



LIGAÇÃO ELÉTRICA A NAVIOS DE CRUZEIRO E DE MERCADORIAS - CASO DE ESTUDO: TERMINAIS DA ZONA ORIENTAL DO PORTO DE LISBOA

ARMANDO EMANUEL LOBO DOS SANTOS

Julho de 2021

D2021-64_AAG

LIGAÇÃO ELÉTRICA A NAVIOS DE CRUZEIRO E DE MERCADORIAS (SHORE-TO-SHIP CONNECTION) – CASO DE ESTUDO: TERMINAIS DA ZONA ORIENTAL DO PORTO DE LISBOA

Armando Emanuel Lobo dos Santos



Departamento de Engenharia Eletrotécnica

Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia

2020 | 2021

Relatório elaborado para satisfação dos requisitos da Unidade Curricular de DSEE -
Dissertação/Estágio do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de
Energia

Candidato: Armando Emanuel Lobo dos Santos, Nº 1040186, 1040186@isep.ipp.pt

Orientação científica: Eng.º António Augusto Araújo Gomes, aag@isep.ipp.pt

Empresa: QUADRANTE Engenharia e Consultoria, S.A.



Departamento de Engenharia Eletrotécnica
Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia

2020 | 2021

Agradecimentos

Ao meu orientador, Professor António Araújo Gomes, o meu enorme agradecimento por ter acreditado desde o início na importância deste tema e pela disponibilidade e empenho demonstrados ao longo do desenvolvimento da dissertação e que foram sem dúvida de extrema importância para que a mesma pudesse ser concluída com sucesso.

Gostaria também de agradecer à Administração do Porto de Lisboa, em especial à Doutora Lídia Tavares e ao Engenheiro José Rocha, por terem acreditado na QUADRANTE e na minha pessoa para o desenvolvimento deste estudo tão relevante para o Porto de Lisboa e para o País.

À QUADRANTE e em especial ao Engenheiro Nuno Martins, por me terem incentivado com o desenvolvimento deste trabalho e por terem colocado à minha disposição todos os recursos necessários para o desenvolvimento do mesmo, gostaria de demonstrar a minha sincera gratidão.

Por fim, mas não menos importante, gostaria de deixar um forte e sentido agradecimento, à minha esposa, Marta, ao meu filho, Afonso, aos meus Pais, Armando e Lucinda, e a todos aqueles que ao longo da minha carreira académica e profissional me têm apoiado e ajudado a ultrapassar todos os obstáculos, sem todos eles eu não seria o ser humano que sou hoje.

Resumo

Onshore Power Supply (OPS), Shore-to-Ship (S2S ou STS), Alternative Maritime Power (AMP) ou o chamado *Cold Ironing*, são termos da literatura inglesa que se referem à possibilidade de num cais de um determinado terminal, através de um apropriado sistema de alimentação a partir de terra, um navio atracado, possa receber a energia elétrica disponibilizada pela instalação em terra (*OnShore*). As necessidades de energia elétrica são assim supridas pelo sistema referido, em vez de gerada pelo grupo gerador de fonte de combustível fóssil do navio.

No âmbito desta dissertação, será desenvolvido um projeto base e um estudo preliminar de viabilidade económica, para a implementação deste tipo de soluções no terminal de cruzeiros do porto de Lisboa (LCP) e nos cinco terminais de mercadorias da zona oriental do Porto de Lisboa.

O LCP, caracterizado pela tipologia de navios que recebe, terá um maior potencial de impacto tanto na redução das emissões de CO₂ pelo recurso a um STS, como na posição estratégica do porto de Lisboa e do país. Os terminais de carga, possuem também características que favorecem a consideração de um STS, quer pelo tipo de navios, com menor exigência em termos de potência, como pelos indicadores de elevada utilização do terminal, o que é por si só um indicador positivo para a rentabilização da potência instalada de um STS.

