°C
Corrente nominal (valores de ligação configuráveis):	10A, 13A, 16A, 20A, 25A ou 32A trifásico ou monofásico
Tensão de rede (Europa):	230V 230/400V 3N~ (exceto e-series)
Frequência de rede:	50Hz / 60Hz
Forma de rede:	TT / TN / IT (apenas P30)
Categoria de sobretensão:	III conforme EN 60664
Corrente de resistência de curta duração:	< 10kA valor eficaz de acordo com EN 61439-1
Proteção (na instalação doméstica):	A proteção deve ocorrer dependendo da variante de tomada/cabo (ver a placa de características), de acordo com as diretivas válida a nível local.
Monitorização de corrente de falha CC (apenas P30):	FI / RDCMB ≤ 6mA DC (integrado na variante P30 correspondente)
Variante da tomada:	Bucha padrão tipo2: 32A / 400 V _{CA} conforme EN 62196-1 e VDE-AR-E 2623-2-2
Variantes do cabo: (classe ver a placa de características)	Cabo tipo1: até 32A / 230 V _{CA} conforme EN 62196-1 e SAE-J1772 Cabo tipo2: até 32A / 400 V _{CA} conforme EN 62196-1 e VDE-AR-E 2623-2-2
Classe de proteção:	I
Equipamento tipo de proteção IP:	IP54
Proteção contra o impacto mecânico:	IK08 (exceto fechadura cilíndrica)

⁶ Informações mais detalhadas encontram-se no manual de instalação *KeContact P20 / P30*.

Tabela 7-Interfaces dos carregadores.

Entrada de aprovação [X1]:	Entrada de aprovação para autorização externa: Cabo de ligação: - Secção transversal (mín.-máx): 0,08 – 4 mm ² - AWG (mín.-máx): 28 – 12
Contacto de comando de saída livre de potencial [X2]:	Baixa tensão de segurança <50V _{AC} 50/60Hz Limitação de corrente externa máx. 0,5A Cabo de ligação: - Secção transversal (mín.-máx): 0,08 – 4 mm ² - AWG (mín.-máx): 28 – 12
Ligação Ethernet2 (Debug) [X3]:	RJ45
Ligação Ethernet1 [X4]:	LSA+ terminais
Ligação USB [X5] (apenas P30):	Ficha USB do tipo A (máx. 500 mA)
RFID (opcional):	Cartões MIFARE ou etiquetas conforme ISO14443
Fechadura cilíndrica (opcional):	Semi-perfil do cilindro conforme as normas EN 1303 ou DIN 18252 Comprimento A=30mm (31mm)

Tabela 8-Condições ambientais relativas aos carregadores.

Gama de temperatura operacional com 16A:	-25°C a +50°C sem radiação solar direta
Gama de temperatura operacional com 32A:	-25°C a +40°C sem radiação solar direta
Comportamento da temperatura:	Nas gamas de temperatura operacional respetivamente especificadas, o equipamento coloca a corrente de carregamento à disposição contínua. Para uma maior disponibilidade de carregamento, o valor predefinido da corrente de carregamento é reduzido para 16A em caso de excesso de temperatura não permitido. Como consequência, o processo de carregamento também pode ser desativado. Após o arrefecimento, o valor predefinido da corrente de carregamento é aumentado novamente.
Gama da temperatura de armazenamento:	-25°C a +80°C
Velocidade de alteração da temperatura:	máx. 0,5°C /min
Humidade do ar relativa permitida:	5% até 95% não condensadora
Altitude geodésica:	máx. 2000 m acima do nível do mar

5.1.1.4. Carregadores por Central

A Tabela 9 mostra a quantidade de carregadores de veículos elétricos, o fabricante do carregador, a potência e a dimensão dos quadros de distribuição (ver Anexo C) que fornecem energia aos carregadores.

Tabela 9-Quantidade de carregadores por centrais, potência e dimensão dos quadros de distribuição.

Carregadores VE				
Centrais Hidroelétricas	Quantidade (un)	Marca/Fabricante	Potência (kW)	Dimensionamento do quadro de Distribuição
Aguieira	4	Keba	22	6x22
Alqueva	4	Keba	22	6x22
Belver	4	Keba	22	6x22
Bouça	2	Keba	22	4x22
Cabril	2	Keba	22	4x22
Castelo Bode-DTM	6	Keba	22	6x22
Fratel	4	Keba	22	6x22
Raiva	1*	Magum Cap	2x22	n/a
Ribeiradio	2	Keba	22	n/a
Total de Carregadores keba	28			
Total de Carregadores Magnum Cap	1*	*Com duas Tomadas de 22 kW		

5.1.2. Instalações Projetadas

De acordo com as necessidades de instalações de postos de carregamento, as instalações projetadas são as seguintes:

- Alimentações Gerais dos quadros de baixa tensão;
- Rede de distribuição de baixa tensão para os carregadores;
- Rede de comunicações para os carregadores da sede DTM em Castelo do Bode;
- Caminhos de cabos em aço galvanizado com tampa e respetivos acessórios de montagem.

5.1.3. Dimensionamento das Instalações Elétricas

As canalizações e respetivos cabos foram dimensionadas utilizando os métodos indicados no Regulamento de Segurança de Redes de Distribuição de Energia, e que respeitam as condições existentes no ponto 433.2 das RTIEBT.

$$I_s < I_n < I_z \text{ e } I_2 < 1,45 I_z \quad (5.1)$$

Em que:

I_n -Intensidade de corrente nominal do aparelho de proteção

I_s -Intensidade de corrente de serviço

I_z -Intensidade de corrente máxima admissível

I_2 -Intensidade de corrente convencional de fusão para os corta-circuitos fusíveis e é a intensidade convencional de funcionamento do aparelho de proteção, tipo disjuntor.

5.1.3.1. Cálculo da Secção Técnica

O dimensionamento da secção dos cabos (Anexo D) das respectivas instalações elétricas, foi efetuado de acordo com o método de cálculo da secção técnica, tipicamente usado no cálculo de instalações elétricas, no qual se obtém as secções mínimas, definidas a seguir [22] [23]:

- Aquecimento normal ou sobrecarga (S_I) - Prevê a proteção que interrompa as correntes de sobrecarga dos condutores dos circuitos antes que estas possam provocar aquecimentos prejudiciais ao isolamento, às ligações, às extremidades ou a elementos colocados nas proximidades das canalizações. Portanto, nesta condição verifica-se as intensidades de corrente admissíveis que cada cabo ou condutor pode suportar sem se deteriorar, quando inserido num circuito de alimentação de equipamentos ou instalações elétricas, com base em fatores de correção (fc) inerentes ao tipo de agrupamento dos cabos (em esteira vertical ou horizontal, com ou sem afastamento e disposição em triângulo), temperatura, e resistividade do solo.
- Queda de tensão (S_U) – É o valor expresso em tensão nominal da diferença de tensão que pode existir entre a origem da instalação e qualquer ponto de utilização. Se for estipulada uma queda de tensão máxima admissível de 5% (outros usos- Instalações alimentadas diretamente a partir de uma rede distribuição em baixa tensão) e se este valor for ultrapassado, para um dado comprimento de cabo e para a potência que queremos alimentar, terá de se escolher uma secção adequada a obtermos um valor.
- Sobreaquecimento ou curto circuito ($S_{I_{cc}}$) – Na situação de curto-circuito os condutores são percorridos por corrente (I_{cc}) de valor muito superior àquelas para os quais estão dimensionados em regime permanente (I_s). No entanto, a existência de dispositivos de proteção adequados que cortam os circuitos em algumas frações de segundo, limitam a temperatura máxima a atingir no condutor. Com base nisto, obtém-se a secção mínima que satisfaça a condição de curto-circuito.

Formulário utilizado no método de cálculo da secção técnica

$$\text{Cálculo da corrente de serviço} \rightarrow I_s = \frac{S}{\sqrt{3} \times 400} \quad (5.2)$$

$$f_{ct} = \prod_{i=1}^n f_{ci} = f_{c1} \times f_{c2} \times f_{c3} \quad (5.3)$$

f_{c1}, f_{c2} e $f_{c3} \rightarrow$ são os coeficientes ou fatores de correção. Estes valores estão tabelados e dependem das condições definidas para a instalação.

$$\text{Verificação da condição de aquecimento} \rightarrow S_i \rightarrow \begin{cases} I_s \leq I_n \leq I_z & (A) \\ I_2 \leq 1,45 \times I_z & (A) \end{cases} \quad (5.4)$$

$$I'_z = \left(\prod_{i=1}^n f_{ci} \right) \times I_z \quad (5.5)$$

$$I_z: \frac{I_n}{\prod_{i=1}^n f_{ci}} \quad (5.6)$$

$$\text{Verificação da condição de Queda de Tensão} \rightarrow S_u \rightarrow Z^{tab}_{cabo} \leq Z^{max}$$

$$Z^{max} = \frac{\Delta U^{max}}{\sqrt{3} \times I_s \times L} \quad (5.7)$$

$$\Delta U^{max} = \frac{\varepsilon}{100\%} U_{nc} \quad (5.8)$$

$$\text{Verificação da condição de aquecimento} \rightarrow S_{icc} \rightarrow S^{tab}_{cabo} \geq S^{min}$$

$$S^{min} = \frac{I_{cc}^{th} \times \sqrt{t}}{J} \quad (5.9)$$

$J(\text{Material Isolante}, T_{func}^\circ) \rightarrow$ valor tabelado

$I_{cc}^{th} \rightarrow$ valor tabelado

Determinadas as secções mínimas que satisfazem as diferentes condições técnicas que a instalação deve suportar, obtém-se a secção técnica (S_T) da canalização bem como a proteção mais adequada contra sobreintensidades.

$$\text{Secção Técnica} \rightarrow S_T = \max(S_I; S_U; S_{I_{cc}}) = \text{valor normalizado (mm}^2\text{)}$$

Os cálculos efetuados conduziram aos valores mínimos apresentados no Anexo D.

5.1.3.2. Cálculo da Secção Económica

Com base nas secções dos cabos (Tabela 10) obtidas pelo método de cálculo da secção técnica, bem como das medições efetuadas nas respetivas centrais e mediante a quantidade de cabos necessários para as instalações, obteve-se o comprimento total dos cabos.

O cálculo da secção económica (ver Anexo E) consistiu, com base nos comprimentos dos cabos e com o preço dos mesmos, alterar a secção dos cabos em algumas centrais por forma a obter a melhor relação entre o preço dos cabos a encomendar e a respetiva secção, cumprindo, obviamente, a secção técnica. Tendo em conta a existência de cabos em *stock* no armazém da DTM foi possível utilizar esses mesmos cabos para efetuar as instalações nas centrais listadas na Tabela 10.

Tabela 10- Secção dos cabos, quantidade, comprimentos e orçamento proveniente do pedido de cotação à Policabos.

Central	Secção (mm ²)	Q (un)	L (m)	L_Total(m)	Preço (€/m)	
Aguieira	Alimentação	Stock 1x185	3	250	825	0,00 €
	Distribuição	5G16	4	50	220	1 305,19 €
	Neutro	1x95	1	250	275	1 743,78 €
	Terra	1G95	1	40	44	279,00 €
Cabril	Alimentação	1x95	3	50	165	1 046,27 €
	Distribuição	5G16	2	58	127,6	757,01 €
	Neutro	1x50	1	50	55	191,21 €
	Terra	1G95	1	10	11	69,75 €
Fratel	Alimentação	Stock 1x150	3	12	39,6	0,00 €
	Distribuição	3x25+2G16	4	126	554,4	4 857,34 €
	Neutro	1x95	1	12	13,2	83,70 €
	Terra	1G95	1	10	11	69,75 €
Belver	Alimentação	Stock 1x185	3	110	363	0,00 €
	Distribuição	5G16	4	50	220	1 305,19 €
	Neutro	1x95	1	110	121	767,26 €
	Terra	1G95	1	70	77	488,26 €
DTM-Castelo Bode	Alimentação	Stock 1x185	3	25	82,5	0,00 €
	Distribuição	3x25+2G16	6	105	693	6 071,68 €
	Neutro	1x95	1	25	27,5	174,38 €
	Terra	1G95	1	15	16,5	104,63 €
Bouçã	Alimentação	1x95	3	75	247,5	1 569,40 €
	Distribuição	5G16	2	12	26,4	156,62 €
	Neutro	1x50	1	75	82,5	286,81 €
	Terra	1G95	1	20	22	139,50 €
Alqueva	Alimentação	1x120	3	175	577,5	7 977,56 €
	Distribuição	5G16	4	40	176	1 044,15 €
	Neutro	1x70	1	175	192,5	923,42 €
	Terra	1G95	1	4	4,4	27,90 €
Raiva	Alimentação					0,00 €
	Distribuição	5G16	2	65	143	848,37 €
	Neutro					0,00 €
	Terra					0,00 €
Ribeiradio	Alimentação					0,00 €
	Distribuição	5G16	2	40	88	522,08 €
	Neutro					0,00 €
	Terra					0,00 €

Na Tabela 11 apresenta-se o cálculo obtido para o comprimento total dos cabos e o preço dos mesmos. Apresenta-se ainda, o custo total de aquisição dos cabos para ser possível efetuar as instalações nas várias centrais hidroelétricas.

Tabela 11- Comprimento total dos vários cabos necessários para comprar.

				L_Total (m)	Preço (€)
Alimentação	Fase	Cabo	1x185	0	0,00 €
		Cabo	1x150	0	0,00 €
		Cabo	1x120	577,5	7 977,56 €
		Cabo	1x95	412,5	2 615,67 €
	Neutro	Cabo	1x50	137,5	478,01 €
		Cabo	1x70	192,5	923,42 €
		Cabo	1x95	436,7	2 769,12 €
	Terra	Cabo	1G50	0	0,00 €
		Cabo	1G70	0	0,00 €
		Cabo	1G95	185,9	1 178,79 €
Cabos de Distribuição	Cabo	5G16	1001	5 938,61 €	
	Cabo	3x25+2G16	1247,4	10 929,02 €	
	Cabo	3x35+2G16	0	0,00 €	
	Cabo	3x50+2G25	0	0,00 €	
	Cabo	3x70+2G35	0	0,00 €	
Cabo de Terra das Estruturas	Cabo 1G16		100	101,95 €	
				Preço total	32 912,16 €

5.2. Projeto e Instalações nas Centrais Hidroelétricas

Esta secção é referente à instalação efetuada em cada central hidroelétrica. Para tal, é realizada uma descrição da respetiva instalação, bem como dos materiais necessários para a execução da mesma.

As especificações completas dos condutores, caminhos de cabos, acessórios e outros materiais necessários para a execução do projeto encontram-se, juntamente com as respetivas quantidades, na memória descritiva em *Excel* (ver Anexo F).

5.2.1. Quadros de Serviços Auxiliares

Nos quadros de serviços auxiliares existentes nas centrais do Cabril, Fratel, Agueira e na Sede DTM, deverão ser previstas saídas equipados com um disjuntor magnetotérmico tetrapolar de 400 A apto para o seccionamento.

Nas centrais de Ribeiradio e Raiva, a alimentação dos carregadores será realizada diretamente a partir dos quadros de serviços auxiliares, através de saídas que irão ser

equipadas com disjuntor magnetotérmico e interruptor diferencial. Logo, o quadro de serviços auxiliares de ambas as centrais irá ser equipado com dois disjuntores magnetotérmicos aptos para o seccionamento e com as seguintes características:

- Tensão Nominal de Operação 400/690 V AC;
- Tensão Operacional: Máximo de 230/400 V AC, Mínimo de 12 V AC;
- Número de pólos: 4 (tetrapolar);
- Corrente estipulada (I_n)=40 A;
- Poder de corte estipulado= 36 kA;
- Curva do Tipo C (Normas IEC 60898 e 60947).

Ambas as centrais serão, também, equipadas com dois Interruptores Diferenciais DDA204A-40/0,3 tetrapolar (4p) com as seguintes características:

- Número de pólos: 4 (tetrapolar);
- Corrente estipulada (I_n) = 40 A;
- Corrente residual-diferencial estipulada ($I_{\Delta n}$) = 300 mA;
- Tipo A de corrente residual (Normas EN 61008, EN 61009 ou EN 60947-2).

Nas centrais de Belver, Bouça e Alqueva, a alimentação dos quadros de distribuição irá ser realizada por disjuntores e interruptores-seccionadores existentes nas centrais.

- Em Belver a alimentação será efetuada a partir de um Disjuntor Magnetotérmico apto para seccionamento ABB S6S 630 PR211/ $I_n = 630$ A tetrapolar (4p) F F.
- Em Bouça a alimentação será proveniente de um Disjuntor Magnetotérmico apto para seccionamento ABB T4N 320 PR221DS-LS/I $I_n = 320$ A tetrapolar (4p) F F.
- Em Alqueva a alimentação será realizada pelo Interruptor-Seccionador Fusível Socomec AC23A 400 A tetrapolar (4p).

5.2.2. Quadros de Distribuição

Os quadros de distribuição, serão instalados nas centrais da Aguieira, Alqueva, Belver, Bouça, Cabril, Fratel e na Sede da DTM em Castelo do Bode.

Nas centrais da Aguieira, Alqueva, Belver, Fratel e na Sede da DTM em Castelo do bode, os quadros de distribuição possuem dois barramentos de distribuição, com capacidade para alimentar 6 saídas de 22 kW, cada. Consequentemente, os quadros vêm já equipados com 6 saídas, estando também preparados para futura instalação de mais 6 saídas. Nas centrais da Bouça e do Cabril os quadros de distribuição têm capacidade para alimentar 6 saídas de 22 kW, estando equipados com 4 saídas e tendo possibilidade de instalação de mais 2 saídas.

Independentemente da dimensão dos quadros (ver Anexo C), os mesmos possuem as seguintes características:

- Armário para aplicação no exterior da Rittal:
 - Tipo: CS Outdoor
 - Material: Alumínio AIMg3
 - Pintura: Rall 7035
 - IP: 55 (NEMA 3R)
- Interruptor-Seccionador de entrada da ABB:
 - Gama XT3D
 - 4 Polos
 - 250 A
 - Kit para removível
 - Bobine de disparo
- Saídas equipadas de 40 A ABB:
 - Interruptor diferencial tipo F204AC 63A 300 mA
 - Disjuntor tipo S804N-C40
- Descarregador de sobretensões tipo 1+2, 3+N da Phoenix Contact
- Bornes da Phoenix Contact

5.2.3. Central da Aguieira

Apesar das abordagens da instalação para as outras centrais hidroelétricas ser semelhante à da Aguieira, é importante apresentar para cada uma delas todo o processo, apesar do texto se tornar um pouco repetitivo.

5.2.3.1. Descrição da Instalação

- 1) Os cabos de alimentação provêm do quadro de serviços auxiliares (P11) apresentado nas figuras seguintes, no qual houve intervenção para efetuar a instalação do disjuntor e consequente ligação aos barramentos de reserva.



Figura 52-Ligação aos barramentos de reserva.



Figura 53-Disjuntor apto ao seccionamento ABB T5N 400 TMA 400-4000 tetrapolar (4p).



Figura 54-Painel de reserva P11 com o disjuntor respetivo.

- 2) À saída do Disjuntor, os cabos monopolares de alimentação e de neutro, iniciam o percurso pela caleira existente junto ao painel, já com cabos de outros circuitos da central.
- 3) Após isso seguem por um caminho de cabos existente na galeria de barras da central, passando pela sala do grupo Diesel.
- 4) Depois do grupo Diesel, os cabos, entram na galeria com caminho de cabos já existente, onde daí iniciam um percurso ascendente por um caminho de cabos até à entrada na casa das máquinas (Figura 55).



Figura 55-Entrada dos cabos para a casa das máquinas.

- 5) Para a entrada na casa das máquinas terá de ser feito um carote. À entrada da casa das máquinas (Figura 56), é instalado o caminho de cabos (5 m) verticalmente para passar os cabos até à saída da mesma.



Figura 56-Entrada dos cabos no interior da casa das máquinas.

- 6) À saída casa das máquinas (Figura 57), é realizada a instalação do caminho de cabos horizontalmente com os respectivos suportes horizontais, aproximadamente 37 m , até ao gabinete do vigilante (Figura 58), onde saem os cabos para o exterior.

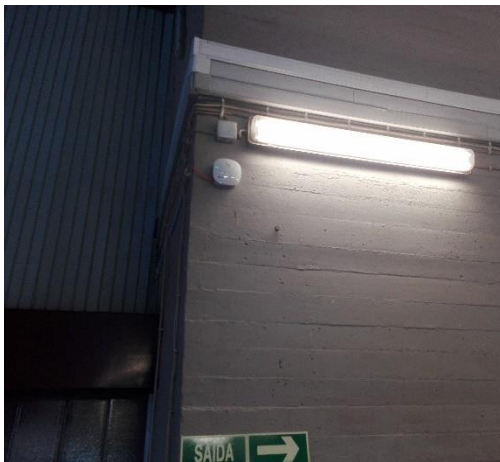


Figura 57-Saída dos cabos da casa das máquinas para o corredor de saída, onde são instalados em caminho de cabos horizontal por cima das calhas existentes até ao gabinete do vigilante.



Figura 58-Saída dos cabos para o exterior, por cima do gabinete do vigilante e das calhas existentes.

- 7) No exterior os cabos de alimentação são instalados, em caminho de cabos vertical, aproximadamente 27 m , aplicado na parede de betão do exterior até ao quadro de distribuição dos veículos elétricos. Os cabos de distribuição entram por baixo da alvenaria de tijolo que sustenta o quadro de distribuição.
- 8) Do quadro de distribuição, os cabos de distribuição multipolares são distribuídos, também em caminho de cabos disposto verticalmente, até aos quatro postos de carregamento, agrupados dois a dois (ver Anexo G.1).

5.2.3.2. Canalizações Elétricas

Na central hidroelétrica da Aguieira serão usados os seguintes cabos (ver Anexo C.1) (quantidade e comprimento apresentados na Tabela 10):

- Cabos de Alimentação: Os cabos de alimentação serão provenientes do quadro de serviços auxiliares (painel de reserva P11) e fornecem energia elétrica ao quadro de distribuição dos carregadores de veículos elétricos.

A alimentação do quadro de distribuição é realizada por três cabos monopolares, flexíveis, isentos de halogéneos, ignífugos, com secção de $1 \times 185 \text{ mm}^2$ do tipo XRZ1-K.

- Cabo de Neutro da Alimentação: O cabo de neutro da alimentação provém do quadro dos serviços auxiliares, e será do tipo monopolar, flexível, isento de halogéneos, ignífugo, com secção de $1 \times 95 \text{ mm}^2$ do tipo RZ1-K.
- Cabo de Terra do Quadro de Serviços Auxiliares: O cabo de terra do quadro de serviços auxiliares será do tipo monopolar, flexível, isento de halogéneos, ignífugo, com secção de $1 \times 95 \text{ mm}^2$ do tipo RZ1-K.
- Cabos de Distribuição: Os cabos de distribuição alimentam os carregadores de veículos elétricos a partir do quadro de distribuição.

A alimentação dos carregadores é realizada por quatro cabos multipolares, rígidos, isentos de halogéneos, ignífugos, com secção $5 \times 16 \text{ mm}^2$ do tipo RZ1-K.

- Cabo de terra das estruturas metálicas: O cabo tem o propósito de efetuar a ligação à terra das estruturas metálicas das infraestruturas de carregamento elétrico. O cabo é flexível monocondutor com secção $1 \times 16 \text{ mm}^2$ do tipo H07V-K.

5.2.4. Central do Alqueva

5.2.4.1. Descrição da Instalação

- 1) Os cabos de alimentação têm origem no quadro de serviços auxiliares situado na cota 73 (+QCA17) (Figura 59) cujo órgão de corte é um interruptor-seccionador fusível de 400 A (Figura 60) e consequente ligação aos barramentos de reserva.



Figura 59-Quadro de Serviços Auxiliares +QCA17.

Figura 60- Interruptor-Sectionador Fusível Socomec AC23A 400A tetrapolar (4p).

- 2) À saída do disjuntor, os cabos monopolares de alimentação e de neutro, iniciam o percurso pela caleira existente junto ao painel, já com cabos de outros circuitos da central.
- 3) Os cabos descem até à cota 68 e seguem por um caminho de cabos já existente, percorrendo cerca de 105 metros até à subida vertical junto à tubagem das bombas do poço de drenagem da central até à cota 91.

- 4) Na subida vertical entre a cota 73 e a cota 91, os cabos serão suportados/fixos através mangas de tração de suporte, a colocar entre os pisos.
- 5) Na cota 91 é necessário fazer a montagem de um novo caminho de cabos (cerca de 48 m), dado que o existente está totalmente preenchido. Os cabos percorrem a galeria à cota 91, até chegarem ao edifício da restituição.
- 6) A passagem dos cabos do edifício da restituição, para o quadro de distribuição a instalar no exterior, será através de carotes a realizar.
- 7) No exterior da restituição a montagem do quadro de distribuição dos veículos elétricos, vai ser efetuada na parede do lado direito da porta.
- 8) Os cabos saem pela caleira onde estão instaladas as tubagens dos servomotores da restituição, sendo necessário fazer a montagem do caminho de cabos (cerca de 20 metros).
- 9) É necessário fazer uma abertura de caleira tanto no estacionamento esquerdo, como do direito com cerca de 21 metros e montagem de esteira nova.
- 10) Os cabos de distribuição entram por baixo da alvenaria de tijolo que sustenta o quadro de distribuição.
- 11) Os carregadores são instalados dois a dois por pedestal (Ver Anexo G.2).

5.2.4.2. Canalizações Elétricas

Na central hidroelétrica do Alqueva serão usados os seguintes cabos (ver Anexo C.2) (quantidade e comprimento representados na Tabela 10):

- **Cabos de Alimentação:** Os cabos de alimentação serão provenientes do quadro de serviços auxiliares e fornecem energia elétrica ao quadro de distribuição dos carregadores de veículos elétricos.

A alimentação do quadro de distribuição é realizada por três cabos monopolares, flexíveis, isentos de halogéneos, ignífugos, com secção de $1 \times 120 \text{ mm}^2$ do tipo RZ1-K.

- **Cabo de Neutro da Alimentação:** O cabo de neutro da alimentação provém do quadro dos serviços auxiliares, e será do tipo monopolar, flexível, isento de halogéneos, ignífugo, com secção de $1 \times 70 \text{ mm}^2$ do tipo RZ1-K.
- **Cabo de Terra do Quadro de Serviços Auxiliares:** O cabo de terra do quadro de serviços auxiliares será do tipo monopolar, flexível, isento de halogéneos, ignífugo, com secção de $1 \text{G}95 \text{ mm}^2$ do tipo RZ1-K.

- Cabos de Distribuição: Os cabos de distribuição alimentam os carregadores de veículos elétricos a partir do quadro de distribuição.

A alimentação dos carregadores é realizada por quatro cabos multipolares, rígidos, isentos de halogéneos, ignífugos, com secção $5G16 \text{ mm}^2$ do tipo RZ1-K.

- Cabo de terra das estruturas metálicas: O cabo tem o propósito de efetuar a ligação à terra de estruturas metálicas das infraestruturas de carregamento elétrico (ex. Pedestal para colocação de carregadores). O cabo é flexível monocondutor com secção $1G16 \text{ mm}^2$ do tipo H07V-K.

5.2.5. Central de Belver

5.2.5.1. Descrição da Instalação

- 1) Os cabos de alimentação têm origem no disjuntor (Figura 61) do quadro de alimentação de recurso do transformador de serviços auxiliares (TSA1).



Figura 61- Disjuntor Magnetotérmico apto para seccionamento ABB S6S 630 PR211/ $I_n = 630 \text{ A}$ tetrapolar (4p) F F.

- 2) Os cabos monopolares de alimentação, após saída do disjuntor, iniciam o percurso pelo caminho de cabos horizontal que passa por cima das celas dos transformadores dos serviços auxiliares, até à zona onde se encontra o grupo Diesel à entrada da central, aproximadamente 50 m .

- 3) Posteriormente, os cabos serão instalados junto à parede exterior (parede do lado esquerdo aquando de frente para o gabinete do segurança), a partir da qual, se abrirá um carote para o exterior.
- 4) No piso exterior, procede-se à abertura de um carote, onde os cabos serão instalados em caminho de cabos horizontal suspenso pelo pendural e respetivo suporte horizontal, por baixo do piso de betão a jusante da central hidroelétrica até à caixa da caleira existente (ver Anexo G.3), aproximadamente 30 m.
- 5) A partir da caixa, os cabos são instalados na caleira existente até ao quadro de distribuição dos veículos elétricos no parque de estacionamento (aproximadamente 24 m).
- 6) Do quadro de distribuição, os cabos de distribuição multipolares são distribuídos, também por caleira, até aos quatro postos de carregamento, agrupados dois a dois por pedestal (Anexo G.3).

5.2.5.2. Canalizações Elétricas

Na central hidroelétrica de Belver serão usados os seguintes cabos (ver Anexo C.3) (quantidade e comprimento representados na Tabela 10):

- Cabos de Alimentação: Os cabos de alimentação serão provenientes do quadro de serviços auxiliares e fornecem energia elétrica ao quadro de distribuição dos carregadores de veículos elétricos.

A alimentação do quadro de distribuição é realizada por três cabos monopolares, flexíveis, isentos de halogéneos, ignífugos, com secção de $1 \times 185 \text{ mm}^2$ do tipo XRZ1-K.

- Cabo de Neutro da Alimentação: O cabo de neutro da alimentação provém do quadro dos serviços auxiliares, e será do tipo monopolar, flexível, isento de halogéneos, ignífugo, com secção de $1 \times 95 \text{ mm}^2$ do tipo RZ1-K.
- Cabo de Terra do Quadro de Serviços Auxiliares: O cabo de terra do quadro de serviços auxiliares será do tipo monopolar, flexível, isento de halogéneos, ignífugo, com secção de $1 \times 95 \text{ mm}^2$ do tipo RZ1-K.
- Cabos de Distribuição: Os cabos de distribuição alimentam os carregadores de veículos elétricos a partir do quadro de distribuição.

A alimentação dos carregadores é realizada por quatro cabos multipolares, rígidos, isentos de halogéneos, ignífugos, com secção $5 \times 16 \text{ mm}^2$ do tipo RZ1-K.

- Cabo de terra das estruturas metálicas: O cabo tem o propósito de efetuar a ligação à terra das estruturas metálicas das infraestruturas de carregamento elétrico (ex. Pedestal para colocação de carregadores). O cabo é flexível monocondutor com secção $1G16 \text{ mm}^2$ do tipo H07V-K.

5.2.6. Central da Bouça

5.2.6.1. Descrição da Instalação

- 1) Os cabos de alimentação terão origem no disjuntor magnetotérmico apto ao seccionamento do quadro de serviços auxiliares Q123 (Figura 62).



Figura 62- Disjuntor Magnetotérmico apto para seccionamento ABB T4N 320 PR221DS-LS/I $I_n = 320 \text{ A}$ tetrapolar (4p) F F.

- 2) Os cabos de alimentação monopolares e neutro, à saída do disjuntor, iniciam um percurso ascendente para o piso superior, a partir do qual, são instalados no caminho

de cabos existente, juntamente com outros circuitos da central, na galeria de cabos com um comprimento, aproximadamente, de 30 m .

- 3) Posteriormente, os cabos efetuam um percurso ascendente (11 m) até à cota onde serão instalados os carregadores e o respetivo quadro de distribuição dos veículos elétricos.
- 4) Seguidamente os cabos, de acordo com o Anexo G.4, seguem o troço até à caixa da caleira, partir da qual iniciam o percurso para uma segunda caixa existente, e dessa seguem em tubagem para uma caixa a instalar junto ao quadro de distribuição dos veículos elétricos.
- 5) A partir desta última caixa, efetua-se a derivação dos cabos até ao quadro de distribuição e deste para o pedestal com dois carregadores.

5.2.6.2. Canalizações Elétricas

Na central hidroelétrica da Bouçã serão usados os seguintes cabos (ver Anexo C.4) (quantidade e comprimento representados na Tabela 10):

- Cabos de Alimentação: Os cabos de alimentação serão provenientes do quadro de serviços auxiliares e fornecem energia elétrica ao quadro de distribuição dos carregadores de veículos elétricos.

A alimentação do quadro de distribuição é realizada por três cabos monopulares, flexíveis, isentos de halogéneos, ignífugos, com secção de $1 \times 95 \text{ mm}^2$ do tipo RZ1-K.

- Cabo de Neutro da Alimentação: O cabo de neutro da alimentação provém do quadro dos serviços auxiliares, e será do tipo monopolar, flexível, isento de halogéneos, ignífugo, com secção de $1 \times 50 \text{ mm}^2$ do tipo RZ1-K.
- Cabo de Terra do Quadro de Serviços Auxiliares: O cabo de terra do quadro de serviços auxiliares será do tipo monopolar, flexível, isento de halogéneos, ignífugo, com secção de $1 \times 95 \text{ mm}^2$ do tipo RZ1-K.
- Cabos de Distribuição: Os cabos de distribuição alimentam os carregadores de veículos elétricos a partir do quadro de distribuição.

A alimentação dos carregadores é realizada por dois cabos multipolares, rígidos, isentos de halogéneos, ignífugos, com secção $5 \times 16 \text{ mm}^2$ do tipo RZ1-K.

- Cabo de terra das estruturas metálicas: O cabo tem o propósito de efetuar a ligação à terra das estruturas metálicas das infraestruturas de carregamento elétrico (ex.

Pedestal para colocação de carregadores). O cabo é flexível monocondutor com secção $1G16 \text{ mm}^2$ do tipo H07V-K.

5.2.7. Central do Cabril

5.2.7.1. Descrição da Instalação

- 1) Os cabos de alimentação provêm do disjuntor instalado no quadro geral da central exterior alimentado pelo transformador TS4.
- 2) Os cabos de alimentação monopares e neutro, após saída do disjuntor, iniciam um percurso ascendente (3 m) para o piso superior, a partir do qual são instalados no caminho de cabos horizontal existente, juntamente com outros circuitos da central.
- 3) Após o caminho de cabos horizontal, os cabos iniciam um percurso ascendente, por um caminho de cabos existente, até à sala de tele informações onde será instalado o quadro de distribuição dos veículos elétricos.
- 4) Os cabos de distribuição provenientes do quadro de distribuição seguem para o exterior de acordo com o Anexo G.5.
- 5) No exterior os cabos são instalados em tubos no interior da caleira até aos dois carregadores instalados na parede (aproximadamente 30 m).

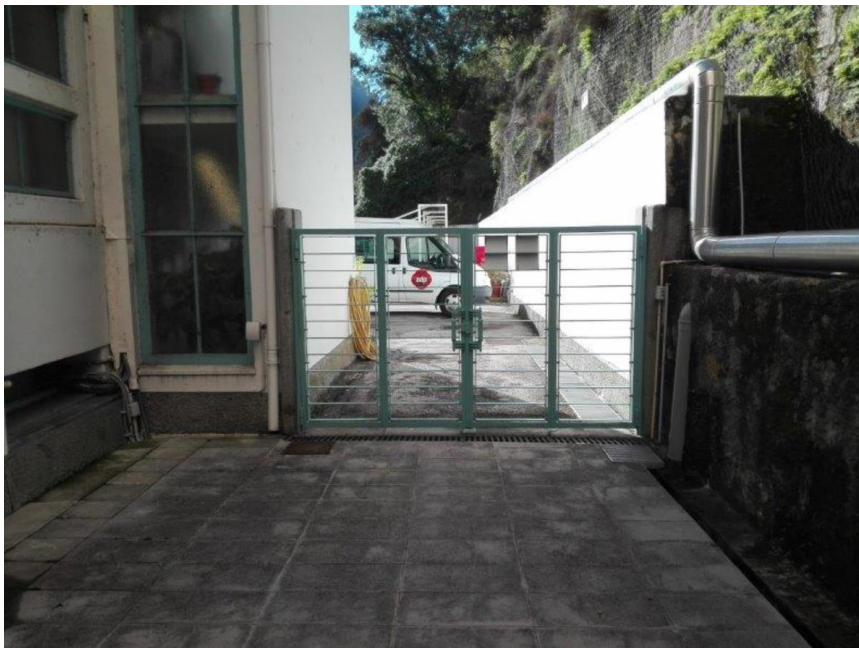


Figura 63-Local de saída dos cabos para o exterior.



Figura 64-Local de instalação dos carregadores na parede.

5.2.7.2. Canalizações Elétricas

Na central hidroelétrica do Cabril serão usados os seguintes cabos (ver Anexo C.5) (quantidade e comprimento representados Tabela 10):

- Cabos de Alimentação: Os cabos de alimentação serão provenientes do quadro de serviços auxiliares e fornecem energia elétrica ao quadro de distribuição dos carregadores de veículos elétricos.

A alimentação do quadro de distribuição é realizada por três cabos monopulares, flexíveis, isentos de halogéneos, ignífugos, com secção de $1 \times 95 \text{ mm}^2$ do tipo RZ1-K.

- Cabo de Neutro da Alimentação: O cabo de neutro da alimentação provém do quadro dos serviços auxiliares, e será do tipo monopolar, flexível, isento de halogéneos, ignífugo, com secção de $1 \times 50 \text{ mm}^2$ do tipo RZ1-K.
- Cabo de Terra do Quadro de Serviços Auxiliares: O cabo de terra do quadro de serviços auxiliares será do tipo monopolar, flexível, isento de halogéneos, ignífugo, com secção de $1 \times 95 \text{ mm}^2$ do tipo RZ1-K.
- Cabos de Distribuição: Os cabos de distribuição alimentam os carregadores de veículos elétricos a partir do quadro de distribuição.

A alimentação dos carregadores é realizada por dois cabos multipolares, rígidos, isentos de halogéneos, ignífugos, com secção $5 \times 16 \text{ mm}^2$ do tipo RZ1-K.

- Cabo de terra das estruturas metálicas: O cabo tem o propósito de efetuar a ligação à terra das estruturas metálicas das infraestruturas de carregamento elétrico. O cabo é flexível monocondutor com secção $1G16 \text{ mm}^2$ do tipo H07V-K.

5.2.8. Sede DTM-Castelo Bode

5.2.8.1. Descrição da Instalação

- 1) Os cabos de alimentação são provenientes do disjuntor do quadro de serviços auxiliares do PT3 que alimentam o quadro de distribuição instalado no interior do posto de transformação.
- 2) Os quadros de distribuição seguem para o exterior em caleira no interior de tubos (ver Anexo H) até à caixa representa no Anexo G.6, que faz a ligação das canalizações à caleira existente com outras instalações.
- 3) Os cabos são instalados na caleira em tubagens até aos pedestais (105 m até ao último pedestal com os dois carregadores).
- 4) O cabo de comunicações é instalado na mesma caleira que os cabos de distribuição, mas em tubos diferentes (ver Anexo G.6).

5.2.8.2. Canalizações Elétricas

Na Sede DTM em Castelo do Bode serão usados os seguintes cabos (ver Anexo C.6) (quantidade e comprimento representados na Tabela 10):

- Cabos de Alimentação: Os cabos de alimentação serão provenientes do quadro de serviços auxiliares e fornecem energia elétrica ao quadro de distribuição dos carregadores de veículos elétricos.

A alimentação do quadro de distribuição é realizada por três cabos monopulares, flexíveis, isentos de halogéneos, ignífugos, com secção de $1x185 \text{ mm}^2$ do tipo XRZ1-K.

- Cabo de Neutro da Alimentação: O cabo de neutro da alimentação provém do quadro dos serviços auxiliares, e será do tipo monopolar, flexível, isento de halogéneos, ignífugo, com secção de $1x95 \text{ mm}^2$ do tipo RZ1-K.

➤ Cabo de Terra do Quadro de Serviços Auxiliares: O cabo de terra do quadro de serviços auxiliares será do tipo monopolar, flexível, isento de halogéneos, ignífugo, com secção de $1G95 \text{ mm}^2$ do tipo RZ1-K.

➤ Cabos de Distribuição: Os cabos de distribuição alimentam os carregadores de veículos elétricos a partir do quadro de distribuição.

A alimentação dos carregadores é realizada por seis cabos multipolares, rígidos, isentos de halogéneos, ignífugos, com secção $3x25+2G16 \text{ mm}^2$ do tipo RZ1-K.

➤ Cabo de terra das estruturas metálicas: O cabo tem o propósito de efetuar a ligação à terra de estruturas metálicas das infraestruturas de carregamento elétrico (ex. Pedestal para colocação de carregadores). O cabo é flexível monocondutor com secção $1G16 \text{ mm}^2$ do tipo H07V-K.

5.2.9. Central do Fratel

5.2.9.1. Descrição da Instalação

- 1) Os cabos de alimentação têm origem no quadro de serviços auxiliares externos (QSAE3) apresentado na Figura 65, no qual houve intervenção para efetuar a instalação do disjuntor.



Figura 65-Painel do Quadro de serviços auxiliares externos (QSAE).

- 2) À saída do disjuntor, os cabos de alimentação são instalados em caminho de cabos de chapa (3 m) por trás do painel QSAE3 (Figura 66) até ao quadro de distribuição, que irá ser colocado ao lado do painel QSAE3 (ver Anexo G.7).
- 3) Os cabos de distribuição à saída do quadro de distribuição iniciam um percurso ascendente até ao caminho de cabos existente na horizontal, e, a partir deste até ao túnel de acesso ao compartimento onde se encontra o fio de prumo invertido.
- 4) No túnel, de aproximadamente 12 m de comprimento, os quatro cabos de distribuição são instalados em tubos PVC rígido VD livre de halogéneos, com $\phi 32 \text{ mm}$, para os quais é necessário abraçadeiras duplas de aperto mecânico com parafuso metálico, bem como uniões para os tubos respetivos.



Figura 66-Painel QSAE3 e parte de trás onde irão ser instalados os cabos de alimentação em caminho de cabos.

- 5) A partir do compartimento onde se encontra o fio de prumo invertido, os cabos passam para o exterior. No exterior, os cabos são instalados em caminho de cabos verticalmente fixo ao muro da central através dos perfis de montagem em C, a 20 cm do solo e com , aproximadamente, 100 m de comprimento até aos últimos dois carregadores.
- 6) Os quatro carregadores são agrupados dois a dois (ver Anexo G.7) e fixos na parede através dos perfis de montagem em C. Cada carregador terá a disposição representada na Figura 67.



Figura 67-Ensaio da disposição de montagem do carregador na parede da central.

5.2.9.2. Canalizações Elétricas

Na central hidroelétrica do Fratel serão usados os seguintes cabos (ver Anexo C.7) (quantidade e comprimento representados na Tabela 10):

- Cabos de Alimentação: Os cabos de alimentação serão provenientes do quadro de serviços auxiliares e fornecem energia elétrica ao quadro de distribuição dos carregadores de veículos elétricos.

A alimentação do quadro de distribuição é realizada por três cabos monopulares, flexíveis, isentos de halogéneos, ignífugos, com secção de $1 \times 150 \text{ mm}^2$ do tipo XRZ1-K.

- Cabo de Neutro da Alimentação: O cabo de neutro da alimentação provém do quadro dos serviços auxiliares, e será do tipo monopolar, flexível, isento de halogéneos, ignífugo, com secção de $1 \times 95 \text{ mm}^2$ do tipo RZ1-K.
- Cabo de Terra do Quadro de Serviços Auxiliares: O cabo de terra do quadro de serviços auxiliares será do tipo monopolar, flexível, isento de halogéneos, ignífugo, com secção de $1 \times 95 \text{ mm}^2$ do tipo RZ1-K.
- Cabos de Distribuição: Os cabos de distribuição alimentam os carregadores de veículos elétricos a partir do quadro de distribuição.

A alimentação dos carregadores é realizada por quatro cabos multipolares, rígidos, isentos de halogéneos, ignífugos, com secção $3 \times 25 + 2 \times 16 \text{ mm}^2$ do tipo RZ1-K.

- Cabo de terra das estruturas metálicas: O cabo tem o propósito de efetuar a ligação à terra das estruturas metálicas das infraestruturas de carregamento elétrico. O cabo é flexível monocondutor com secção $1 \times 16 \text{ mm}^2$ do tipo H07V-K

5.2.10. Central da Raiva

5.2.10.1. Descrição da Instalação

- 1) Na central da Raiva, existe a particularidade, de que os cabos de distribuição vão diretamente dos disjuntores magnetotérmicos e interruptores diferenciais, (a instalar na central, no quadro de serviços auxiliares (Painel 7)) até ao posto de carregamento Magnum Cap com duas saídas de 22 kW.
- 2) Os dois cabos de distribuição, à saída do painel, são instalados na caleira existente junto ao painel até ao caminho de cabos vertical embutido na parede da parte de trás do painel 7, e protegido com uma grelha metálica.
- 3) O percurso de cabos no caminho de cabos dá-se no sentido das escadas para os vários pisos da central, com o comprimento de, aproximadamente, 30 m.

- 4) Nas escadas da central, os cabos iniciam o percurso descendente até ao Piso 0 da central (ver Anexo G.8) por um caminho de cabos existente protegido com chapa.
- 5) A saída dos cabos é realizada pelo fundo do acesso ao caminho de cabos representado na Figura 68, junto ao portão de entrada da central.



Figura 68-Saída de cabos para o exterior.

- 6) A saída de cabos não é realizada pela porta representada na Figura 68, serão realizadas as intervenções de construção civil de acordo com o Anexo G.8 para a saída de cabos e para o percurso dos mesmos em caleira até ao posto de carregamento.
- 7) O posto de carregamento será instalado junto à parede de acordo com a Figura 69.

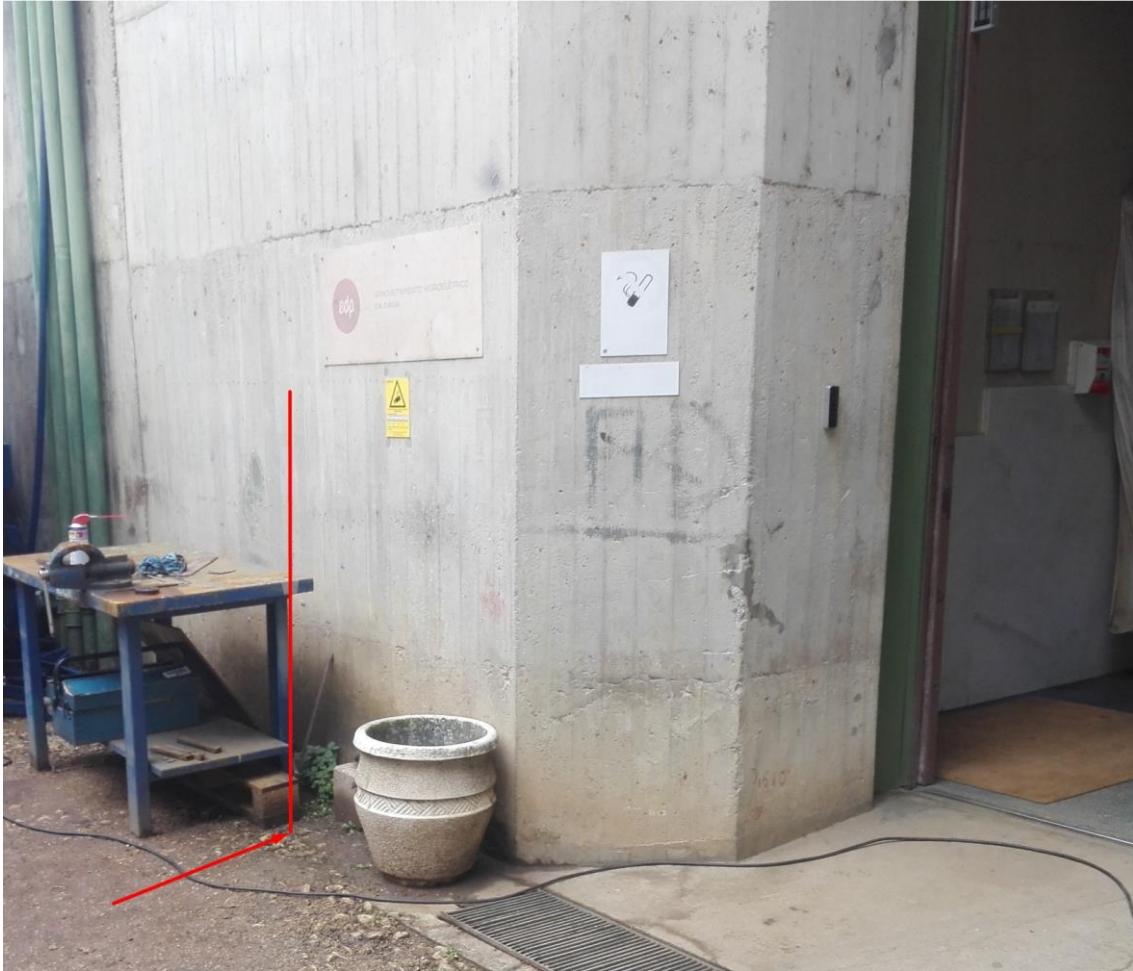


Figura 69-Localização do posto de carregamento.