Considerando a tipologia de navios que ocupam cada terminal, prevê-se a instalação de sistemas STS em Média Tensão (MT) no terminal de cruzeiros e sistemas de Baixa Tensão (BT) nos terminais de mercadorias. Face à necessidade de uma capacidade instalada de cerca de 50 MVA e à dispersão dos sistemas STS instalados ao longo dos terminais, prevê-se a criação de uma infraestrutura em MT, que por sua vez será alimentada por uma Subestação Elétrica (SE) de Alta Tensão (AT), ligada à Rede Elétrica de Serviço Público (RESP) através da Rede Nacional de Distribuição (RND).

Palavras-chave:

Shore-To-Ship (STS), Onshore Power Supply (OPS), Terminal de Cruzeiros, Terminais de Mercadorias, Energia, Cable Management System (CMS), Subestação, Alta Tensão, Média Tensão e Baixa Tensão.

Abstract

Onshore Power Supply (OPS), Shore-to-Ship (S2S or STS), Alternative Maritime Power (AMP) or the most common Cold Ironing, are terms that refer to the possibility of a ship berthed in a certain terminal, through an appropriate power system from land, can receive the electrical energy made available by the installation onshore. The electrical energy needed on the ship is supplied by that system, rather than being produced by the ship own generators.

On that thesis will be developed a basic design and a preliminary economical assessment for the implementation of a shore-to-ship system on the Lisbon Cruise Terminal (LCP) and on the five (5) cargo terminals of the oriental zone of the Lisbon Port.

The LCP, characterized by the type of ships it receives, will have a bigger potential in comparison with the other terminals, both in the reduction of CO2 emissions by using the STS, as in the strategic position of the Lisbon Port and the country. Cargo terminals also have favourable characteristics to consider the installation of an STS, either due to the type of ships, with less demand in terms of power, or due to the high utilization indicators of the terminal, which is an economical positive indicator for the installation of an STS.

Considering the typology of ships at each terminal, it is predicted the installation of High Voltage Shore Connection (HVSC) Systems in the cruise terminal and Low Voltage Shore Connection (LVSC) systems in the cargo terminals. Given the need of an installed power of around 50 MVA and the dispersion of the STS systems along the terminals, the creation of an MV infrastructure is expected, which will be fed by an High Voltage Electric Substation, connected to the Public Service Electric Network (RESP) through the National Distribution Network (RND).

Keywords:

Shore-To-Ship (STS), Onshore Power Supply (OPS), Cruise Terminal, Cargo Terminal, Energy, Cable Management System(CMS), Substation, High Voltage, Medium Voltage, Low Voltage.

Índice

1. INTRODUÇÃO	1
1.1.CONTEXTUALIZAÇÃO	1
1.2.OBJETIVOS	2
1.3.MOTIVAÇÃO	4
2. ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA DE NAVIOS DE CRUZEIRO E MERCADORIAS ATRACADOS EM PORTO	7
2.1.ENQUADRAMENTO	7
2.2.NORMAS, DIRETIVAS E RECOMENDAÇÕES	9
2.2.1. Normas	9
2.2.2. Diretivas, Recomendações e Iniciativas	10
2.3.ESTADO DA ARTE - ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA DE NAVIOS <i>SHORE-TO-SHIP</i>	13
2.3.1. Soluções Técnicas – Tecnologia <i>STS</i>	13
2.3.2. Considerações técnicas.....	19
2.3.2.1. Considerações relativas ao dimensionamento elétrico.....	19
2.3.2.2. Considerações no Cálculo da Potência.....	21
2.3.2.3. Considerações nas tipologias de conexão a navios.....	23
2.4.PORTOS COM SISTEMAS <i>SHORE-TO-SHIP (STS)</i>	28
2.4.1. Visão global.....	28
2.4.2. Estudo de caso - Porto de Gotemburgo (<i>Suécia</i>)	30
3. ESTUDO DE CASO – TERMINAIS DA ZONA ORIENTAL DO PORTO DE LISBOA, <i>SHORE-TO-SHIP CONNECTION</i>	33
3.1.ENQUADRAMENTO	33
3.2.CARACTERIZAÇÃO DOS TERMINAIS DA ZONA ORIENTAL DO PORTO DE LISBOA	35
3.3.FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS.....	38
3.4.LEVANTAMENTO E CARATERIZAÇÃO DE NECESSIDADES.....	38
3.4.1. Análise e tratamento da base de dados da <i>APL</i>	38
3.4.1.1. Terminal de Cruzeiros de Lisboa (LCP)	41
3.4.1.2. Terminal <i>Multipurpose</i> de Lisboa (TSA) - 8.....	45
3.4.1.3. Terminal de Contentores de Santa Apolónia (SOTAGUS).....	47
3.4.1.4. Terminal Multiusos do Beato (TMB)	50
3.4.2. Realização de consulta a operadores e caraterização do tipo de navios em termos de ocupação, potência, tensão, frequência e disponibilidade de sistema <i>STS</i>	56