5.2.10.2. Canalizações Elétricas

Na central hidroelétrica da Raiva, a alimentação dos postos de carregamento é efetuada diretamente a partir do quadro de serviços auxiliares (ver Anexo C.8). Assim, serão usados os seguintes cabos (quantidade e comprimento representados na Tabela 10):

- Cabos de Distribuição: Os cabos de distribuição alimentam os carregadores de veículos elétricos a partir do quadro de alimentação.

A alimentação dos carregadores é realizada por dois cabos multipolares, rígidos, isentos de halogéneos, ignífugos, com secção $5G16 \text{ mm}^2$ do tipo RZ1-K.

- Cabo de terra das estruturas metálicas: O cabo de terra das estruturas metálicas terá 100 m de comprimento repartido pelas várias centrais. O cabo tem o propósito de

efetuar a ligação à terra das estruturas metálicas das infraestruturas de carregamento elétrico. O cabo é flexível monocondutor com secção $1G16 \text{ mm}^2$ do tipo H07V-K.

5.2.11. Central de Ribeiradio

5.2.11.1. Descrição da Instalação

- 1) Na central de Ribeiradio, existe a particularidade, tal como na central da Raiva, de que os cabos de distribuição vão sair diretamente dos disjuntores magnetotérmicos e interruptores diferenciais, a instalar na central, numa das gavetas do quadro geral de corrente alternada (QGBT) dos não essenciais (+BFB06), representado na Figura 70.



Figura 70-Painel do QGBT dos não essenciais para alimentação dos postos de carregamento.

Observação: Devido à pandemia originada pelo vírus Covid-19 não foi possível uma descrição completa da instalação.

5.2.11.2. Canalizações Elétricas

Na central hidroelétrica de Ribeiradio, a alimentação dos postos de carregamento é efetuada diretamente a partir do quadro de serviços auxiliares (Anexo C.9). Então, serão usados os seguintes cabos (quantidade e comprimento representados na Tabela 10):

- Cabos de Distribuição: Os cabos de distribuição alimentam os carregadores de veículos elétricos a partir do quadro de alimentação.

A alimentação dos carregadores é realizada por dois cabos multipolares, rígidos, isentos de halogéneos, ignífugos, com secção $5G16 \text{ mm}^2$ do tipo RZ1-K.

- Cabo de terra das estruturas metálicas: O cabo de terra das estruturas metálicas terá 100 m de comprimento repartido pelas várias centrais. O cabo tem o propósito de efetuar a ligação à terra das estruturas metálicas das infraestruturas de carregamento elétrico. O cabo é flexível monocondutor com secção $1G16 \text{ mm}^2$ do tipo H07V-K.

Capítulo 6 - Outras Tarefas Realizadas

No decorrer do estágio procurei acompanhar todas as valências do departamento de manutenção elétrica. Antes de realizar os testes de capacidade às baterias estacionárias dos SACC, que foi a primeira atividade em que estive inserido, foi-me fornecida toda a informação relativamente à execução dos referidos testes, nomeadamente as normas IEEE mencionadas em capítulos anteriores. Após a realização de alguns testes fui inserido no projeto de infraestruturas de postos de carregamento nas centrais hidroelétricas, o que requereu também uma leitura prévia de várias documentação.

No entanto, durante o estágio, para além das atividades mencionadas nos capítulos anteriores, realizei as seguintes tarefas:

- Participei em reuniões, nomeadamente, reuniões de intervenções de manutenção em subestações de centrais hidroelétricas;
- Acompanhei visitas pontuais a centrais hidroelétricas para deteção de avarias e resolução das mesmas;
- Acompanhei parte da manutenção, por prestadores de serviços, do gerador de serviço auxiliar e de um dos três geradores principais da Barragem de Castelo do Bode;
- Inseri dados de relatórios realizados pela empresa EDP Labelec referentes à análise dos óleos dos transformadores e disjuntores. Dados esses inseridos em ficheiros *Excel* e referentes à organização dos processos de manutenção de transformadores e disjuntores. Inseri, ainda os mesmos ficheiros no *software Microsoft Power Bi* para facilitar a sua análise relativamente a possíveis intervenções de manutenção.

Capítulo 7 - Conclusão

O presente relatório foi o culminar do trabalho realizado durante o estágio efetuado em ambiente empresarial na EDP - Gestão da Produção de Energia, S.A, enquadrado nas várias atividades desenvolvidas no setor da produção de energia elétrica proveniente das centrais hidroelétricas, desde a manutenção ao projeto elétrico. O estágio com duração de 9 meses mais a prorrogação de 3 meses, realizou-se na Direção Centro de Produção Tejo-Mondego (DTM) em Castelo do Bode, na área departamental da manutenção elétrica.

O estágio teve como objetivos principais a realização de testes de capacidade das baterias estacionários dos serviços auxiliares de corrente contínua (SACC) das centrais hidroelétricas, e o projeto de infraestruturas de postos de carregamento de veículos elétrico nas centrais hidroelétricas de: Agueira, Alqueva, Belver, Bouça, Cabril, Fratel, Raiva, Ribeiradio, bem como no parque de estacionamento do edifício sede da DTM. Como atividades mais pontuais e secundárias, participei em reuniões de intervenções de manutenção, acompanhei visitas a centrais para deteção de avarias e resolução das mesmas, e organizei os processos de manutenção dos transformadores e disjuntores.

Os testes de capacidade às baterias estacionárias, apesar de terem como finalidade, verificar o estado da bateria, e, portanto, se têm ou não a capacidade para suportar a instalação de corrente contínua, e, conseqüentemente, a instalação de corrente alternada numa eventual falha de energia elétrica da central, permitem averiguar o estado da instalação, nomeadamente dos carregadores (módulos retificadores), disjuntores e interruptores associados a toda a instalação inerente ao circuito de corrente contínua onde estão inseridas as baterias.

A realização de testes de capacidade, numa fase inicial, exigiu a leitura de normas IEEE, as quais estabelecem as regras e os procedimentos a que os testes devem de obedecer, na fase subsequente foi necessário a análise de documentação de testes realizados anteriormente. Por fim, foi levada a cabo a realização dos testes nas centrais hidroelétricas, que exigiu preparação e a utilização de equipamento de proteção individual (EPI), uma análise dos circuitos da instalação, para posterior ligação do equipamento de teste (BTS 200), e a preparação de todo o equipamento de medida e de inspeção termográfica, para efetuar as medições e as análises antes, durante e depois do teste. Após

a execução dos testes elaborei relatórios com os dados provenientes do preenchimento das folhas de cálculo automáticas, para concluir em que estado se encontravam as baterias e toda a instalação inerente.

Com a realização dos testes de capacidade foi possível, para além de, aprofundar conhecimentos teóricos, adquirir conhecimento prático do âmbito industrial, sendo, portanto, uma tarefa que exige uma enorme versatilidade por parte do executante. Há a mencionar, também, alguns riscos para o executante dos testes de capacidade, pois, já houve testes em que as baterias se incendiaram, algo que não ocorreu durante o estágio, daí ser necessário o EPI e cumprir as normas de segurança necessárias, devendo-se também garantir toda a segurança aquando do manuseamento da instalação.

Não foram representados esquemas multifilares das instalações dos SACC, nos quais se inserem as baterias estacionários, devido ao não fornecimento dos mesmos por parte da empresa.

Relativamente ao projeto de infraestruturas de postos de carregamento de veículos elétricos nas centrais hidroelétricas, inicialmente, exigiu uma análise das RTIEBT (Regras Técnicas das Instalações Elétricas de Baixa Tensão), IEC-60364-5-52 (Instalações Elétricas de Baixa Tensão), bem como do Guia Técnico das Instalações Elétricas para Alimentação de Veículos Elétricos da Direção Geral de Energia e Geologia.

O projeto dos postos de carregamento, revelou-se um enorme desafio, pois, tipicamente quando se está numa empresa dedicada exclusivamente ao projeto, contrariamente à DTM que é um centro de manutenção e de gestão de ativos hídricos, existe *Know-how* e documentação standard para a realização do projeto. Assim, foi necessário fazer um projeto todo de raiz, que exigiu deslocações às respetivas centrais para fazer o levantamento de todos os materiais (cabos, caminhos de cabos, suportes dos caminhos de cabos, materiais de fixação, parafusos, anilhas, entre outros) necessários mediante medições realizadas, para o conseqüente preenchimento de uma memória descritiva em *Excel* com todas as especificações, normas e quantidades para todas as centrais. Com estas medições realizou-se o cálculo da secção necessária para os cabos elétricos. Foi também necessário contactar empresas fornecedoras de materiais para pedidos de cotação, com o objetivo de realizar o cálculo económico. No decorrer do projeto realizaram-se reuniões com os intervenientes do projeto e o diretor da DTM, para se fazer o ponto de situação e andamento de todo o projeto.

Devido à pandemia provocada pelo vírus Covid-19, a instalação dos postos de carregamento nas centrais não foi realizada durante o estágio.

Em relação aos trabalhos realizados, todos foram de extrema importância. Foram-me colocados vários desafios em que foi necessário tomar decisões, agir em conformidade e trabalhar em equipa, quando assim o exigia.

Por outro lado, foi possível ter a noção da importância que a empresa dá à prevenção e segurança no trabalho. As regras de segurança estão sempre presentes junto de todos os colaboradores.

Durante o estágio foram realizadas várias deslocações ao terreno, tornando possível conhecer alguns equipamentos constituintes das centrais hidroelétricas.

Esta nova experiência, durante o estágio, foi realmente gratificante e enriquecedora, proporcionando o contacto com novas experiências em vastas áreas da engenharia.

Em suma, o balanço final é bastante positivo. O conhecimento adquirido ao longo do estágio foi bastante significativo. Foi possível aprofundar e colocar em prática conhecimentos já adquiridos ao longo da formação académica, permitindo expandir as competências técnicas. Foi um estágio muito produtivo e muito gratificante por me ter dado a oportunidade de realizar projetos que serão implementados na realidade.

Referências Bibliográficas


- [1] “EDP Produção, As mil e uma funções de uma barragem,” [Online]. Available: <https://portugal.edp.com/pt-pt/mil-e-uma-funcoes-de-uma-barragem>. [Acedido em 16 Agosto 2020].
- [2] A. Machado, “Barragens agrupadas no pós-25 de Abril vão desaguar na EDP,” *Jornal de Negócios*, 23 Abril 2014.
- [3] EDP, “História da EDP,” [Online]. Available: <http://intranet.edpon.edp.pt/pt/OurCompany/AboutUs/OurHistory/Paginas/HistoriaEDP.aspx>. [Acedido em 5 Julho 2020].
- [4] EDP Produção, S.A, Declaração Ambiental 2018-Centro de Produção Tejo-Mondego, 1º ed., EDP Produção, S.A., 2019.
- [5] “EDP Distribuição, Regimes de Produção de Eletricidade-Regime Ordinário,” [Online]. Available: <https://www.edpdistribuicao.pt/pt-pt/regime-ordinario>. [Acedido em 19 Agosto 2020].
- [6] “EDP Distribuição, Regimes de Produção de Eletricidade-Regime Especial,” [Online]. Available: <https://www.edpdistribuicao.pt/pt-pt/regime-especial>. [Acedido em 19 Agosto 2020].
- [7] EDP Produção, Castelo Bode-Aproveitamento Hidroelétrico, 2015.
- [8] N. M. C. Pereira, “Simulação de Regimes de Carga e Descarga em Baterias,” *Tese de Mestrado*, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Lisboa (Portugal), 2016.
- [9] D. Borges, “Bateria, o que é? Definição, como foi criada, principais tipos e utilização,” [Online]. Available: <https://conhecimentocientifico.r7.com/bateria/>. [Acedido em 13 Agosto 2020].
- [10] T. B. Reddy. e D. Linden, *Linden`s Handbook of Batteries*, 4 ed., McGraw-Hill, 2011, ISBN 978-0-07-162419-0.
- [11] C. F. G. Silva, “Modelo de uma Bateria para Estudos de Estabilidade Transitória em Sistemas de Energia,” *Tese de Mestrado*, Instituto Superior Técnico, Lisboa (Portugal), 2016.
- [12] S. M. Rodrigues, “Controlo logístico no processo de produção de baterias de chumbo-ácido,” *Tese de Mestrado*, Instituto Superior Técnico, Lisboa (Portugal), 2016.
- [13] M. Bolotinha, “Baterias estacionárias de corrente contínua,” 18 8 2018. [Online]. Available: <https://www.voltimum.pt/artigos/artigos-tecnicos/baterias-estacionarias-de>. [Acedido em Setembro 2020].
- [14] B. J. R. d. Silva, “Desenvolvimento de um Posto de Carregamento Lento com BMS e Interface com o Cockpit para o CEPIUM,” *Tese de Mestrado*, Universidade do Minho, Braga (Portugal), 2013.
- [15] J. H. F. e. C. Tavares, “Desenvolvimento, Implementação e Simulação de um Controlador para Sistemas de Armazenamento de Energia com Baterias,” *Tese de Mestrado*, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto (Portugal), 2015.
- [16] “IEEE Std 450-2010, Recommended Practice for Maintenance, Testing, and Replacement of Vented Lead-Acid Batteries for Stationary Applications,” IEEE, 2010.
- [17] “Nas Estradas do Planeta,” [Online]. Available: <https://www.nasestradasdoplaneta.com.br/bateria-estacionaria-vida-util-x.html>. [Acedido em 29 Dezembro 2020].

- [18] H. D. Nogueira, “Baterias de acumuladores e sua interdependência com as regras técnicas,” Publindústria, 2019.
- [19] F. J. d. S. Lopes, “Utilização de Baterias de Iões de Lítio em Sistemas de Armazenamento de Energia,” *Tese de Mestrado*, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Lisboa (Portugal), 2016.
- [20] X. Fan, B. Liu, J. Ding, X. Han, Y. Deng, X. Lv, Y. Xie, B. Chen, W. Hu e C. Zhong, “Battery Technologies for Grid-Level Large-Scale Electrical Energy,” Springer, 2020.
- [21] S. A. S. Lopes, “Tecnologias de Armazenamento de Energia para Fornecimento de Serviços de Sistema,” *Tese de Mestrado*, FCTUC, Coimbra (Portugal), 2015.
- [22] A. Gomes., H. R. D. Silva. e J. B. Carvalho., *Instalações Elétricas de Baixa Tensão- Dimensionamento e Proteção de Canalizações Elétricas*, 2º ed., Porto: Engebook, 2019, ISBN 978-989-892-762-0.
- [23] H. D. Nogueira, *ABC das Regras Técnicas das Instalações Elétricas de Baixa Tensão*, 2º ed., Porto: Engebook, 2019, ISBN 978-989-892-775-0.

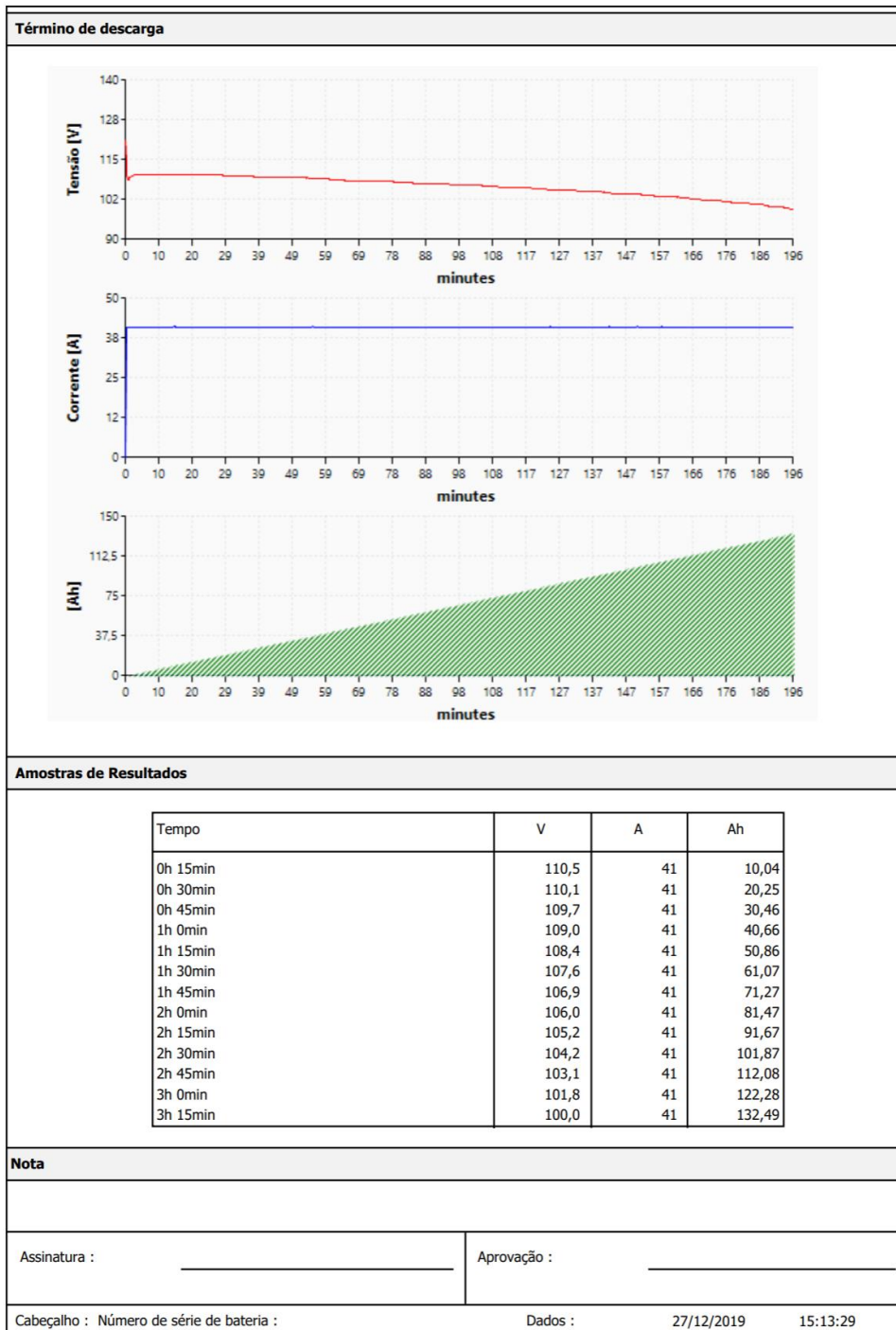
Anexos

Anexo A - Testes de Capacidade das Baterias Estacionárias

Anexo A.1 - Relatório do Sistema de Teste de Baterias TDMS-BTS 200 de Belver


	Subestação	Central de Belver
	Linha	110 V - Grupo 5
Cabeçalho : Central de Belver - 110 V - Grupo 5 - Teste de Capacidade		
Fabricante : Exide	Modelo de Bateria : MARATHON M12V155FT	Número de série de bateria :
Sessão data : 11/12/2019 h 10.35		
Operador : EDP Gestão Produção Energia, SA	Instrumento : BTS 200	Instrumento N/S : 16/3864401
Configurações		
Tensão Nominal : 110 V	Tipo de bateria : Acida VRLA - AGM	
Rated Capacity (Ah) : 155Ah/10h @ 1,8V/cel	Temperatura Ambiente : 20°C	
Número de monoblocos : 9	Número de células por monobloco : 6	
Sumário do Plano de Teste		
Armazenar em memória N°:	1	
Modo de descarga:	Corrente constante [42A]	
Condições de parada de descarga:		
V Parada	: 99 V	
Ah Parada	: 0 Ah	
Hours : Minutos Parada	: 0:00	
Definições de Resultados		
Banco de Memória : 1		
Resolução de descarga : 15		
Inicio de descarga : 11/12/2019 10:35		
Término de descarga : 11/12/2019 13:51		
Comprimento da descarga : 3h 16min		
Assinatura :	_____	Aprovação : _____
Cabeçalho : Número de série de bateria :	Dados :	27/12/2019 15:13:28

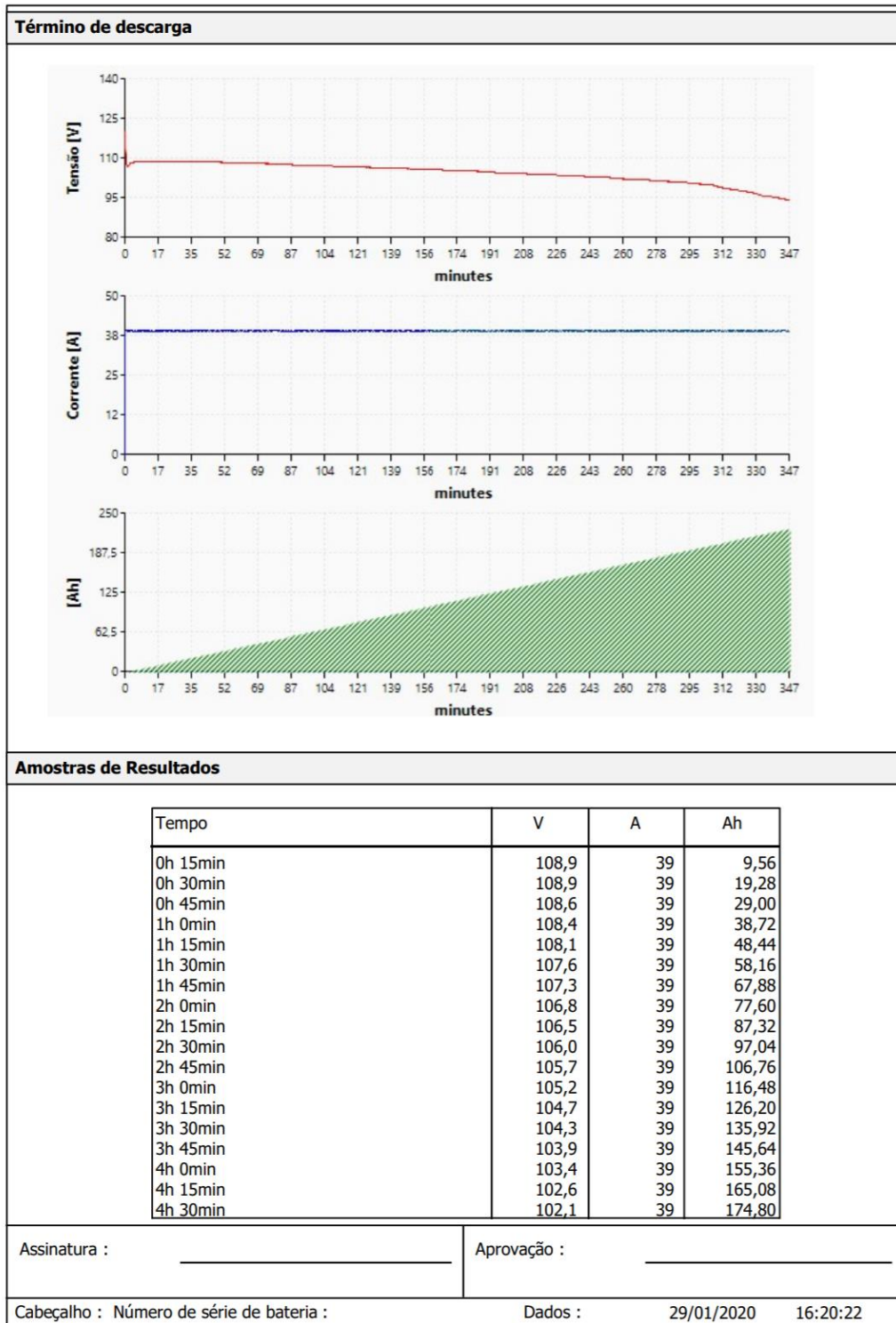
Página 1 de 2



Anexo A.2 - Relatório do Sistema de Teste de Baterias TDMS-BTS 200 do Alqueva

II

	Subestação	Central de Alqueva
	Linha	110V Serv Auxiliares
Cabeçalho : Central de Alqueva - 110V Serv Auxiliares - Teste de Capacidade		
Fabricante : POWERSAFE	Modelo de Bateria : 4 OPzV 200	Número de série de bateria :
Sessão data : 22/01/2020 h 9.57		
Operador : EDP - Gest. Prod. Energia S.A.	Instrumento : BTS 200	Instrumento N/S : 16/3864401
Configurações		
Tensão Nominal : 110 V	Tipo de bateia : Acida VRLA	
Rated Capacity (Ah) : 215 Ah/10h @ 1,8V/cel	Temperatura Ambiente : 20	
Número de monoblocos : 54	Número de células por monobloco : 1	
Sumário do Plano de Teste		
Armazenar em memória Nº: 8		
Modo de descarga: Corrente constante [39A]		
Condições de parada de descarga:		
V Parada	:	94 V
Ah Parada	:	300 Ah
Horas : Minutos Parada:	:	10:00
Definições de Resultados		
Banco de Memória : 8		
Resolução de descarga : 15		
Início de descarga : 22/01/2020 09:57		
Término de descarga : 22/01/2020 15:44		
Comprimento da descarga : 5h 47min		
Assinatura :	_____	Aprovação : _____
Cabeçalho : Número de série de bateria :	Dados :	29/01/2020 16:20:21



Anexo A.3 - Relatório Fotográfico e Inspeção Termográfica do Teste da Bateria 1 do Alqueva II

Fotos gerais da instalação das baterias dos serviços auxiliares de 110V

Sala de baterias



Elemento das baterias



Caixa de Fusíveis F1 da Bateria 1 (semelhante à da Bateria 2) com as garras do equipamento de descarga.

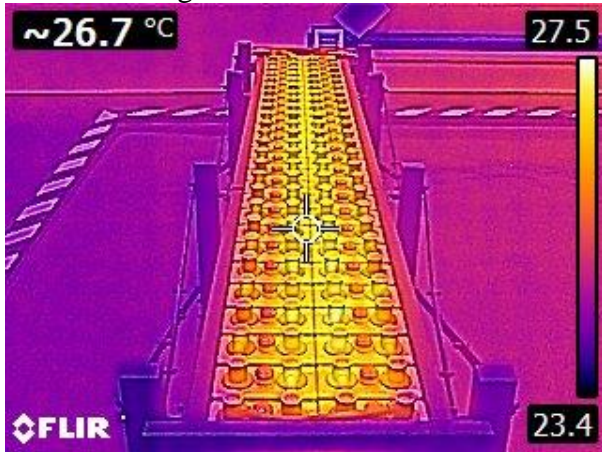


Carregador 1 com 5 módulos retificadores.

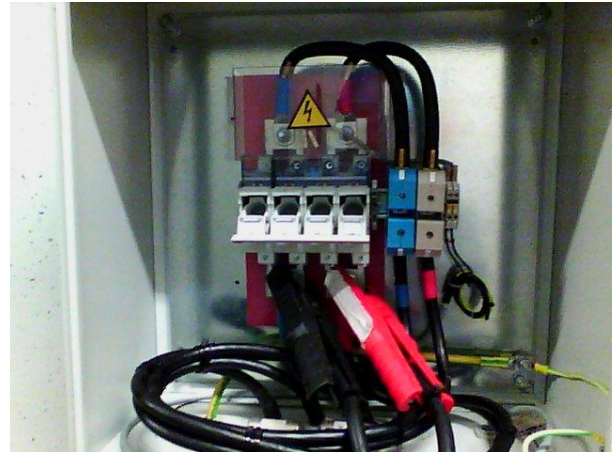


Inspeção termográfica-Teste Baterias

Análise termográfica dos elementos no final do teste de capacidade



Análise termográfica da caixa de fusíveis F1

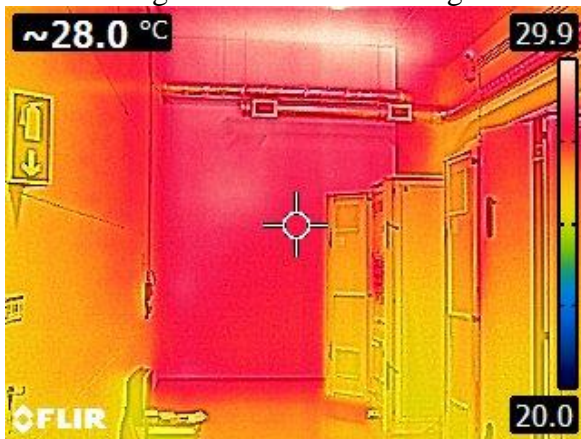


Elemento 52 com temperatura superior aos restantes devido à inversão de polaridade



Inspeção termográfica-Geral

Análise termográfica da sala de carregadores.

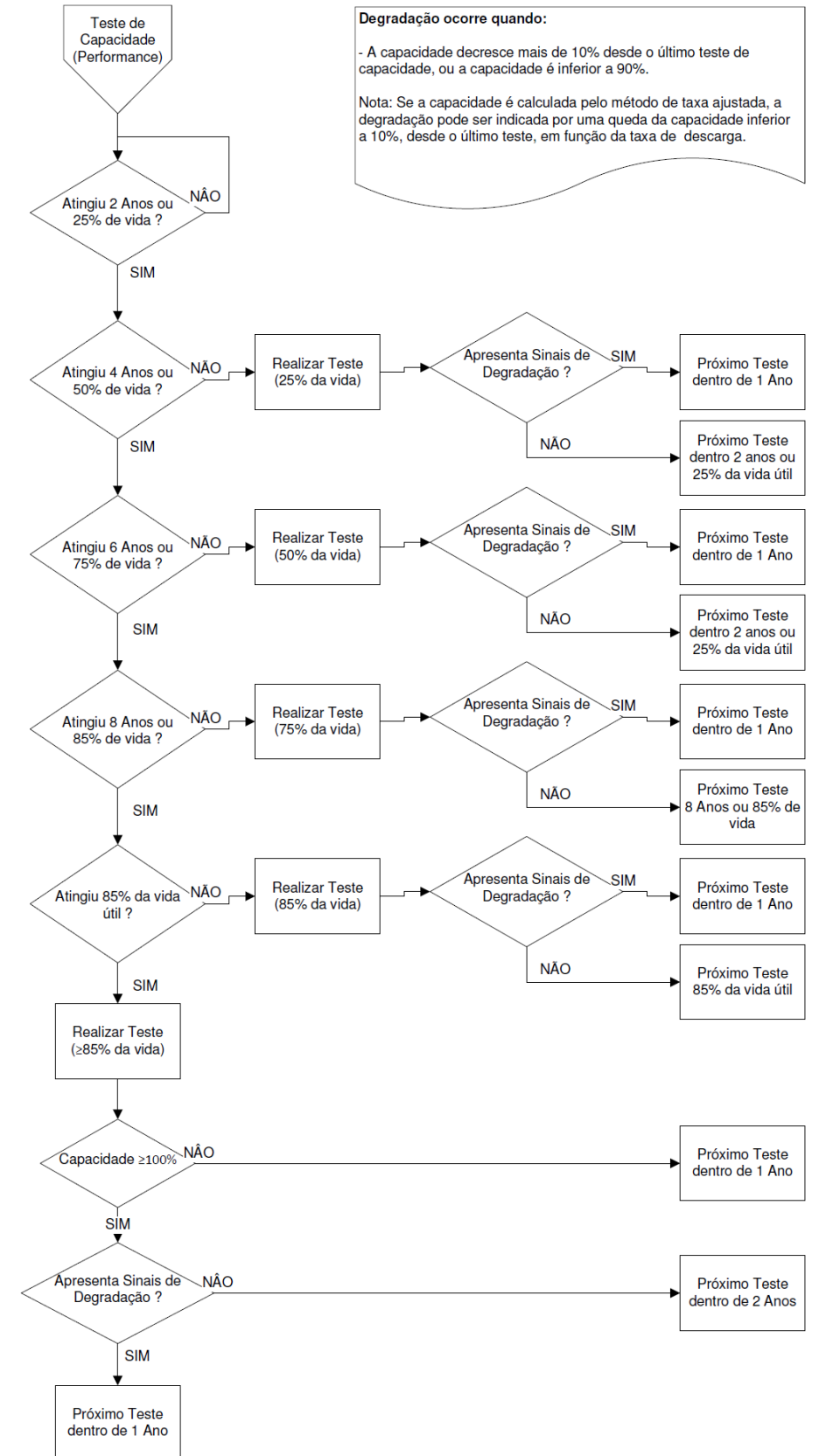


Análise termográfica do equipamento de descarga (Banco de Resistências BTS200), durante o teste de capacidade.




Anexo A.4 - Fluxograma de testes de Capacidade (Performance) das Baterias

VLRA



Anexo A.5 - Boletins de Inspeção e Ensaios da Central de Belver

Medições pré teste

 DTM	BOLETIM DE INSPEÇÃO E ENSAIOS BATERIA: <u>110V - Grupo 5</u>	Local: Belver Central
	Tipo: ACIDA 110V 2x155Ah/10h MARATHON M12V155FT	Data: 11/12/2019 Hora: 09:52 Nº trabalho: 610956685

Bateria 1

Elem No	Tensão V	Densid. Kg/l	Nivel OK (S/N)	Temp. °C
1	13,634			19
2	13,645			
3	13,577			
4	13,653			
5	13,658			
6	13,577			
7	13,588			
8	13,629			
9	13,852			19


Obs: _____

<i>Tensão Flutuação (25°C):</i>	<i>Tensão Reforço (boost):</i>	<i>Tensão nominal:</i>	<i>Tensão mínima descarga:</i>
<i>max. por elem.:</i> 13,62 V	<i>min. por elem:</i> 14,1 V	<i>por elem.:</i> 12 V	<i>por elem.:</i> 10,5 V
<i>total 9 elem:</i> 122,6 V	<i>max. por elem:</i> 14,4 V	<i>total 9 elem:</i> 108 V	<i>total 9 elem:</i> 94,5 V
	<i>total 9 elem:</i> 129,6 V		

Tensão do Carregador	122 V				
Corrente saída carregador	2 A	Valores por Elemento (célula)			
Corrente da Bateria 1	0,1 A	Total	Média	Max	Min
Tensão da Bateria	122,82 V	122,813 V	13,646 V	13,85	13,577 V
Temperatura Ambiente	19 °C				

O executante
Fábio Santos
 Data: 11/12/2019
 O Responsável
José Guerra

Medições pós teste

 DTM	BOLETIM DE INSPEÇÃO E ENSAIOS	Local: Belver Central	
	BATERIA: <u>110V - Grupo 5</u>	Data: 17/12/2019	
	Tipo: ACIDA 110V 2x155Ah/10h MARATHON M12V155FT	Hora: 09:42	
		Nº trabalho: 610956685	

Bateria 1

Elem Nº	Tensão V	Densid. Kg/l	Nivel OK (S/N)	Temp. °C
1	13,648			17
2	13,654			
3	13,62			
4	13,644			
5	13,645			
6	13,626			
7	13,632			
8	13,64			
9	13,741			18


Obs: _____


<i>Tensão Flutuação (25°C):</i>	<i>Tensão Reforço (boost):</i>	<i>Tensão nominal:</i>	<i>Tensão mínima descarga:</i>
<i>max. por elem.: 13,62 V</i>	<i>min. por elem. 14,1 V</i>	<i>por elem.: 12 V</i>	<i>por elem.: 10,5 V</i>
<i>total 9 elem: 122,6 V</i>	<i>max. por elem. 14,4 V</i>	<i>total 9 elem: 108 V</i>	<i>total 9 elem: 94,5 V</i>
	<i>total 9 elem: 129,6 V</i>		

Tensão do Carregador	122 V	Valores por Elemento (célula)			
Corrente saída carregador	2 A	Total	Média	Max	Min
Corrente da Bateria 1	0,1 A	122,85 V	13,650 V	13,74	13,62 V
Tensão da Bateria	122,82 V				
Temperatura Ambiente	18 °C				

O executante
Fábio Santos
 Data: 17/12/2019
 O Responsável
José Guerra

Medições durante o teste

 DTM	BOLETIM DE INSPEÇÃO E ENSAIOS	Local: Belver Central																																						
	BATERIA: <u>110V - Grupo 5</u>	Data: <u>11/12/2019</u>																																						
	Tipo: <u>ACIDA 110V 2x155Ah/10h MARATHON M12V155FT</u>	Hora: <u>10:35</u>																																						
		Nº trabalho: <u>610956685</u>																																						
Bateria 1																																								
Elem. Nº	Tensão V	Densid. Kg/l	Nivel OK (S/N)	Temp. °C																																				
1	12,195			19																																				
2	12,121																																							
3	12,13																																							
4	12,123																																							
5	12,187																																							
6	12,148																																							
7	12,197																																							
8	12,149																																							
9	12,168			19																																				
Obs _____ _____ _____																																								
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 25%;"><i>Tensão Flutuação (25°C):</i></td> <td style="width: 25%;"><i>Tensão Reforço (boost):</i></td> <td style="width: 25%;"><i>Tensão nominal:</i></td> <td style="width: 25%;"><i>Tensão mínima descarga:</i></td> </tr> <tr> <td>max. por elem.: 13,62 V</td> <td>min. por elem: 14,1 V</td> <td>por elem.: 12 V</td> <td>por elem.: 10,5 V</td> </tr> <tr> <td>total 9 elem: 122,6 V</td> <td>max. por elem: 14,4 V</td> <td>total 9 elem: 108 V</td> <td>total 9 elem: 94,5 V</td> </tr> <tr> <td></td> <td>total 9 elem: 129,6 V</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>					<i>Tensão Flutuação (25°C):</i>	<i>Tensão Reforço (boost):</i>	<i>Tensão nominal:</i>	<i>Tensão mínima descarga:</i>	max. por elem.: 13,62 V	min. por elem: 14,1 V	por elem.: 12 V	por elem.: 10,5 V	total 9 elem: 122,6 V	max. por elem: 14,4 V	total 9 elem: 108 V	total 9 elem: 94,5 V		total 9 elem: 129,6 V																						
<i>Tensão Flutuação (25°C):</i>	<i>Tensão Reforço (boost):</i>	<i>Tensão nominal:</i>	<i>Tensão mínima descarga:</i>																																					
max. por elem.: 13,62 V	min. por elem: 14,1 V	por elem.: 12 V	por elem.: 10,5 V																																					
total 9 elem: 122,6 V	max. por elem: 14,4 V	total 9 elem: 108 V	total 9 elem: 94,5 V																																					
	total 9 elem: 129,6 V																																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Tensão final de teste</td> <td>99,9 V</td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>Tensão do Carregador</td> <td>n/a V</td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>Corrente saída carregador</td> <td>n/a A</td> <td colspan="4" style="text-align: center;">Valores por Elemento (célula)</td> </tr> <tr> <td>Corrente da Bateria 1</td> <td>40,3 A</td> <td>Total</td> <td>Média</td> <td>Max</td> <td>Min</td> </tr> <tr> <td>Tensão da Bateria</td> <td>110,1 V</td> <td>109,418 V</td> <td>12,158 V</td> <td>12,2</td> <td>12,121 V</td> </tr> <tr> <td>Temperatura Ambiente</td> <td>19,0 °C</td> <td colspan="4"></td> </tr> </table>					Tensão final de teste	99,9 V					Tensão do Carregador	n/a V					Corrente saída carregador	n/a A	Valores por Elemento (célula)				Corrente da Bateria 1	40,3 A	Total	Média	Max	Min	Tensão da Bateria	110,1 V	109,418 V	12,158 V	12,2	12,121 V	Temperatura Ambiente	19,0 °C				
Tensão final de teste	99,9 V																																							
Tensão do Carregador	n/a V																																							
Corrente saída carregador	n/a A	Valores por Elemento (célula)																																						
Corrente da Bateria 1	40,3 A	Total	Média	Max	Min																																			
Tensão da Bateria	110,1 V	109,418 V	12,158 V	12,2	12,121 V																																			
Temperatura Ambiente	19,0 °C																																							
O executante Fábio Santos Data: 11/12/2019 O Responsável José Guerra																																								

 DTM	BOLETIM DE INSPEÇÃO E ENSAIOS	Local: Belver
	BATERIA: <u>110V - Grupo 5</u>	Central
		Data: 11/12/2019
	Tipo: ACIDA 110V 2x155Ah/10h MARATHON M12V155FT	Hora: 11:35
		Nº trabalho: 610956685

Bateria 1

Elem Nº	Tensão V	Densid. Kg/l	Nível OK (S/N)	Temp. °C
1	12,149			20
2	12,131			
3	12,136			
4	12,12			
5	12,152			
6	12,09			
7	12,128			
8	12,052			
9	12,143			20


Obs _____

<i>Tensão Flutuação (25°C):</i>	<i>Tensão Reforço (boost):</i>	<i>Tensão nominal:</i>	<i>Tensão mínima descarga:</i>
max. por elem.: 13,62 V	min. por elem: 14,1 V	por elem.: 12 V	por elem.: 10,5 V
total 9 elem: 122,6 V	max. por elem: 14,4 V	total 9 elem: 108 V	total 9 elem: 94,5 V
	total 9 elem: 129,6 V		


Tensão final de teste	99,9 V
Tensão do Carregador	n/a V
Corrente saída carregador	n/a A
Valores por Elemento (célula)	
Corrente da Bateria 1	40,3 A
Tensão da Bateria	109,09 V
Temperatura Ambiente	19,5 °C


Total Média Max Min
109,101 V 12,122 V 12,15 12,052 V

O executante
Fábio Santos
 Data: 11/12/2019
 O Responsável
José Guerra

 DTM	BOLETIM DE INSPEÇÃO E ENSAIOS BATERIA: <u>110V - Grupo 5</u> Tipo: ACIDA 110V 2x155Ah/10h MARATHON M12V155FT	Local: Belver Central Data: 11/12/2019 Hora: 12:35 Nº trabalho: 610956685																		
Bateria 1																				
Elem Nº	Tensão V	Densid. Kg/l	Nível OK (S/N)	Temp. °C																
1	11,82			21																
2	11,816																			
3	11,81																			
4	11,805																			
5	11,825																			
6	11,762																			
7	11,806																			
8	11,731																			
9	11,815			21																
Obs _____ _____ _____																				
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 25%;"><i>Tensão Flutuação (25°C):</i></td> <td style="width: 25%;"><i>Tensão Reforço (boost):</i></td> <td style="width: 25%;"><i>Tensão nominal:</i></td> <td style="width: 25%;"><i>Tensão mínima descarga:</i></td> </tr> <tr> <td><i>max. por elem.: 13,62 V</i></td> <td><i>min. por elem: 14,1 V</i></td> <td><i>por elem.: 12 V</i></td> <td><i>por elem.: 10,5 V</i></td> </tr> <tr> <td><i>total 9 elem: 122,6 V</i></td> <td><i>max. por elem: 14,4 V</i></td> <td><i>total 9 elem: 108 V</i></td> <td><i>total 9 elem: 94,5 V</i></td> </tr> <tr> <td></td> <td><i>total 9 elem: 129,6 V</i></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>					<i>Tensão Flutuação (25°C):</i>	<i>Tensão Reforço (boost):</i>	<i>Tensão nominal:</i>	<i>Tensão mínima descarga:</i>	<i>max. por elem.: 13,62 V</i>	<i>min. por elem: 14,1 V</i>	<i>por elem.: 12 V</i>	<i>por elem.: 10,5 V</i>	<i>total 9 elem: 122,6 V</i>	<i>max. por elem: 14,4 V</i>	<i>total 9 elem: 108 V</i>	<i>total 9 elem: 94,5 V</i>		<i>total 9 elem: 129,6 V</i>		
<i>Tensão Flutuação (25°C):</i>	<i>Tensão Reforço (boost):</i>	<i>Tensão nominal:</i>	<i>Tensão mínima descarga:</i>																	
<i>max. por elem.: 13,62 V</i>	<i>min. por elem: 14,1 V</i>	<i>por elem.: 12 V</i>	<i>por elem.: 10,5 V</i>																	
<i>total 9 elem: 122,6 V</i>	<i>max. por elem: 14,4 V</i>	<i>total 9 elem: 108 V</i>	<i>total 9 elem: 94,5 V</i>																	
	<i>total 9 elem: 129,6 V</i>																			
Tensão final de teste	99,9 V	<table border="1" style="border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="4">Valores por Elemento (célula)</th> </tr> <tr> <th>Total</th> <th>Média</th> <th>Max</th> <th>Min</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">106,19 V</td> <td style="text-align: center;">11,799 V</td> <td style="text-align: center;">11,83</td> <td style="text-align: center;">11,731 V</td> </tr> </table>			Valores por Elemento (célula)				Total	Média	Max	Min	106,19 V	11,799 V	11,83	11,731 V				
Valores por Elemento (célula)																				
Total	Média	Max	Min																	
106,19 V	11,799 V	11,83	11,731 V																	
Tensão do Carregador	n/a V																			
Corrente saída carregador	n/a A																			
Corrente da Bateria 1	40,3 A																			
Tensão da Bateria	106,16 V																			
Temperatura Ambiente	20 °C																			