3.4.3.	<i>Análise das infraestruturas existentes</i>	59
3.5.	ANÁLISE DE CENÁRIOS E ESTIMATIVAS DE CONSUMO E POTÊNCIA	61
3.5.1.	<i>Análise SWOT</i>	61
3.5.2.	<i>Análise de Cenários</i>	66
3.5.2.1.	Terminal de Cruzeiros de Lisboa (LCP) - 7	67
3.5.2.2.	Terminal <i>Multipurpose</i> de Lisboa (TSA) - 8.....	69
3.5.2.3.	Terminal de Contentores de Santa Apolónia (SOTAGUS) - 9	71
3.5.2.4.	Terminal Multiusos do Beato (TMB) - 10	72
3.5.2.5.	Terminal de Granéis Alimentares do Beato (SILOPOR) - 11.....	73
3.5.2.6.	Terminal Multiusos do Poço do Bispo (ETE) - 12	74
3.5.3.	<i>Estimativa de consumos anuais</i>	75
3.5.3.1.	Terminal de Cruzeiros de Lisboa (LCP) – 7	77
3.5.3.2.	Terminal <i>Multipurpose</i> de Lisboa (TSA) – 8.....	78
3.5.3.3.	Terminal de Contentores de Santa Apolónia (SOTAGUS) - 9.....	79
3.5.3.4.	Terminal Multiusos do Beato (TMB) - 10	81
3.5.3.5.	Terminal de Granéis Alimentares do Beato (SILOPOR) - 11.....	82
3.5.3.6.	Terminal Multiusos do Poço do Bispo (ETE) - 12	83
3.5.4.	<i>Estimativa de potência necessária</i>	83
3.6.	DEFINIÇÃO DA SOLUÇÃO DE LIGAÇÃO À RESP	90
3.7.	PROJETO BASE DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	92
3.7.1.	<i>Linha elétrica 60 kV</i>	93
3.7.2.	<i>Subestação principal 60/10 kV</i>	96
3.7.2.1.	Tecnologia	97
3.7.2.2.	Localização.....	101
3.7.2.3.	Descrição da subestação.....	101
3.7.2.4.	Condições ambientais.....	105
3.7.2.5.	Características elétricas gerais	105
3.7.2.6.	Níveis de isolamento estipulados	106
3.7.2.7.	Segurança contra contactos diretos com peças em tensão	106
3.7.2.8.	Posto Blindado GIS de 60 kV	107
3.7.2.9.	Transformador de Potência	109
3.7.2.10.	Quadro Metálico Blindado de MT (QMMT)	110
3.7.2.11.	Reatância de Neutro (RN)	112
3.7.2.12.	Transformador de Serviços Auxiliares (TSA).....	113
3.7.2.13.	Rede de terras.....	113
3.7.2.14.	Proteção contra descargas atmosféricas	118
3.7.2.15.	Proteção contra sobretensões	120
3.7.2.16.	Barramentos, derivações e acessórios para ligação de aparelhagem AT e MT.....	122
3.7.2.17.	Isoladores de suporte de AT e MT	124
3.7.2.18.	Cabos isolados de AT, MT e BT.....	125