O executante
Fábio Santos
 Data: 11/12/2019
 O Responsável
José Guerra

 DTM	BOLETIM DE INSPEÇÃO E ENSAIOS	Local: Belver Central																																																			
	BATERIA: <u>110V - Grupo 5</u>	Data: <u>11/12/2019</u>																																																			
	Tipo: <u>ACIDA 110V 2x155Ah/10h MARATHON M12V155FT</u>	Hora: <u>13:35</u>																																																			
		Nº trabalho: <u>610956685</u>																																																			
Bateria 1																																																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Elem No</th> <th>Tensão V</th> <th>Densid. kg/l</th> <th>Nivel OK (S/N)</th> <th>Temp. °C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>11,295</td><td></td><td></td><td>22</td></tr> <tr><td>2</td><td>11,326</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td>11,3</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td>11,318</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td>11,305</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td>11,253</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td>11,295</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td>11,232</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>9</td><td>11,276</td><td></td><td></td><td>22</td></tr> </tbody> </table>				Elem No	Tensão V	Densid. kg/l	Nivel OK (S/N)	Temp. °C	1	11,295			22	2	11,326				3	11,3				4	11,318				5	11,305				6	11,253				7	11,295				8	11,232				9	11,276			22
Elem No	Tensão V	Densid. kg/l	Nivel OK (S/N)	Temp. °C																																																	
1	11,295			22																																																	
2	11,326																																																				
3	11,3																																																				
4	11,318																																																				
5	11,305																																																				
6	11,253																																																				
7	11,295																																																				
8	11,232																																																				
9	11,276			22																																																	
Obs _____ _____ _____																																																					
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 25%;"><i>Tensão Flutuação (25°C):</i></td> <td style="width: 25%;"><i>Tensão Reforço (boost):</i></td> <td style="width: 25%;"><i>Tensão nominal:</i></td> <td style="width: 25%;"><i>Tensão mínima descarga:</i></td> </tr> <tr> <td>max. por elem.: 13,62 V</td> <td>min. por elem: 14,1 V</td> <td>por elem.: 12 V</td> <td>por elem.: 10,5 V</td> </tr> <tr> <td>total 9 elem: 122,6 V</td> <td>max. por elem: 14,4 V</td> <td>total 9 elem: 108 V</td> <td>total 9 elem: 94,5 V</td> </tr> <tr> <td></td> <td>total 9 elem: 129,6 V</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>				<i>Tensão Flutuação (25°C):</i>	<i>Tensão Reforço (boost):</i>	<i>Tensão nominal:</i>	<i>Tensão mínima descarga:</i>	max. por elem.: 13,62 V	min. por elem: 14,1 V	por elem.: 12 V	por elem.: 10,5 V	total 9 elem: 122,6 V	max. por elem: 14,4 V	total 9 elem: 108 V	total 9 elem: 94,5 V		total 9 elem: 129,6 V																																				
<i>Tensão Flutuação (25°C):</i>	<i>Tensão Reforço (boost):</i>	<i>Tensão nominal:</i>	<i>Tensão mínima descarga:</i>																																																		
max. por elem.: 13,62 V	min. por elem: 14,1 V	por elem.: 12 V	por elem.: 10,5 V																																																		
total 9 elem: 122,6 V	max. por elem: 14,4 V	total 9 elem: 108 V	total 9 elem: 94,5 V																																																		
	total 9 elem: 129,6 V																																																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Tensão final de teste</td> <td>99,9 V</td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>Tensão do Carregador</td> <td>n/a V</td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>Corrente saída carregador</td> <td>n/a A</td> <td colspan="4" style="text-align: center;">Valores por Elemento (célula)</td> </tr> <tr> <td>Corrente da Bateria 1</td> <td>40,3 A</td> <td>Total</td> <td>Média</td> <td>Max</td> <td>Min</td> </tr> <tr> <td>Tensão da Bateria</td> <td>101,55 V</td> <td>101,6 V</td> <td>11,289 V</td> <td>11,33</td> <td>11,232 V</td> </tr> <tr> <td>Temperatura Ambiente</td> <td>20 °C</td> <td colspan="4"></td> </tr> </table>				Tensão final de teste	99,9 V					Tensão do Carregador	n/a V					Corrente saída carregador	n/a A	Valores por Elemento (célula)				Corrente da Bateria 1	40,3 A	Total	Média	Max	Min	Tensão da Bateria	101,55 V	101,6 V	11,289 V	11,33	11,232 V	Temperatura Ambiente	20 °C																		
Tensão final de teste	99,9 V																																																				
Tensão do Carregador	n/a V																																																				
Corrente saída carregador	n/a A	Valores por Elemento (célula)																																																			
Corrente da Bateria 1	40,3 A	Total	Média	Max	Min																																																
Tensão da Bateria	101,55 V	101,6 V	11,289 V	11,33	11,232 V																																																
Temperatura Ambiente	20 °C																																																				
O executante Fábio Santos Data: 11/12/2019 O Responsável José Guerra																																																					



DTM

BOLETIM DE INSPEÇÃO E ENSAIOS

BATERIA: 110V - Grupo 5

Tipo: ACIDA 110V 2x155Ah/10h MARATHON M12V155FT

Local: **Belver Central**

Data: 11/12/2019

Hora: 13:51

Nº trabalho: 610956685

Bateria 1

Elem Nº	Tensão V	Densid. kg/l	Nível OK (S/N)	Temp. °C
1	11,113			22
2	11,176			
3	11,118			
4	11,167			
5	11,127			
6	11,076			
7	11,115			
8	11,072			
9	11,067			22

Obs _____

Tensão Flutuação (25°C):

max. por elem.: 13,62 V

total 9 elem.: 122,6 V

Tensão Reforço (boost):

min. por elem: 14,1 V

max. por elem: 14,4 V

total 9 elem: 129,6 V

Tensão nominal:

por elem.: 12 V

total 9 elem: 108 V

Tensão mínima descarga:


por elem.: 10,5 V

total 9 elem: 94,5 V

Tensão final de teste	99,9 V						
Tensão do Carregador	n/a V						
Corrente saída carregador	n/a A	Valores por Elemento (célula)					
Corrente da Bateria 1	40,3 A	Total	Média	Max	Min		
Tensão da Bateria	99,97 V	100,031 V	11,11 V	11,18	11,067		V
Temperatura Ambiente	20 °C						

O executante
Fábio Santos
Data: 11/12/2019
O Responsável
José Guerra

Leituras de dados do carregador das baterias

 DTM	BOLETIM DE INSPEÇÃO E ENSAIOS						Local: Belver	
	BATERIA:						Central	
	Tipo: ACIDA 110V 2x155Ah/10h MARATHON M12V155FT						Data: 11/12/2019	
							Nº trabalho: 610956685	
Medidas a retirar do rectificador e leituras a realizar na saída para os recetores (consumidores)								
Nº	Hora Real hh:mm	Hora hh:mm	Carregador de baterias		Aparelhos de Medida			Observações
			Tensão Udc bat V	Corrente Idc bat A	Tensão saída A	Tensão Bateria V	Corrente Bateria 1 A	
1	09:51	Pré-Teste	122	2	119,95	122,82	0,1	Antes do Teste - Medida 0
2	10:35	00:00	---	---	---	110,1	40,3	Início do Teste - Medida 1
3	11:35	01:00	---	---	---	109,09	40,3	Medida 2
4	12:35	02:00	---	---	---	106,16	40,3	Medida 3
5	13:35	03:00	---	---	---	101,55	40,3	Medida 4
6	13:51	03:16	---	---	---	99,97	40,3	Fim do Teste - Medida 5
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								
Obs: _____								

O executante Fábio Santos Data: 11/12/2019 O Responsável José Guerra								

Dados do carregador de baterias

Carregador de Baterias

Local	Central de Belver - 110V Grupo 5			
Tipo de Carregador	CIB S 110V/6x20A C/miniPSM			
Fabricante	Efacec (1508-0676)			
Data de Entrada em Serviço	29/04/2009			

Parametros				
	Bateria		Por elemento	
	de Origem	Atuais	B.I.E	Real
	U flutuante (V)	122,5	122,5	13,61111
U reforço (V)	125,6	125,6	13,95556	13,95556
Udc max. (V)	139	139	15,44444	15,44444
Udc min. (V)	110	110	12,22222	12,22222
Ubat final (V)	100	100	11,11111	11,11111
deltaUbat (V)	6,89	10	0,765556	1,111111
Uac max. (V)	251	251	251	251
Uac min. (V)	189	189	189	189
Atraso AC (s)	30	30		
I bat lim. (A)	30	30	30	30
Cap. Bat. (Ah)	300	300	300	300
Tmax (°C)	35	35	35	35
Uk2(V)		124,5		124,5

Valores em serviço normal		
	Bateria	Por elemento
Idc (A)	2	
Idc bat (A)	0-1	
Udc (V)	122	
Uac R (V)	229	
Uac S (V)	230	
Uac T (V)	228	
Temp bat (°C)	20	

Anexo A.6 - Cálculo da Capacidade da Bateria 1 da Central de Belver

BATERIAS DE ACUMULADORES
do tipo Ácidas VRLA

CALCULO DA CAPACIDADE

Teste Performance
Método de Tempo Ajustado

Local	Central de Belver - Bat 1 - 110V Grupo 5	
Tipo de Células	MARATHON M12V155FT	
Capacidade nominal	155	Ah/10h 1,8V/cel 20°C
Cap. nom. p/ tempo de teste	120,90	Ah/3h @1,85V/cel
Data de Entrada em Serviço	07/06/2019	
Data do Teste	11/12/2019	
Hora de Início	10:35	Duração Real do Teste 3:16
Hora de Fim	13:51	
Temperatura Inicial	19 °C	
Tensão Mínima	99,9 V	1,85 V/elem

	Taxa de Descarga	Tempo (t _i)
Valores Nominais	40,30 A	180 min

	Taxa de Descarga	Tempo (t _a)
Dados Reais	40,3 A	196 min

Factor correcção Temp.(K_T) 0,994

Capacidade Calculada	109,55 %
Capacidade Total Retirada	131,65 Ah

Instruções de preenchimento:

- 1º- Inserir dados relativos ao resultado do Teste de Performance
- 2º- As Taxas de descarga podem ser em Ampére ou Watt
- 3º- Os Tempos podem ser em minutos ou horas
- 4º- Para obter o factor de correcção de temperatura, verificar a seguinte tabela ou consultar tabela do

Initial temperature (°C)	Temperature correction factor K _T	Initial temperature (°C)	Temperature correction factor K _T	Initial temperature (°C)	Temperature correction factor K _T
5	0.684	22	0.966	30	1.045
10	0.790	23	0.977	31	1.054
15	0.873	24	0.986	32	1.063
16	0.888	25	1.000	33	1.072
17	0.902	26	1.006	34	1.081
18	0.916	27	1.015	35	1.090
19	0.929	28	1.025	40	1.134
20	0.942	29	1.036	45	1.177
21	0.954	—	—	—	—

Nota: Para maior detalhe do cálculo de capacidade deve ser consultado o documento em anexo a este relatório denominado “BV - 110V - Grupo 5 - Teste - Calculo de Capacidade-Bateria 1.xls”.

Anexo A.7 - Cálculo da Capacidade da Bateria 1 da Central de Alqueva II

BATERIAS DE ACUMULADORES
do tipo Ácidas VRLA

CALCULO DA CAPACIDADE

Teste Performance
Método de Tempo Ajustado

Local	Central de Alqueva II - 110V Serv Auxiliares - Bat 1	
Tipo de Células	PowerSafe 4 OPzV 200	
Capacidade nominal	215	Ah/10h @ 1,8V/cel
Cap. nom. p/ tempo de teste	191,50	Ah/5h @1,75V/cel
Data de Entrada em Serviço	01/02/2012	
Data do Teste	22/01/2020	
Hora de Início	09:57	Duração Real do Teste 5:47
Hora de Fim	15:44	
Temperatura Inicial	23 °C	
Tensão Mínima	94,5 V	1,75 V/elem
Valores Nominais	Taxa de Descarga 38,30 A	Tempo (t _n) 300 min
Dados Reais	Taxa de Descarga 38,3 A	Tempo (t _r) 347 min
Factor correcção Temp.(K _t)	1,018	
Capacidade Calculada	113,62 %	
Capacidade Total Retirada	221,50 Ah	


Instruções de preenchimento:

- 1º- Inserir dados relativos ao resultado do Teste de Performance
- 2º- As Taxas de descarga podem ser em Ampère ou Watt
- 3º- Os Tempos podem ser em minutos ou horas
- 4º- Para obter o factor de correcção de temperatura, verificar a seguinte tabela ou consultar tabela do

Initial temperature (°C)	Temperature correction factor K _T	Initial temperature (°C)	Temperature correction factor K _T	Initial temperature (°C)	Temperature correction factor K _T
5	0.684	22	0.966	30	1.045
10	0.790	23	0.977	31	1.054
15	0.873	24	0.986	32	1.063
16	0.888	25	1.000	33	1.072
17	0.902	26	1.006	34	1.081
18	0.916	27	1.015	35	1.090
19	0.929	28	1.025	40	1.134
20	0.942	29	1.036	45	1.177
21	0.954	—	—	—	—

Nota: Para maior detalhe do cálculo de capacidade deve ser consultado o documento em anexo a este relatório denominado “AQ - 110V Serv Auxiliares - Bat 1 - Teste - Calculo de Capacidade.xls”.

Medições durante o teste

 DTM	BOLETIM DE INSPEÇÃO E ENSAIOS	Local: Alqueva II Central
	BATERIA: <u>110V -Serviços Auxiliares - Bateria 1 CENTRAL</u>	Data: 22/01/2020 Hora: 09:57 Nº trabalho: 610962457
Tipo: ACIDA 110V 215Ah/10h POWERSAFE 4 OPzV 200		

Elem Nº	Tensão V	Densid. Kg/l	Nível OK (S/N)	Temp °C	Elem Nº	Tensão V	Densid. Kg/l	Nível OK (S/N)	Temp °C
1	2,016			24	44	2,0045			
2	2,014				45	2,0148			
3	2,014				46	2,0183			
4	2,016				47	2,0154			
5	2,018				48	2,0141			
6	2,014				49	2,0189			
7	2,014				50	2,0202			24
8	2,012				51	2,0212			
9	2,01				52	1,9915			
10	2,015			24	53	2,0182			
11	2,014				54	2,02			
12	2,012								
13	2,014								
14	2,011								
15	2,007								
16	2,014								
17	2,015								
18	2,013								
19	2,013								
20	2,009			24					
21	2,011								
22	2,017								
23	2,016								
24	2,017								
25	2,014								
26	2,012								
27	2,01								
28	2,019								
29	2,017								
30	2,015			24					
31	2,016								
32	2,015								
33	2,019								
34	2,02								
35	2,017								
36	2,016								
37	2,016								
38	2,017								
39	2,016								
40	2,016			24					
41	2,02								
42	2,017								
43	2,017								

Valores referência:

Tensão nominal: 2 V
 por elem.: 108 V
 total 54 elem: 108 V

Tensão Flutuação (20°C):
 mon. por elem.: 2,25 V
 max. por elem.: 2,25 V
 total 54 elem: 122 V


Tensão Reforço (boost):
 min. por elem.: 2,30 V
 max. por elem.: 2,35 V
 total 54 elem: 127 V

Tensão mínima descarga:
 por elem.: 1,7 V
 total 54 elem: 91,8 V

Obs: _____

Tensão do Carregador	---	V	Valores por Elemento (célula)			
Corrente saída carregador	---	A	Total	Média	Max	Min
Corrente da Bateria	38,3	A	108,79	V	2,015	V
Tensão da Bateria	108,98	V	108,79	V	2,015	V
Temperatura Ambiente	23,8	°C			2,0212	1,9915

O executante Fábio Santos Data: 22/01/2020 O Responsável José Guerra
--

 DTM	BOLETIM DE INSPEÇÃO E ENSAIOS	Local: Alqueva II Central
	BATERIA: <u>110V -Serviços Auxiliares - Bateria 1 CENTRAL</u>	Data: 22/01/2020
	Tipo: ACIDA 110V 215Ah/10h POWERSAFE 4 OPzV 200	Hora: 15:44
		Nº trabalho: 610962457

Elem Nº	Tensão V	Densid. (Kp/l)	Níquel OK (S/N)	Temp. °C	Elem Nº	Tensão V	Densid. (Kp/l)	Níquel OK (S/N)	Temp. °C
1	1,816			27	44	1,680			
2	1,821				45	1,808			
3	1,807				46	1,815			
4	1,838				47	1,731			
5	1,831				48	1,798			
6	1,808				49	1,810			
7	1,815				50	1,822			27
8	1,811				51	1,830			
9	1,798				52	-0,086			32
10	1,814			27	53	1,809			
11	1,820				54	1,788			
12	1,797								
13	1,812								
14	1,805								
15	1,688								
16	1,796								
17	1,806								
18	1,822								
19	1,820								
20	1,801			27					
21	1,810								
22	1,825								
23	1,823								
24	1,821								
25	1,775								
26	1,745								
27	1,781								
28	1,825								
29	1,814								
30	1,817			27					
31	1,796								
32	1,780								
33	1,813								
34	1,807								
35	1,795								
36	1,810								
37	1,809								
38	1,808								
39	1,786								
40	1,800			27					
41	1,828								
42	1,807								
43	1,772								

Valores referência: Tensão nominal: por elem.: 2 V total 54 elem: 108 V

Tensão Flutuação (20°C): Tensão Reforço (boost): Tensão mínima descarga:

mon. por elem.: 2,25 V min. por elem.: 2,30 V por elem.: 1,7 V

max. por elem.: 2,25 V max. por elem. 2,35 V total 54 elem 91,8 V

total 54 elem: 122 V total 54 elem: 127 V


Obs: _____

Tensão do Carregador	---	V	Valores por Elemento (célula)			
Corrente saída carregador	---	A	Total	Média	Max	Min
Corrente da Bateria	38,3	A	95,376	V	1,800	V
Tensão da Bateria	94,46	V	1,8383	-0,086	V	
Temperatura Ambiente	24	°C				

O executante
Fábio Santos
 Data: 22/01/2020
 O Responsável
José Guerra

Nota: Para visualizar os boletins completos da bateria 1 de Alqueva deve ser consultado o documento em anexo a este relatório denominado “AQ - 110V Serv Auxiliares - Bat 1 - Boletins de Inspeção e Ensaios.xls”.

Leituras de dados do carregador das baterias

 DTM	BOLETIM DE INSPEÇÃO E ENSAIOS							Local: Alqueva II Central	
	BATERIA: <u>110V - Serv Auxiliares - Bateria 1 Central</u>							Data: 22/01/2020	
	Tipo: ACIDA 110V 215Ah/10h POWERSAFE 4 OPzV 200							Nº trabalho: 610962457	
Medidas a retirar do retificador e leituras a realizar na saída para os recetores (consumidores)									
Nº	Hora Real hh:mm	Hora hh:mm	No retificador				Aparelhos de Medida		Observações
			Tensão Udc V	Corrente Idc A	Tensão utilizadores V	A	Tensão Bateria V	Corrente Bateria A	
1	09:20	Pré-teste	120	39	121		121,4	0,5	Medida 0
2	09:57	00:00	---	---	---	---	108,98	38,3	Início do Teste - Medida 1
3	10:57	01:00	---	---	---	---	108,45	38,3	Medida 2
4	11:57	02:00	---	---	---	---	106,88	38,3	Medida 3
5	12:57	03:00	---	---	---	---	105,12	38,3	Medida 4
6	13:57	04:00	---	---	---	---	103,36	38,3	Medida 5
7	14:57	05:00	---	---	---	---	100,19	38,3	Medida 6
8	15:44	05:47	---	---	---	---	94,46	38,3	Medida - Fim do Teste
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									
32									
33									
34									
35									
36									
37									
38									
39									
40									
41									
Obs:									
<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>									
							O executante Fábio Santos Data: 22/01/2020 O Responsável José Guerra		

Dados dos carregadores de baterias

Carregador de Baterias

Local	Central de Alqueva II - 110V Serv Auxiliares				
Tipo de Carregador	2 x CIB S 110V/6x20A C/PSM+LTS-DS				
Fabricante	EFACEC				
Data de Entrada em Serviço	01/02/2012				

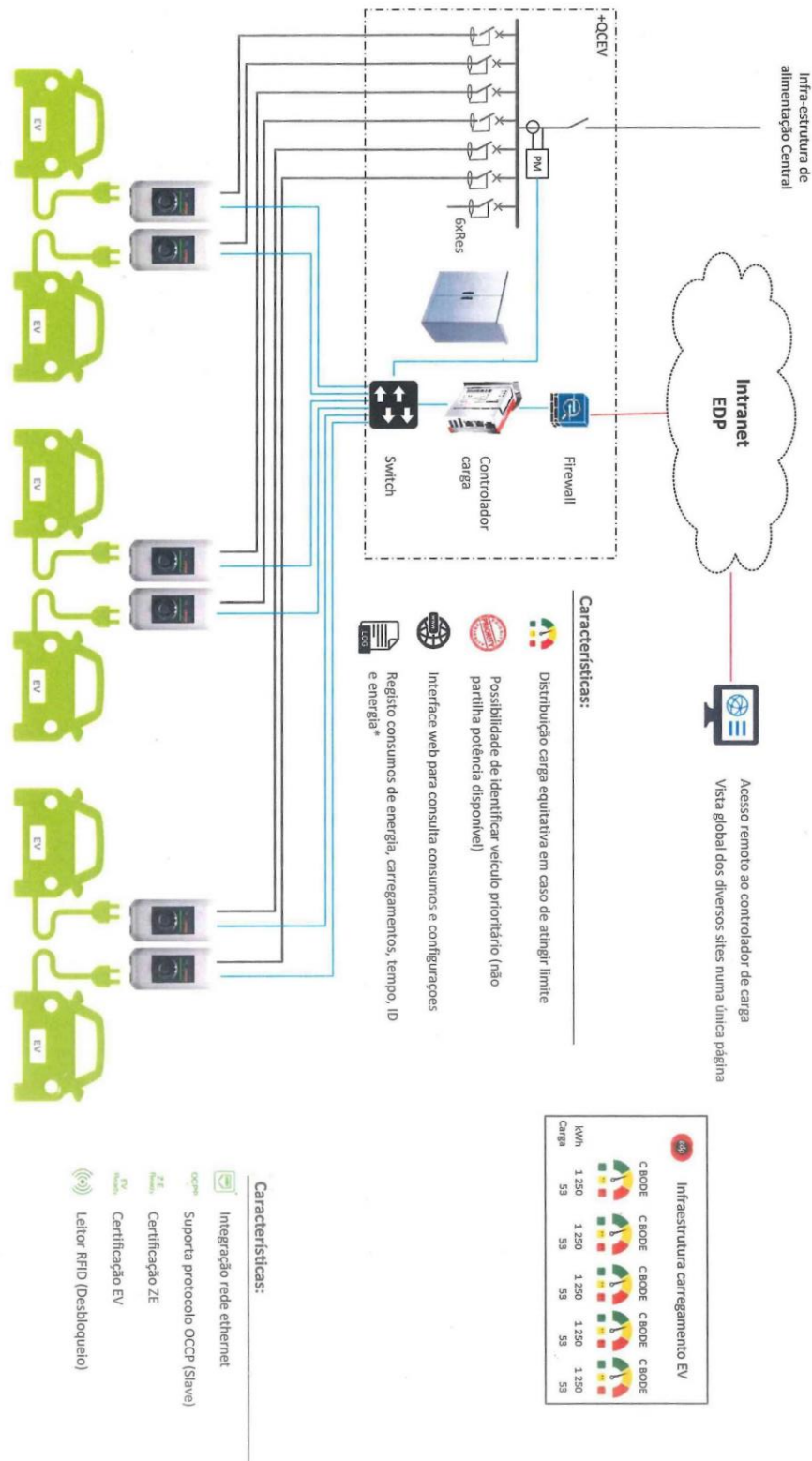
Parâmetros dos 2 carregadores de baterias
3x230 V+N / 50Hz

	Bateria		Por elemento		
	Atuais		CIB 1	CIB 2	
	CIB 1	CIB 2			
Uflutuação	120,5	120,4	2,231	2,230	V
Udc max.	142	142	2,630	2,630	V
Ureforço	126,9	126,9	2,350	2,350	V
Udc min. N1	104,5	104,6	1,935	1,937	V
Udc min. N2	97,2	97,2	1,800	1,800	V
Uac max.	253	253	---	---	V
Delta_Ubat	12	12	---	---	V
Uac min.	180	180	---	---	V
Atraso Ac	10	10	---	---	s
Cbateria	200	200	---	---	Ah
Ibat lim.	30	30	30,000	30,000	Ah
Tmax.	40	40	---	---	°C
Uutil_max	122,5	122,5	2,269	2,269	V
Udc-Ubat2	10	10	---	---	V
Max_Rect AV	>=3	>=2	---	---	
U_LTS ON	122,5	122,5	2,269	2,269	V
Test_Aut_Bat	4332	4332	---	---	h
Desc_Bat	3	3	---	---	%

Valores em serviço normal

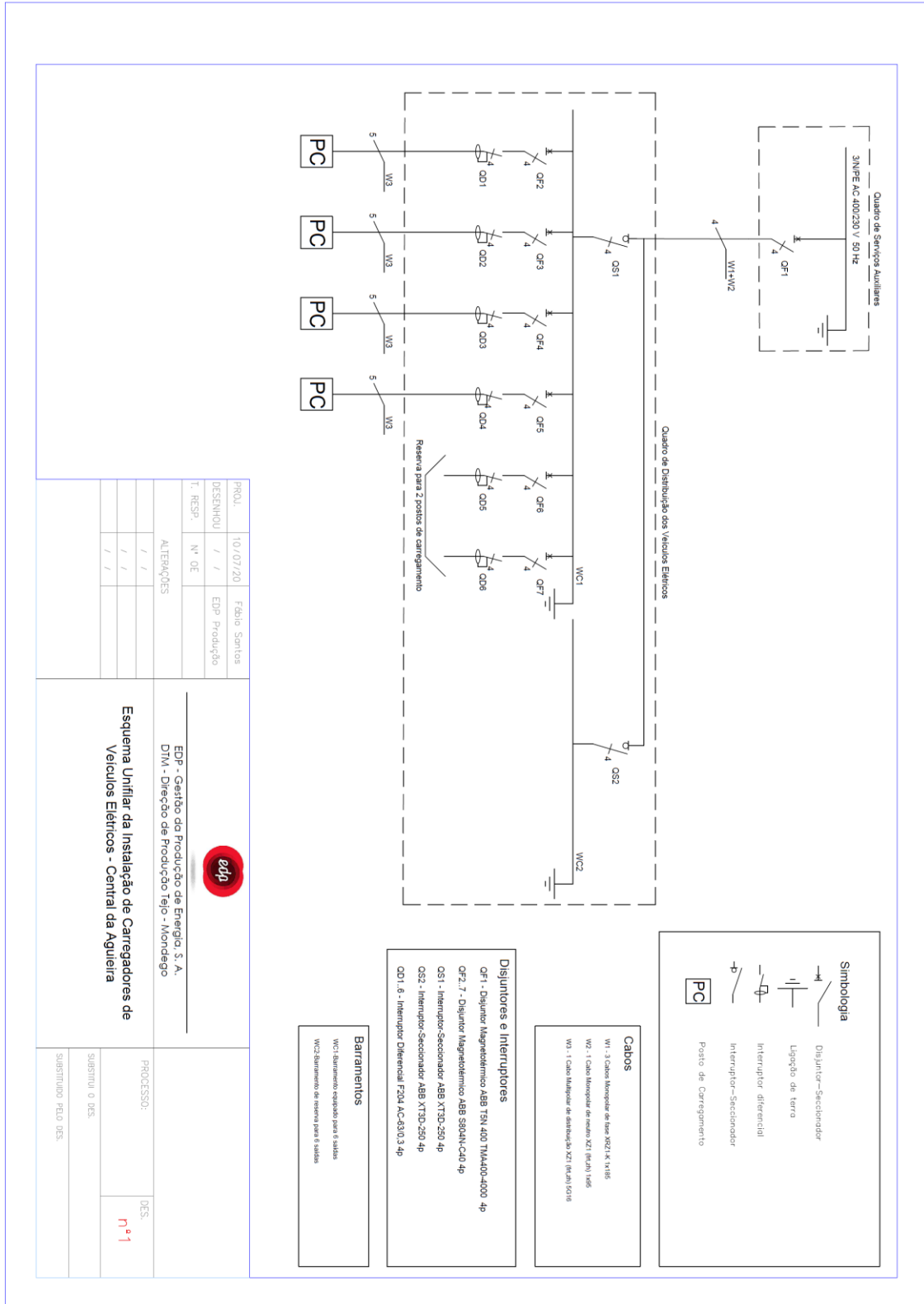
	Bateria		Por elemento		
	Atuais (26°C)		origem	Real	
	CIB 1	CIB 2			
Idc	39	40	39,000	40,000	A
Ibat	3	2	3,000	2,000	A
Udc	120	121	2,222	2,241	V
Uutil	121	121	2,241	2,241	V
Uac R	225	226	---	---	V
Uac S	226	225	---	---	V
Uac T	226	228	---	---	V
Ubat2	124	123	2,296	2,278	V
Icarga	44	42	---	---	A
Temp. Bat.	21	22	---	---	°C
Autonomia estimada	934	952	---	---	min
Udc-Ubat2	-4	-2			

Anexo B - Exemplo Didático das Infraestruturas de Carregamento de Veículos Elétricos

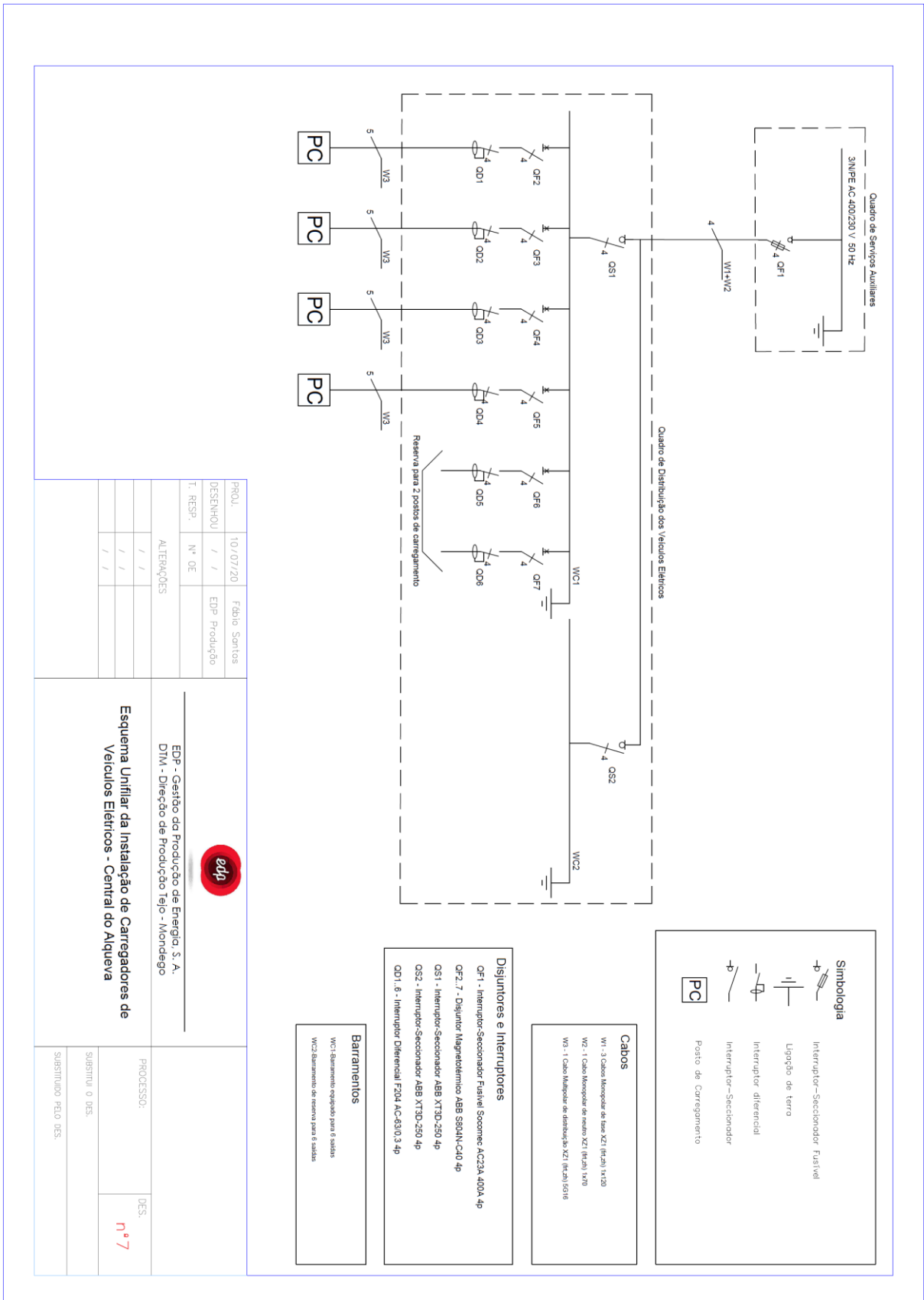


Anexo C - Esquemas Elétricos Unifilares das Instalações de Carregadores de Veículos Elétricos