3.7.2.19.	Serviços auxiliares de corrente alternada	127
3.7.2.20.	Serviços auxiliares de corrente contínua	130
3.7.3.	<i>Rede de distribuição e Postos de Seccionamento 10 kV para os terminais de mercadorias</i>	131
3.7.3.1.	Rede Interna de Média Tensão 10 kV	133
3.7.3.2.	Postos de Seccionamento 10 kV.....	135
3.7.4.	<i>Subestações shoreside MT, High Voltage Shore Connection (HVSC)</i>	144
3.7.4.1.	Transformador Redutor	147
3.7.4.2.	Conversor de Frequência	147
3.7.4.3.	Transformador Elevador	148
3.7.4.4.	Quadro Metálico de MT (QMMT).....	148
3.7.4.5.	Regimes de Neutro e Rede de Terras	149
3.7.4.6.	Cabos de Média Tensão (MT) e Baixa Tensão (BT)	150
3.7.5.	<i>Subestações shoreside BT, Low Voltage Shore Connection (LVSC)</i>	151
3.7.5.1.	Transformador Redutor	154
3.7.5.2.	Conversor de Frequência	154
3.7.5.3.	Transformador Elevador	155
3.7.5.4.	Quadro Metálico de MT (QMMT).....	155
3.7.5.5.	Regimes de Neutro e Rede de Terras	157
3.7.5.6.	Cabos de Baixa Tensão (BT)	157
3.7.6.	<i>Ligação Ship-to-Shore</i>	158
3.7.6.1.	Terminal de Cruzeiros de Lisboa (LCP).....	158
3.7.6.2.	Terminais de mercadorias.....	162
3.7.7.	<i>Sistema de proteção, comando e controlo (SPCC)</i>	165
3.7.7.1.	Generalidades	165
3.7.7.2.	Arquitetura e Organização Funcional	167
3.7.7.3.	Sistema de Monitorização da Qualidade de Energia Elétrica	180
3.7.7.4.	Interface Humano – Máquina (HMI).....	181
3.7.7.5.	Aspetos Particulares da Aplicação	182
3.8.	ESTIMATIVA DE INVESTIMENTO E ANÁLISE PRELIMINAR DE VIABILIDADE ECONÓMICA DO PROJETO.....	183
3.8.1.	<i>Estimativa de investimento, Capital Expenditure (CAPEX)</i>	184
3.8.2.	<i>Análise da tarifa de Energia</i>	188
3.8.3.	<i>Análise viabilidade económica</i>	190
3.8.3.1.	Análise viabilidade económica – Sem comparticipação externa	192
3.8.3.1.	Análise viabilidade económica – Com comparticipação externa de 50%	196
4.	CONCLUSÕES	201
4.1.	CONCLUSÕES GERAIS.....	201
4.2.	DESENVOLVIMENTOS FUTUROS	203

Índice de Figuras

Figura 1.1-Ranking dos 10 maiores emissores de CO ₂ em 2018 [1]	5
Figura 2.1-Área ECA e outras com regulamentação local ou regional de controlo de emissões [9]	13
Figura 2.2-Visão geral de uma instalação <i>shore-to-ship</i> [31]	14
Figura 2.3-Visão alargada do Sistema de um sistema <i>shore-to-ship</i> [11]	14
Figura 2.4-Sistemas diversos de Cable Management System. Em cima: Cavotec AMP Vault; Cavotec AMP Mobile; Cavotec AMP Reel; Siemens Siharbor Caddy. [32] [33]	16
Figura 2.5-Schneider <i>ShoreBox</i> . Diagrama de integração [34]	17
Figura 2.7-Imagens de pormenor da solução do caso 1. [35]	24
Figura 2.8-Ilustração da solução do caso 2. [6]	25
Figura 2.9-Imagens de pormenor da solução do caso 2. [35]	25
Figura 2.10-Ilustração da solução do caso 3. [6]	26
Figura 2.11-Ilustração da solução do caso 3. [35]	26
Figura 2.12- <i>Overview</i> da distribuição de portos com sistemas <i>shore-to-ship</i> [8]	28
Figura 2.13-Distribuição de portos com planos já iniciados para integrar sistemas <i>shore-to-ship</i> [8]	29
Figura 2.14-Imagens dos vários terminais e instalações <i>shore-to-ship</i> em finais de 2013. [37] [6]	32
Figura 3.1-Atividades suportadas pelas infraestruturas e terminais do porto de Lisboa. [38]	34
Figura 3.2-Localização dos terminais 7 a 12 do Porto de Lisboa [38]	35
Figura 3.3-Terminal de Cruzeiros de Lisboa (LCP) – 7	36
Figura 3.4-Terminal Multipurpose de Lisboa (TSA) – 8	36
Figura 3.5-Terminal de Contentores de Santa Apolónia (SOTAGUS) – 9	36
Figura 3.6-Terminal Multiusos do Beato (TMB) – 10	36
Figura 3.7-Terminal de Granéis Alimentares do Beato (SILOPOR) – 11	37
Figura 3.8-Terminal Multiusos do Poço do Bispo (ETE) - 12	37
Figura 3.9-Diagrama unifilar simplificado da infraestrutura elétrica a constituir	86
Figura 3.10-Mapa da Rede de Distribuição nas redondezas do Porto de Lisboa [39]	91