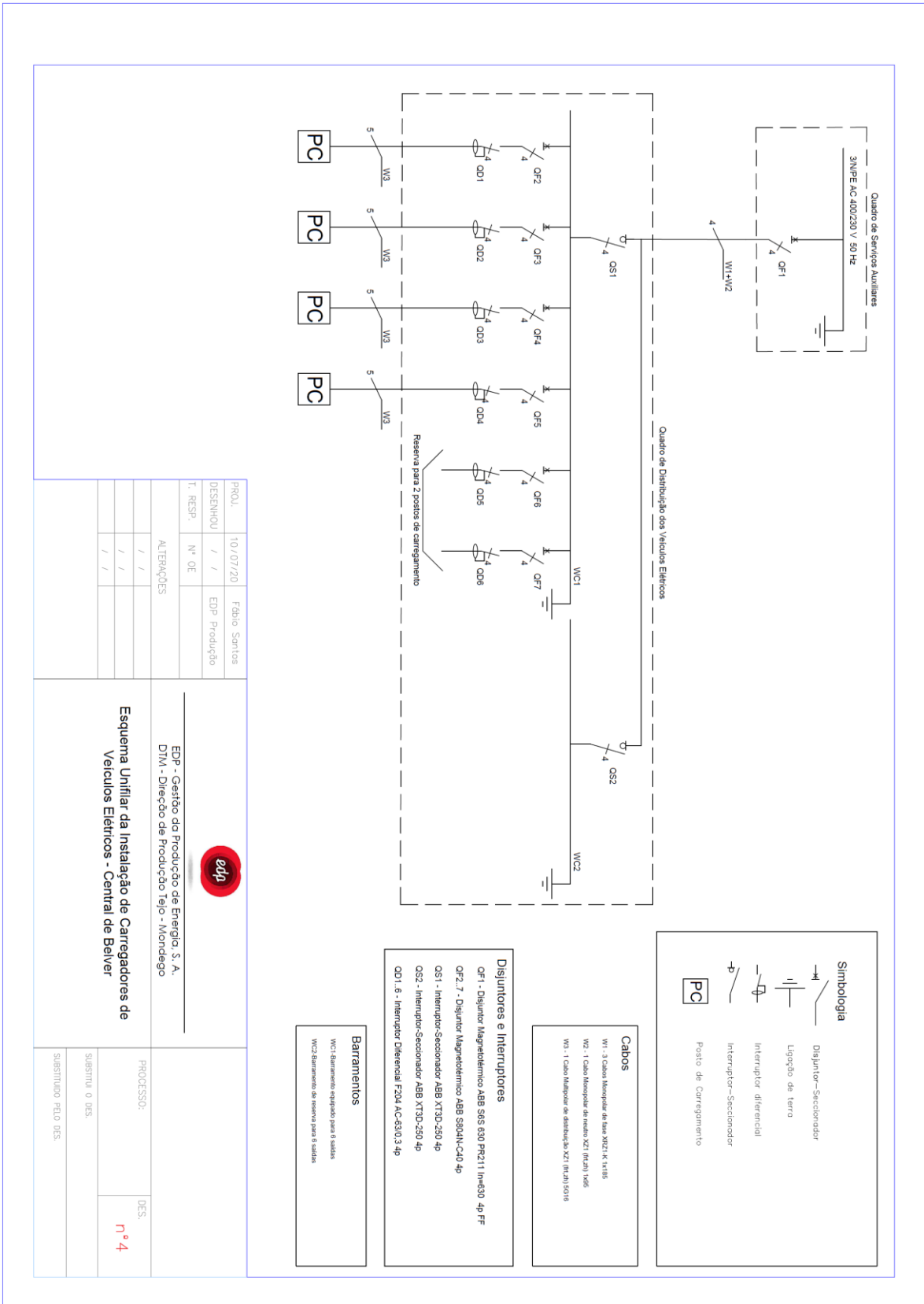
Anexo C.1 - Esquema Unifilar da Agueira



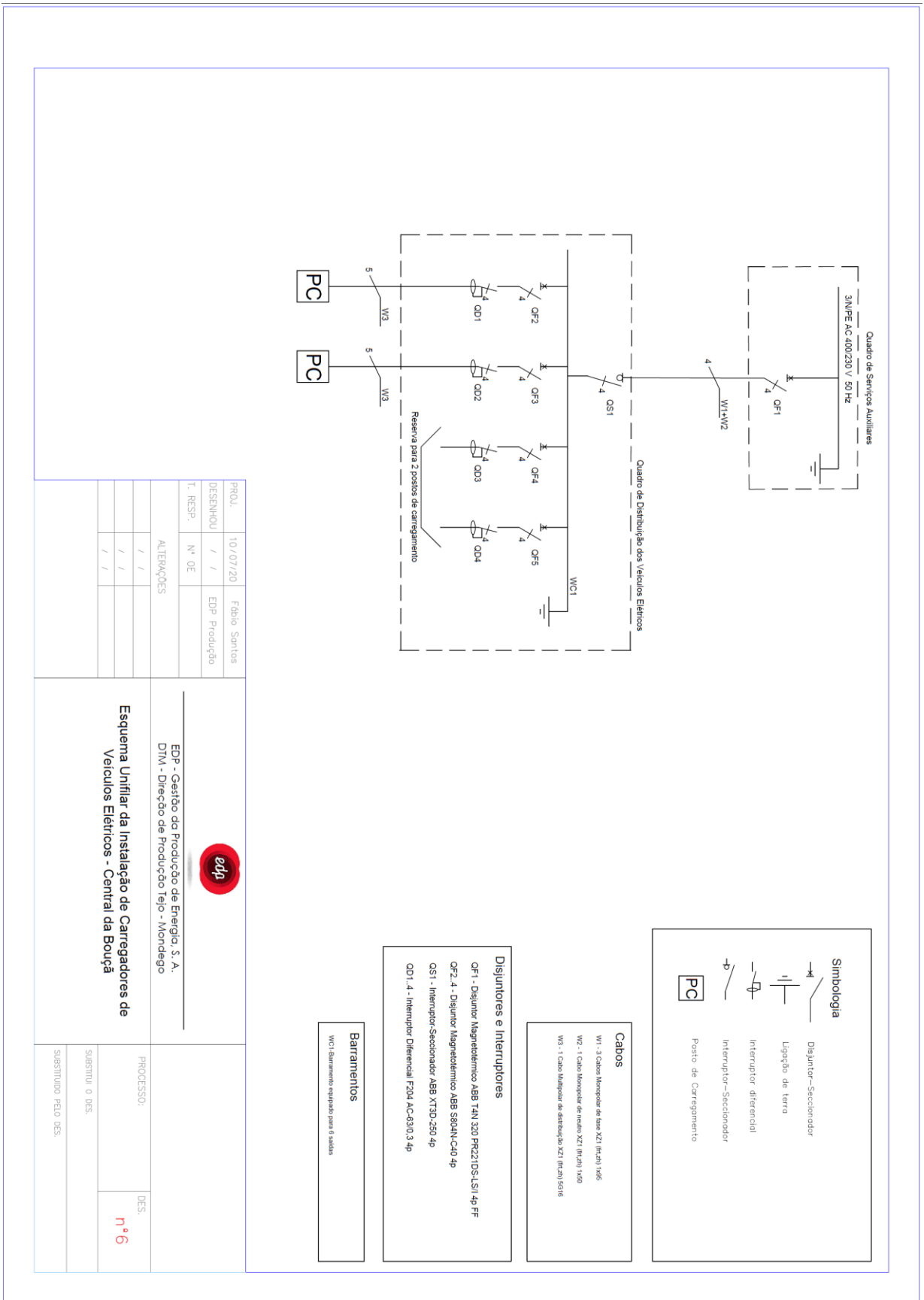
Anexo C.2 - Esquema Unifilar do Alqueva



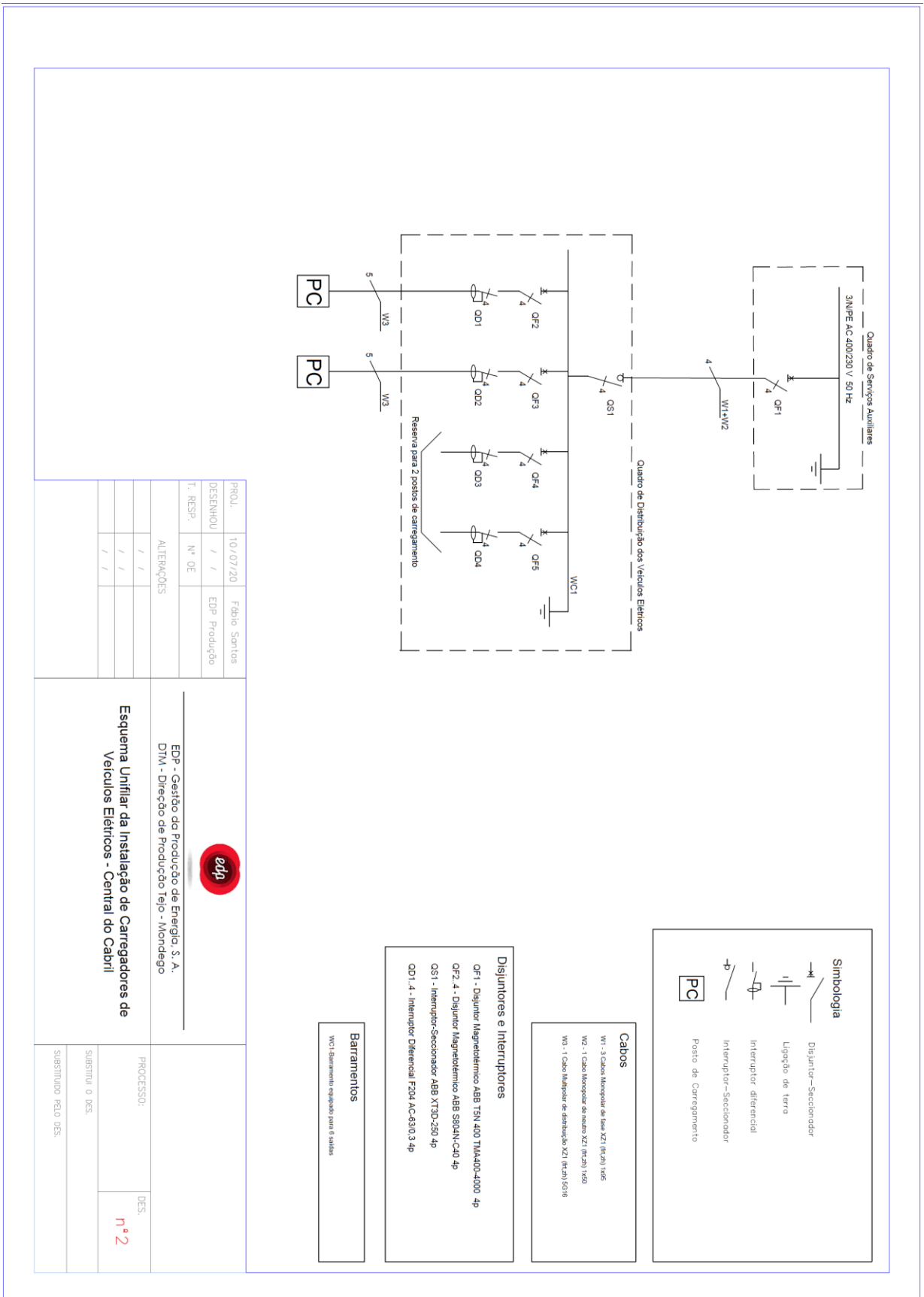
Anexo C.3 - Esquema Unifilar de Belver



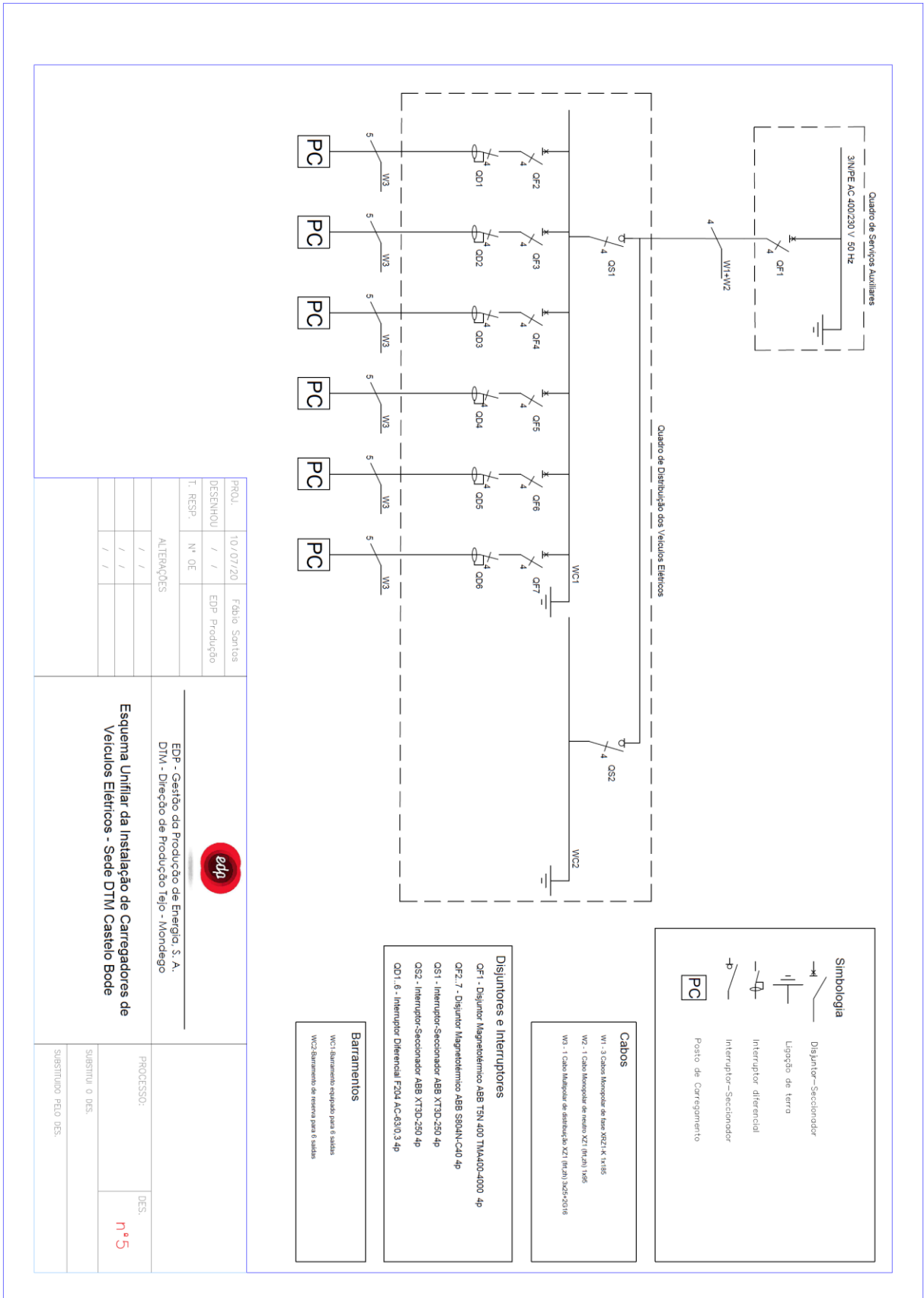
Anexo C.4 - Esquema Unifilar da Bouçã



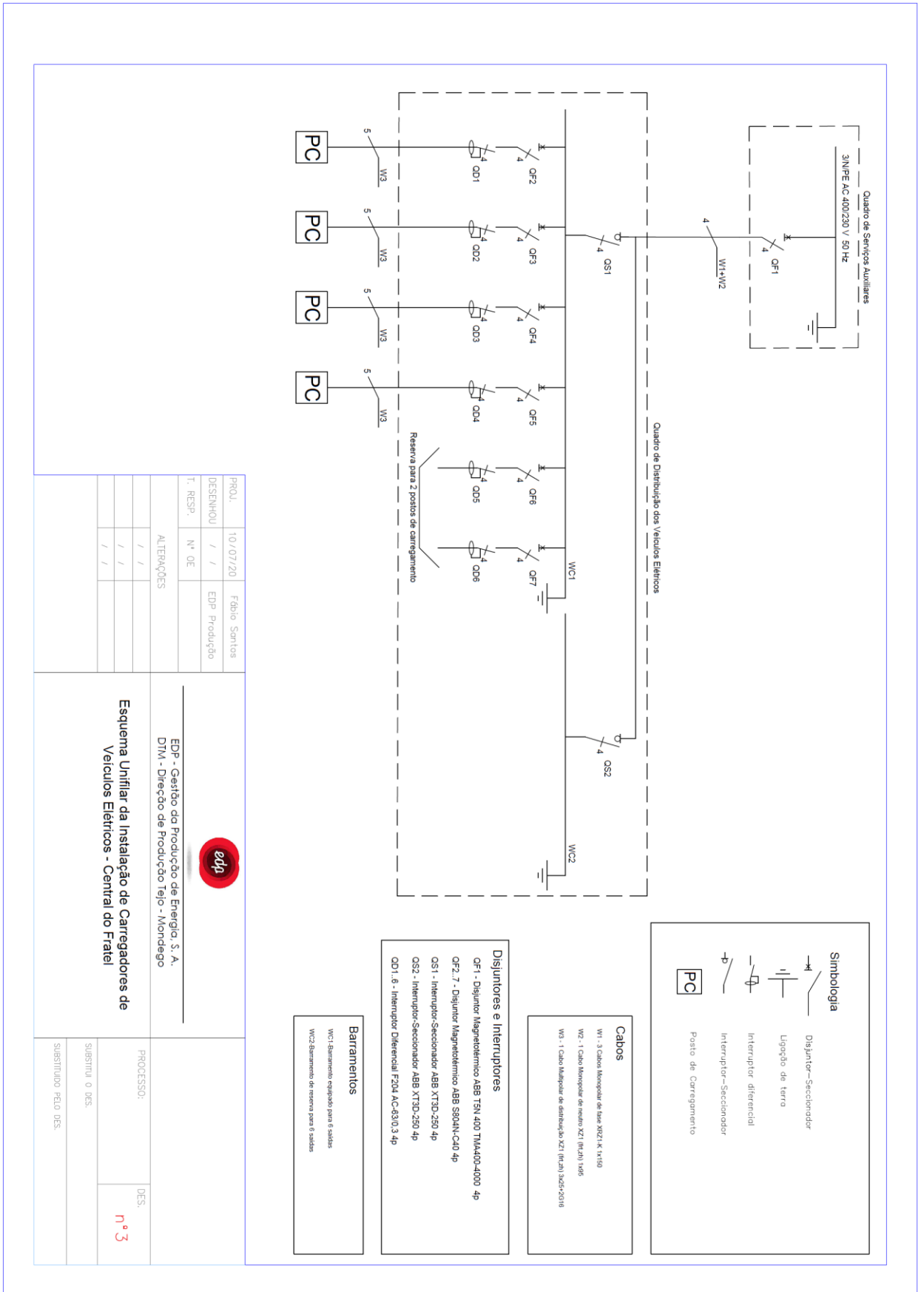
Anexo C.5 - Esquema Unifilar do Cabril



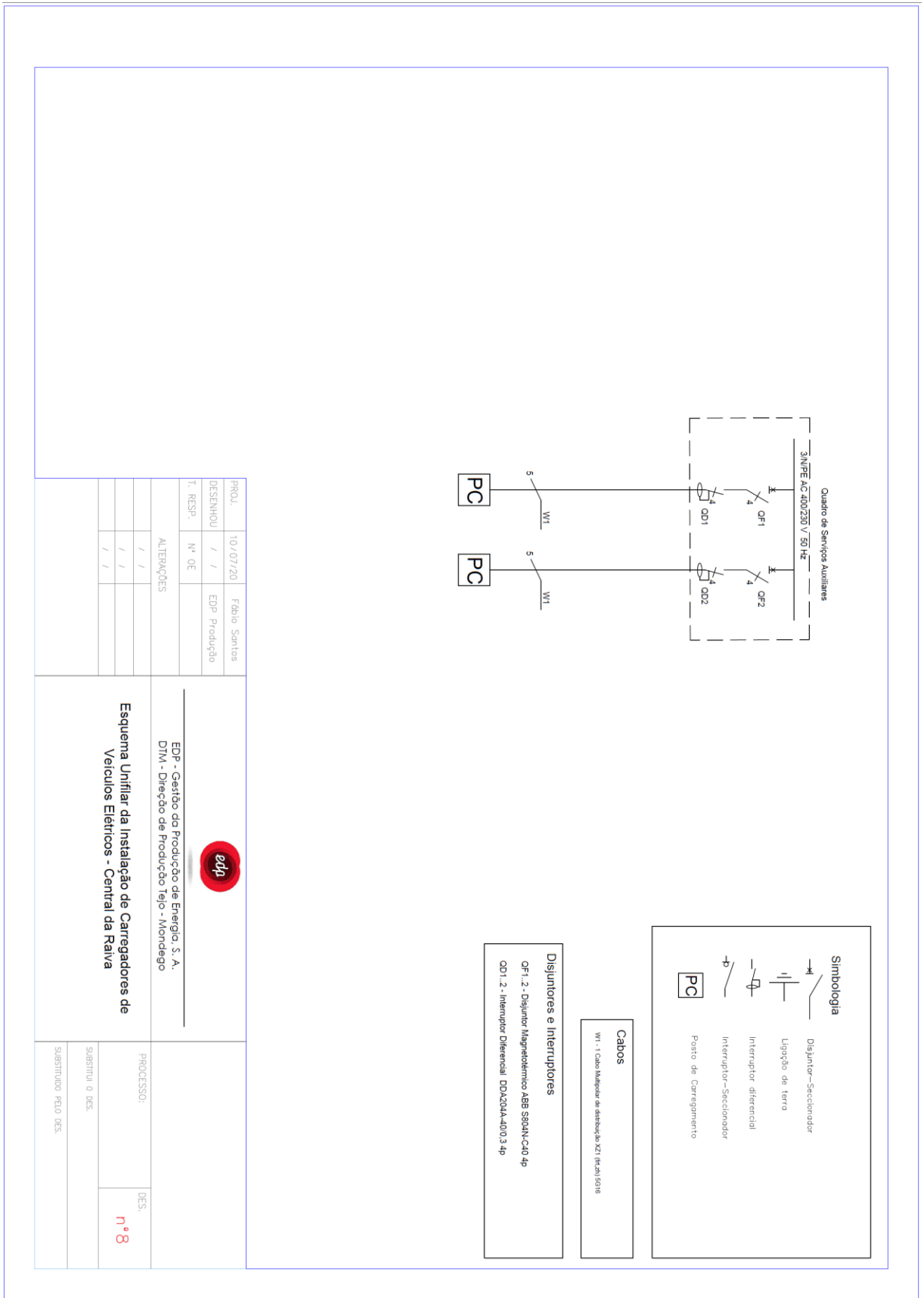
Anexo C.6 - Esquema Unifilar Sede DTM-Castelo do Bode



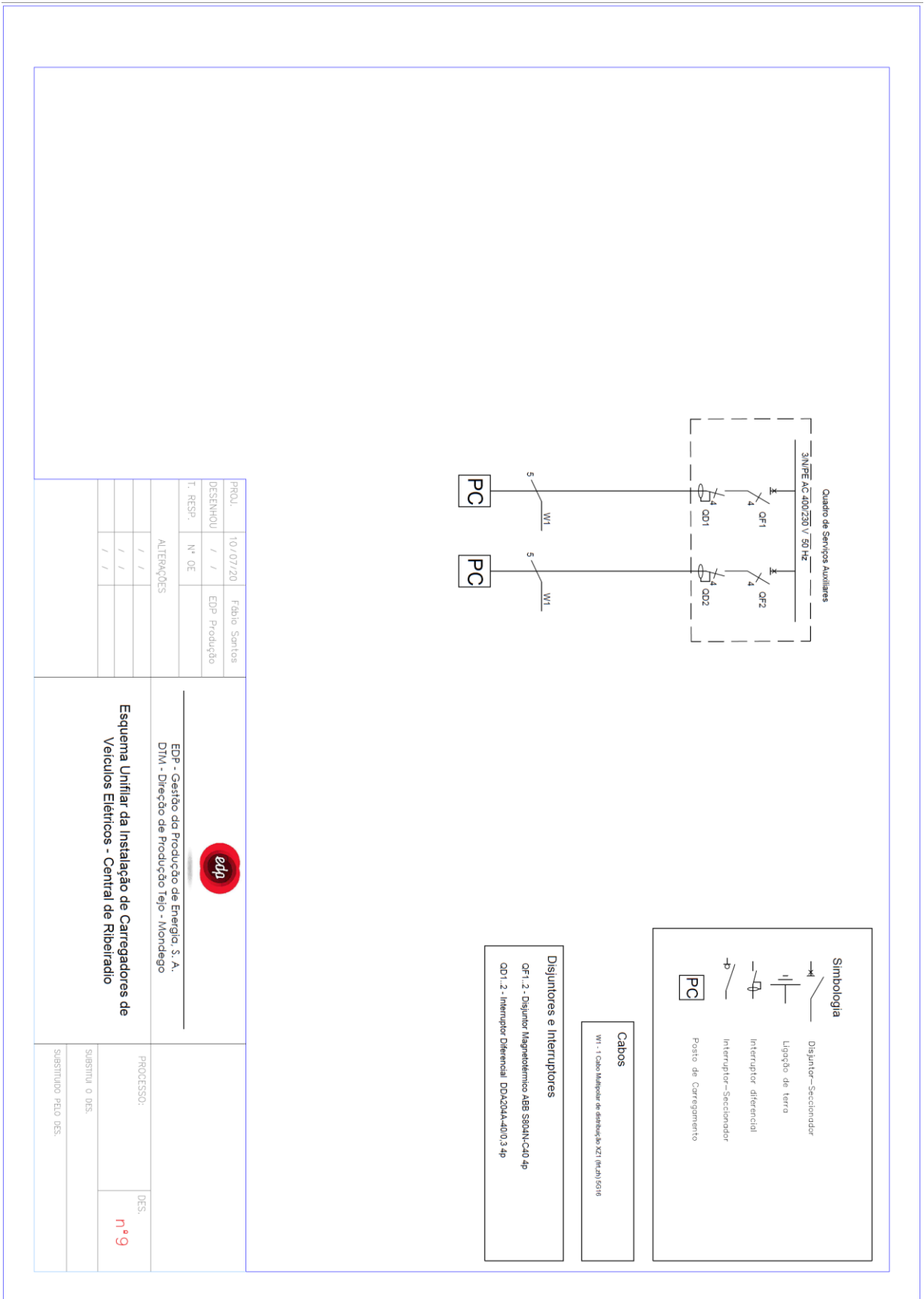
Anexo C.7 - Esquema Unifilar do Fratel



Anexo C.8 - Esquema Unifilar da Raiva



Anexo C.9 - Esquema Unifilar de Ribeiradio



Secção mínima (mm²)		Queda de tensão (%)		Sobrecarga										Curto circuito										SIM
Config	Config	Config	Config	h	h	h	Config	I ₂	145% ⁺ corr	Config	z	z	L _{max} prot. (%)	I _n ⁺ (A)	Config	I _f	k _p	S _p	I _d (A)	Config				
5 ≤ Smin	AU (%)	AU < AU _{max}	AU < AU _{max}	(A)	(A)	(A)	15 ≤ I _n ≤ I ₂ corr	I ₂	12 < 145% ⁺ I ₂ corr	2	z	z	L _{max} prot. (%)	I _n ⁺ (A)	L _{max} prot. < I _n ⁺	I _f	k _p	S _p	I _d (A)	L _{max} prot. < I _d				
OK	0,60	AU max < 5,00	OK	249,1	250,0	275,8	OK	362,5	399,9	OK	0,017	0,005	2500,0	10075,9	OK	1	1	70	14520,9	OK				
OK	1,49	AU max < 5,00	OK	41,5	63,0	91,4	OK	91,35	132,6	OK	0,022	0,093	630,0	2010,2	OK	1	1	16	801,1	OK				
OK	2,09	AU max < 5,00	OK	166,0	250,0	275,8	OK	362,5	399,9	OK	0,019	0,015	2500,0	6651,7	OK	1	1	70	4840,3	OK				
OK	0,28	AU max < 5,00	OK	41,5	63,0	72,0	OK	91,35	104,4	OK	0,019	0,018	630,0	6235,0	OK	1	1	10	4210,9	OK				
OK	1,42	AU max < 5,00	OK	166,0	250,0	275,8	OK	362,5	399,9	OK	0,027	0,010	2500,0	6171,3	OK	1	1	70	7260,4	OK				
OK	0,76	AU max < 5,00	OK	166,0	250,0	275,8	OK	362,5	399,9	OK	0,027	0,010	2500,0	6171,3	OK	1	1	10	871,2	OK				
OK	1,41	AU max < 5,00	OK	41,5	63,0	72,0	OK	91,35	104,4	OK	0,055	0,089	630,0	1604,2	OK	1	1	10	871,2	OK				
OK	2,17	AU max < 5,00	OK	166,0	250,0	275,8	OK	362,5	399,9	OK	0,030	0,003	2500,0	6979,2	OK	1	1	70	30251,8	OK				
OK	0,29	AU max < 5,00	OK	249,1	250,0	275,8	OK	362,5	399,9	OK	0,044	0,121	630,0	1400,2	OK	1	1	16	635,8	OK				
OK	1,93	AU max < 5,00	OK	41,5	63,0	91,4	OK	91,35	132,6	OK	0,039	0,024	2500,0	6640,1	OK	1	1	70	3300,2	OK				
OK	2,22	AU max < 5,00	OK	166,0	250,0	275,8	OK	362,5	399,9	OK	0,033	0,076	630,0	2120,4	OK	1	1	10	1010,6	OK				
OK	2,64	AU max < 5,00	OK	249,1	250,0	275,8	OK	362,5	399,9	OK	0,039	0,034	1300,0	3541,1	OK	1	1	95	1718,0	OK				
OK	1,20	AU max < 5,00	OK	41,5	63,0	91,4	OK	91,35	132,6	OK	0,033	0,076	630,0	2120,4	OK	1	1	10	1010,6	OK				
OK	3,83	AU max < 5,00	OK	249,1	250,0	275,8	OK	362,5	399,9	OK	0,033	0,077	630,0	2101,6	OK	1	1	10	1010,6	OK				
OK	4,09	AU max < 5,00	OK	249,1	250,0	275,8	OK	362,5	399,9	OK	0,038	0,038	1000,0	4863,2	OK	1	1	70	2074,4	OK				
OK	1,21	AU max < 5,00	OK	41,5	63,0	72,0	OK	91,35	104,4	OK	0,033	0,080	630,0	2492,3	OK	1	1	10	1263,3	OK				
OK	5,30	AU max < 5,00	OK	249,1	250,0	275,8	OK	362,5	399,9	OK	0,033	0,097	630,0	1776,6	OK	1	1	25	777,4	OK				
OK	4,19	AU max < 5,00	OK	249,1	250,0	275,8	OK	362,5	399,9	OK	0,033	0,097	630,0	1776,6	OK	1	1	10	777,4	OK				
OK	0,94	AU max < 5,00	OK	41,5	63,0	72,0	OK	91,35	104,4	OK	0,033	0,097	630,0	1776,6	OK	1	1	10	777,4	OK				
OK	1,53	AU max < 5,00	OK	41,5	63,0	72,0	OK	91,35	104,4	OK	0,033	0,097	630,0	1776,6	OK	1	1	10	777,4	OK				
OK	1,76	AU max < 5,00	OK	249,1	250,0	275,8	OK	362,5	399,9	OK	0,033	0,097	630,0	1776,6	OK	1	1	10	777,4	OK				
OK	1,76	AU max < 5,00	OK	41,5	63,0	72,0	OK	91,35	104,4	OK	0,033	0,112	630,0	1813,2	OK	1	1	10	673,7	OK				
OK	0,94	AU max < 5,00	OK	249,1	250,0	275,8	OK	362,5	399,9	OK	0,033	0,097	630,0	1776,6	OK	1	1	10	777,4	OK				
OK	0,94	AU max < 5,00	OK	41,5	63,0	72,0	OK	91,35	104,4	OK	0,033	0,097	630,0	1776,6	OK	1	1	10	1263,3	OK				

Nota: Para visualizar o cálculo completo da secção técnica em maior detalhe , deve ser consultado o documento em anexo a este relatório denominado “*Dimensionamento-IE-VE-DTM.xlsx*”.

Nota: Para visualizar os dados do cabos elétricos em maior detalhe, bem como o cálculo da secção económica, deve ser consultado o documento em anexo a este relatório denominado “*VE_Orçamentação_Medidas_M.D.xlsx*”.

Anexo F - Memória Descritiva do Projeto de Infraestruturas de Postos de Carregamento

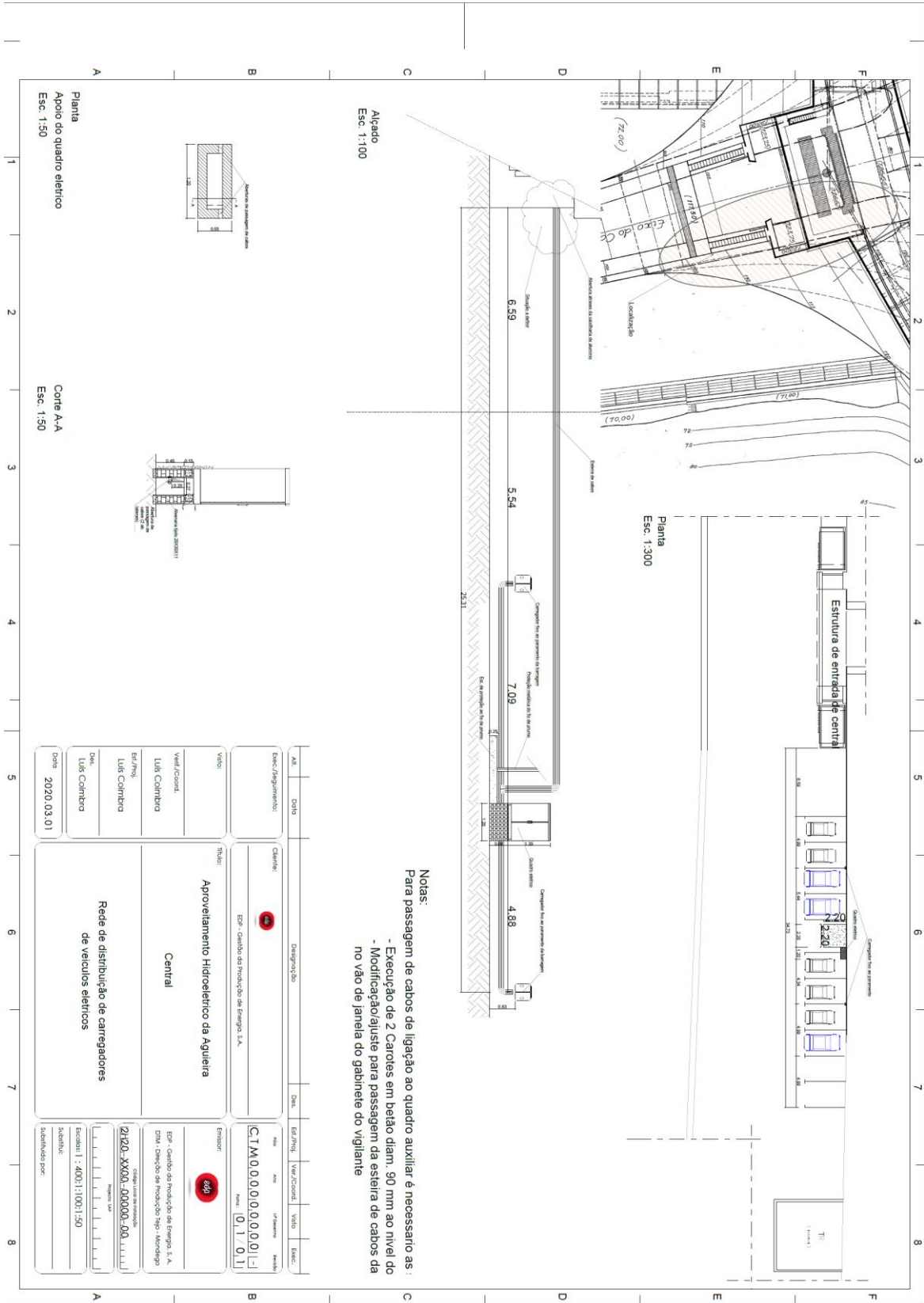
Exemplo-Central Hidroelétrica da Aguireira

Mapa de Medições Orçamento-Caminhões-Cabo e outros Materiais						
Índice	Código SAP	Referência	Fabricante	Designação Técnica	Especificações	Quantidade Total
1.				Caminhões de cabos Caminhão de cabos em chapas PVC 60 (60x200mm) de esp. 0,8mm, com 4 furos para a fixação da maquiagem com espessura de 2 mm, em Apo Galvanizado a quente após maquiagem com espessura de 2 mm. O caminho de cabos deverá ser fabricado e testado de acordo com a norma DIN EN 61537 ou com a DIN VDE 0639.		
1.1.	Por definir	6056792	080	-3 metros de estira na saída das máquinas -12 metros de estira de distribuição (ED) -12 metros de estira de OD até ao último carregador.		84
1.1.1.	Por definir	6052210	080	Tampa não perfurada DN12 200 FS de aço galvanizado pelo método Sendzimir com 200 mm de largura e 5 mm de espessura.		84
1.1.1.1.	Por definir	6085600	080	Grampo para tampa, universal DN12 A2, São utilizados 4 ou 6 grampos para tampas, garantido assim uma fixação segura de uma tampa de 3 m.		198
1.1.2.	Por definir	6424732	080	Suportes horizontais para a parede, Condutores médios MWA 12 215 FS de galvanizado pelo método Sendzimir, incluindo: -Parafuso M16x25 para a fixação em perfil LN. Cobertura dos apoios de metro em metro.		35
1.1.3.	Por definir	6067603	080	União para B.V.K. 60 FT União longitudinal para a ligação esta de camhões de cabos em chapas e acessórios com 60 mm de altura lateral.		53
1.2	Por definir	1112708	080	Perfil C tipo AMS3538 em aço galvanizado pelo método Sendzimir para médias cargas, e para instalação de cabos em camhões com abajures 185 com base em forma de maibou. Suportes horizontais para a parede, Condutores médios MWA 12 215 FS de galvanizado pelo método Sendzimir, incluindo: -Parafuso M16x25 para a fixação em perfil LN. -2000 mm de comprimento/35 mm de largura/2 mm de espessura. -Cabo 2000 mm de perfil ovalado a 10 apoios de 20 cm (largura do caminho de cabo).		16
2				Abraçadeiras de Serrilha Abraçadeira de fivela com serrilha, em poliamida 6.6 cor preto. Diâmetro de aperto máximo: 100 mm, Comprimento: 365 mm. Cobertura de abraçadeiras de 0,5 m em 0,5 m		1000
2.1	Por definir					1000
3.				Terminais de ohal Terminal de ohal fabricado em cobre eletrolítico com um acabamento estanhado para melhorar o contacto eléctrico, para ligar o quadro de alimentação dos serviços auxiliares. -Terminal de ohal para cabos monopolares de secção de 185 mm ² (fase); -Furção com Ø 12 mm para encaixar no terminal do diluitor; -Largura da ponta do terminal ohal (N) não deverá exceder os 40 mm (largura do terminal do diluitor); -Largura da ponta do terminal ohal (N) não deverá exceder os 40 mm (largura do terminal do diluitor). Os terminais devem ter as seguintes características: -Terminal de ohal para cabos monopolares de secção de 95 mm ² (neutro); -Terminal de ohal para cabos monopolares de secção de 40 mm (largura do terminal do diluitor); -Largura da ponta do terminal ohal (N) não deverá exceder os 40 mm (largura do terminal do diluitor); -Largura da ponta do terminal ohal (N) não deverá exceder os 40 mm (largura do terminal do diluitor). Terminal de ohal fabricado em cobre eletrolítico com um acabamento estanhado para melhorar o contacto eléctrico, para ligar os terminais do diluitor de entrada do quadro de distribuição. -Terminal de ohal para cabos monopolares de secção de 95 mm ² (neutro); -Furção com Ø 16 mm para encaixar no terminal do diluitor; -Largura da ponta do terminal ohal (N) não deverá exceder os 40 mm (largura do terminal do diluitor); -Largura da ponta do terminal ohal (N) não deverá exceder os 40 mm (largura do terminal do diluitor).		
3.1.	20070768					20
3.2.	20070760					20
3.3.	2008380/2006168					20
3.4.	Por definir					20
4.				Ponteiros Ponteiros isolados fabricados em tubo de cobre eletrolítico com acabamento superficial estanhado, para melhorar o contacto eléctrico, com alta condutibilidade e estabilidade a corrosão. Ponteiros para ligar os cabos de distribuição à saída do quadro de distribuição para a cabina de secção de 16 mm ² .		
4.1.	Por definir					100
5.				Fixação de Camhões de Cabos Parafusos/Buchas/Anilhas Buchas, Metalúrgica Esp. Sae 304258 em aço inox A2 M2x60 com furção na parede Ø 10 mm		
5.1.	Por definir	78461004000	Pecof			198
5.2.	Por definir	93381006000	Pecof	Parafuso estanhado exterior Jactet DN9213/100x17 inox A2, M6x50		198
5.3.	Por definir	90216106000	Pecof	Anilha de Alta Larg. DIN9021/100/093 inox A2, M6		198
6.				Marque Termométrica Aplicação em A3		
7.				Material de Fixação dos Carregadores para parede Perfil C, M6x502 em aço inox A2 para grandes cargas, para instalação individual de estruturas de suporte para, por exemplo, VMS por unidade na fixação de carregadores à parede. (com parafusos M6x100mm que vêm com os carregadores) (com o suporte de suporte para o carregador) (com parafusos M6x100mm que vêm com os carregadores). Anilha de alta largura para a parede, para instalação exterior por trás do carregador. -2000 mm de comprimento/40 mm de largura/2,25 mm de espessura.		
7.1.	Por definir	1119600	080			4

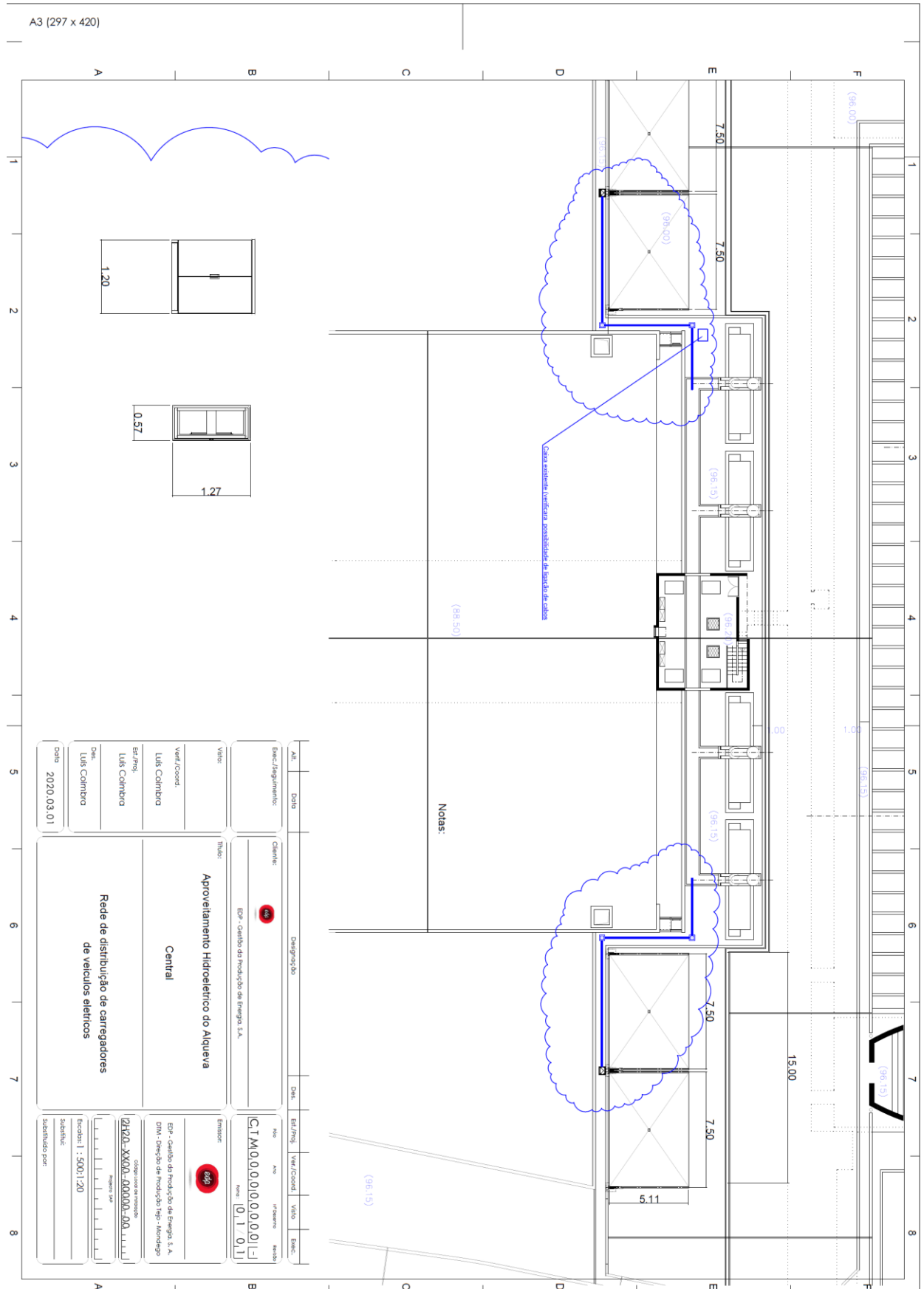
Nota: Para visualizar a memória descritiva completa (para todas as centrais e com todos os materiais necessários para o projeto) deve ser consultado o documento em anexo a este relatório denominado “*VE_Orçamentação_Medidas_M.D.xlsx*”.

Anexo G - Plantas da Rede de Carregadores

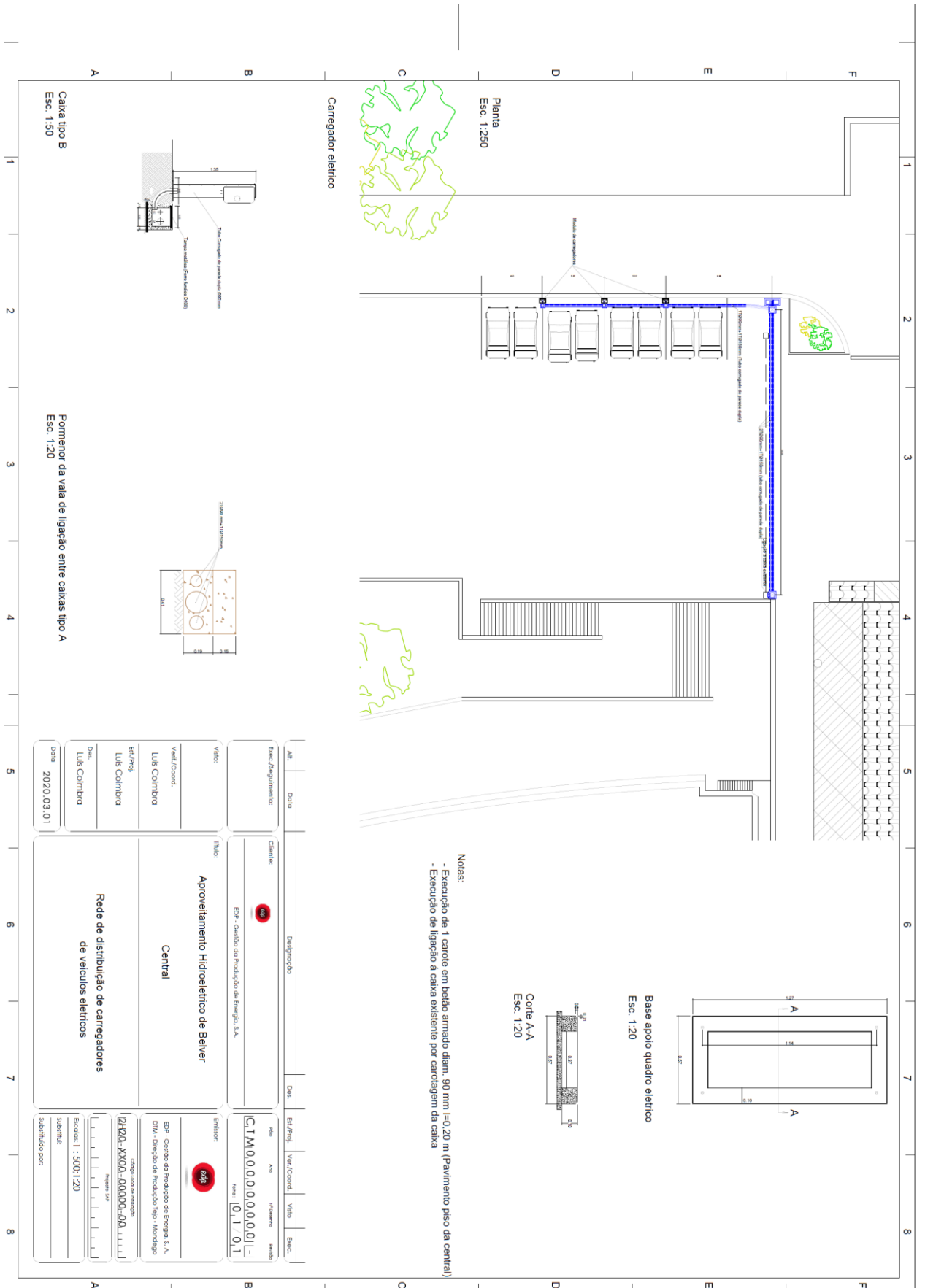
Anexo G.1 - Rede de Carregadores Agueira



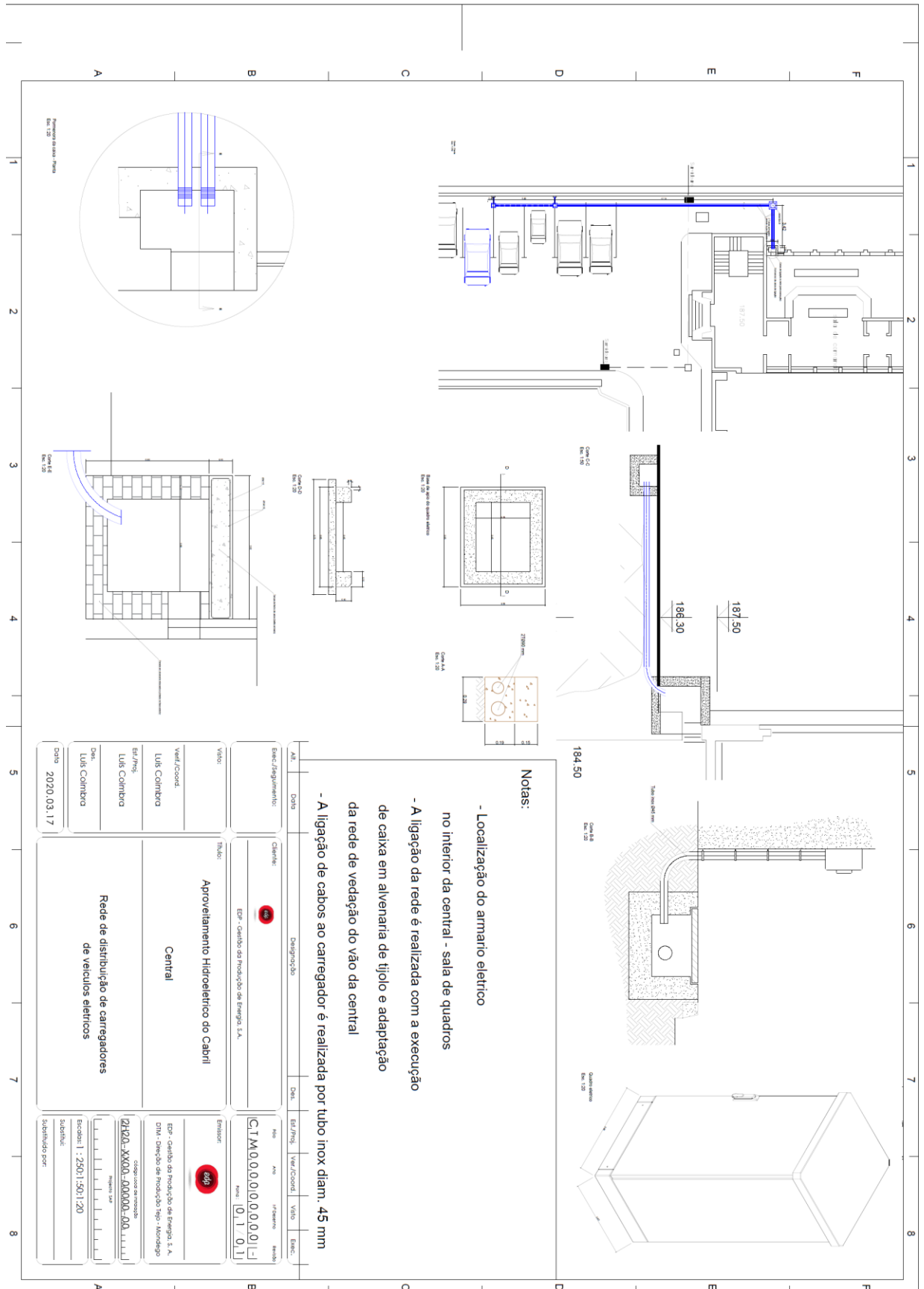
Anexo G.2 - Rede de Carregadores Alqueva



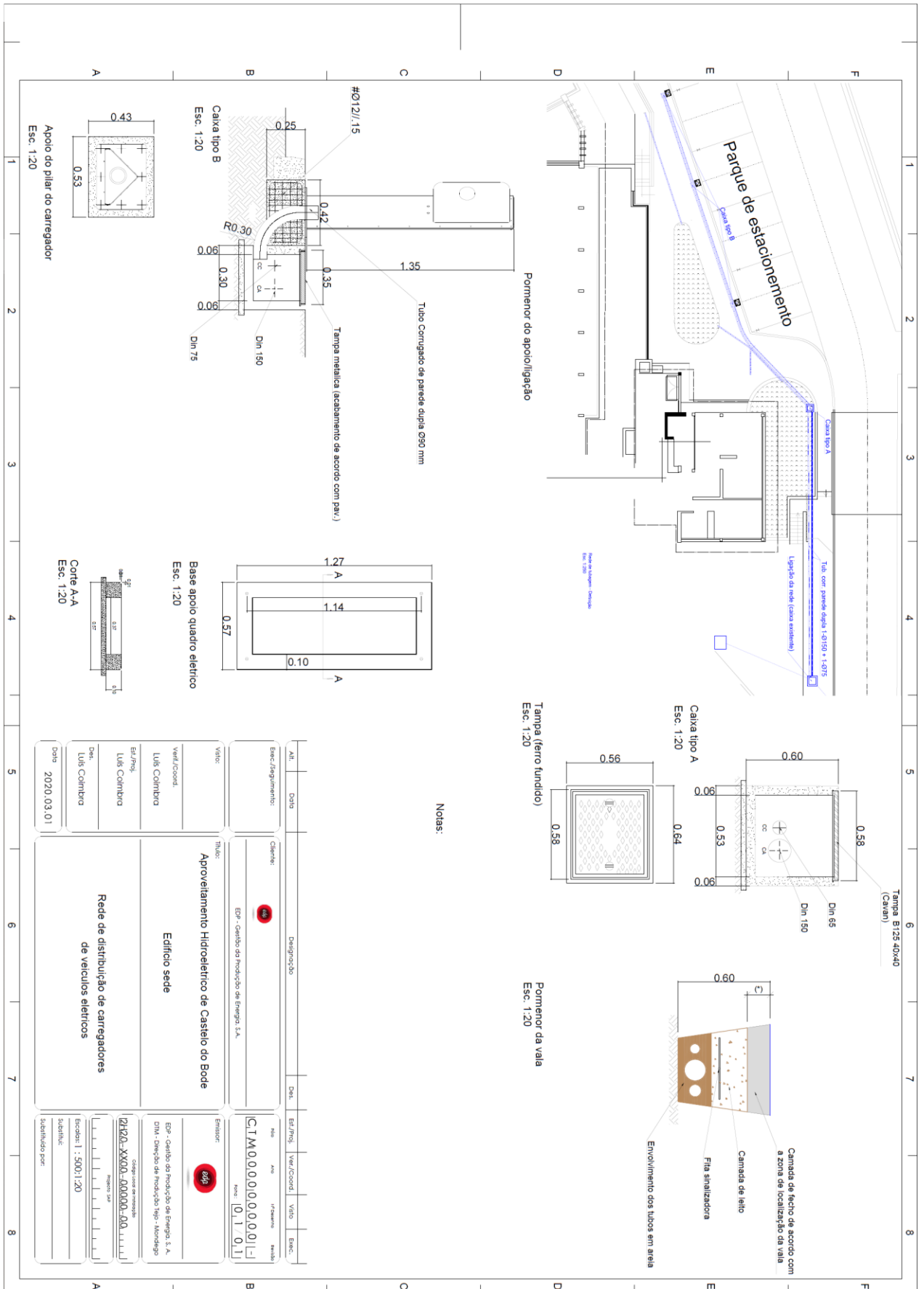
Anexo G.3 - Rede de Carregadores Belver



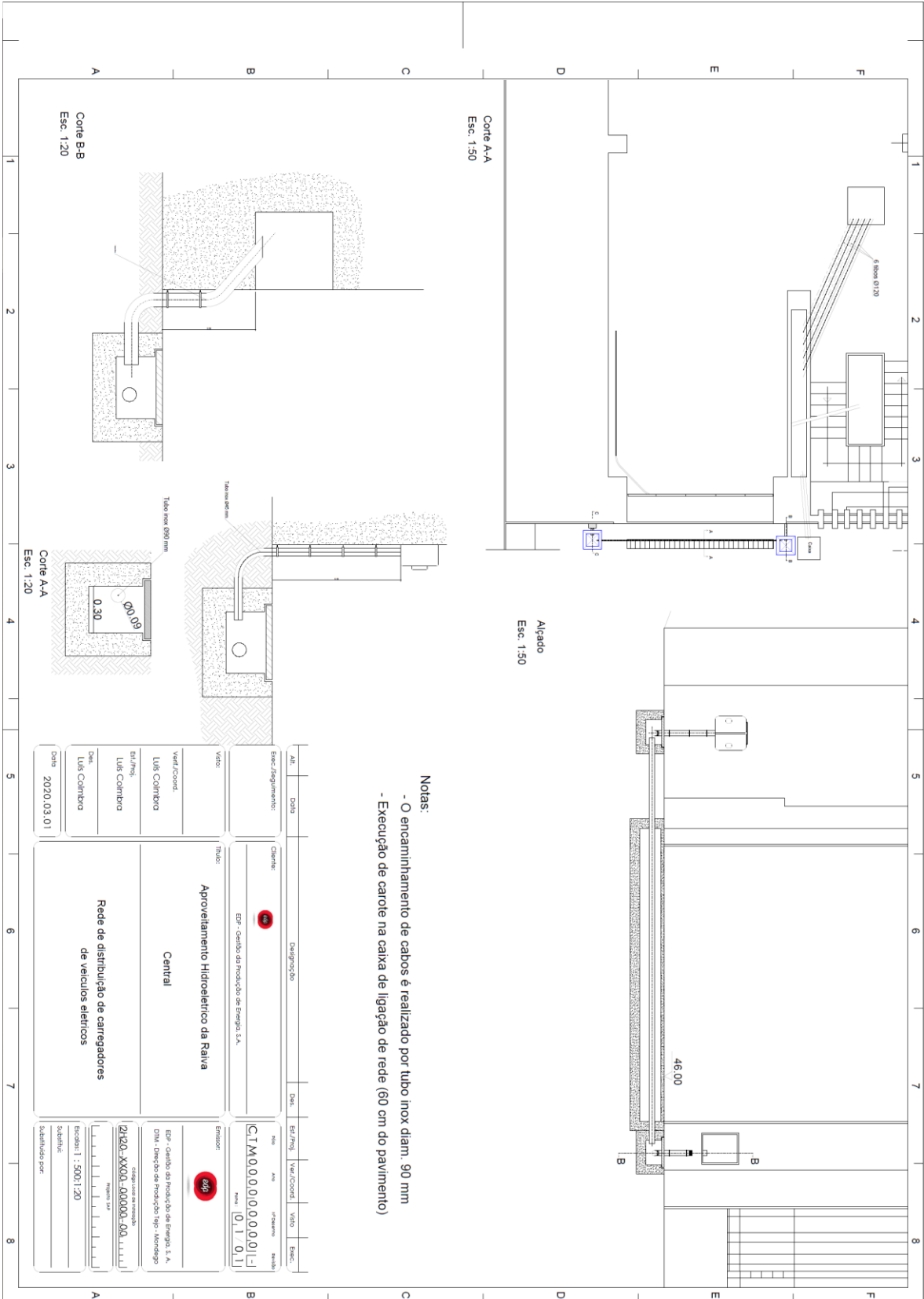
Anexo G.5 - Rede de Carregadores Cabril



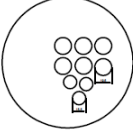
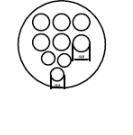


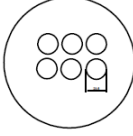
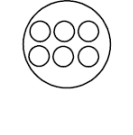
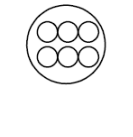
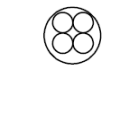
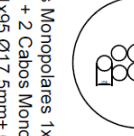
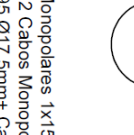
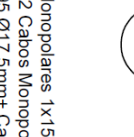
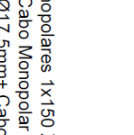
Anexo G.6 - Rede de Carregadores Sede DTM



Anexo G.8 - Rede de Carregadores Raiva



Anexo H - Desenho de Exemplo dos Cabos Elétricos Inseridos nas Tubagens

Tubo DN150	Tubo DN100	Tubo DN90	Tubo DN65
 <p>6 Cabos Monopolares 1x150 XZ1 Ø2,1mm + 2 Cabos Monopolares Neutro 1x95 Ø17,5mm+ Cabo Terra 1G95 Ø17,5mm</p>	 <p>6 Cabos Monopolares 1x150 XZ1 Ø2,1mm + 2 Cabos Monopolares Neutro 1x95 Ø17,5mm+ Cabo Terra 1G95 Ø17,5mm</p>	 <p>6 Cabos Monopolares 1x150 XZ1 Ø2,1mm + 2 Cabos Monopolares Neutro 1x95 Ø17,5mm+ Cabo Terra 1G95 Ø17,5mm</p>	 <p>3 Cabos Monopolares 1x150 XZ1 Ø2,1mm + 1 Cabo Monopolar Neutro 1x95 Ø17,5mm+ Cabo Terra 1G95 Ø17,5mm</p>
 <p>6 Cabos multipolares 3x25+2G16 XZ1 Ø23,5mm</p>	 <p>6 Cabos multipolares 3x25+2G16 XZ1 Ø23,5mm</p>	 <p>6 Cabos multipolares 3x25+2G16 XZ1 Ø23,5mm</p>	 <p>4 Cabos multipolares 3x25+2G16 XZ1 Ø23,5mm</p>
 <p>6 Cabos Monopolares 1x120 XZ1 Ø19,5mm + 2 Cabos Monopolares Neutro 1x70 Ø15,5mm+ Cabo Terra 1G70 Ø15,5mm</p>	 <p>6 Cabos Monopolares 1x120 XZ1 Ø19,5mm + 2 Cabos Monopolares Neutro 1x70 Ø15,5mm+ Cabo Terra 1G70 Ø15,5mm</p>	 <p>6 Cabos Monopolares 1x120 XZ1 Ø19,5mm + 2 Cabos Monopolares Neutro 1x70 Ø15,5mm+ Cabo Terra 1G70 Ø15,5mm</p>	 <p>4 Cabos Monopolares 1x120 XZ1 Ø19,5mm + Cabo Mopolar Neutro 1x70 Ø15,5mm+ Cabo Terra 1G70 Ø15,5mm</p>



Instituto Politécnico de Tomar

www.ipt.pt