Figura 3.11-Traçado previsto para a linha subterrânea de 60 kV	93
Figura 3.12-Traçado da linha 60 kV entre PS Alto de S. João e SE Marvila [39]	94
Figura 3.13-Intensidades máximas de corrente em regime permanente dos cabos [42]	95
Figura 3.14-Pormenor de instalação de cabos de 60 kV em pavimento [43]	96
Figura 3.15-Subestação de Benavente do tipo AIS, E-Redes [44]	97
Figura 3.16-Subestação tipo GIS, Superbock Group, Leça do Balio	98
Figura 3.17-Localização da Subestação Principal	101
Figura 3.18-Disposição em planta dos equipamentos da Subestação Principal	103
Figura 3.19-Rede de Terras da SE Principal	115
Figura 3.20-Tensões de passo esperadas na subestação	116
Figura 3.21-Tensões de contacto perigosas esperadas na subestação	117
Figura 3.22-Instalação fotovoltaica na cobertura do edifício	128
Figura 3.23-Diagrama unifilar simplificado da rede de distribuição de energia	132
Figura 3.24-Traçado previsto para a rede interna de 10 kV e Postos de Seccionamento	132
Figura 3.25-Correntes máximas admissíveis dos cabos em regime permanente [54]	134
Figura 3.26-Correntes máximas admissíveis dos cabos em regime de curto-circuito [54]	134
Figura 3.27-Pormenor de instalação em vala de cabos MT [43]	135
Figura 3.28-Imagem referencial de edifício do tipo PUCBET da EFACEC [57]	138
Figura 3.29-Disposição em planta dos equipamentos das Subestações <i>Shoreside</i> MT	145
Figura 3.30 Esquema típico de ligação à terra de um navio de cruzeiros [58]	150
Figura 3.31-Imagem esquemática de subestação <i>shoreside</i> BT – Sistema ShoreBox da Schneider Electric [59]	152
Figura 3.32-Imagem real de subestação <i>shoreside</i> BT – Sistema ShoreBox da Schneider Electric [60]	152
Figura 3.33-Número de cabos em função da potência e tensão [15]	157
Figura 3.34-Implantação de equipamentos no Terminal de Cruzeiros de Lisboa (LCP)	159
Figura 3.35-Veículo Shore CONNECT da Stemman-Technik [61]	159
Figura 3.36-Localização prevista para as caixas de conexão	160
Figura 3.37-Caixa de conexão para 6,6/11 kV e 16 MVA da <i>Stemman-Technik</i> [62]	161

Figura 3.38-Implantação de equipamentos no Terminal <i>Multipurpose</i> de Lisboa (TSA)	162
Figura 3.39-Implantação de equipamentos no Terminal de Contentores de Santa Apolónia (SOTAGUS)	163
Figura 3.40-Implantação de equipamentos no Terminal Multiusos do Beato (TMB)	163
Figura 3.41-Implantação de equipamentos no Terminal de Granéis Alimentares do Beato (SILOPOR)	163
Figura 3.42-Implantação de equipamentos no Terminal Multiusos do Poço do Bispo (ETE)	163
Figura 3.43-Caixa de conexão para 0,44/0,69 kV e 1 MVA da <i>Stemman-Technik</i> [63]	164
Figura 3.44-Sistema de gestão de cabos BT da <i>Stemman-Technik</i> [64]	164

Índice de Tabelas

Tabela 2.1- Caracterização em termos de potência e frequência por tipo de navio. [8]	23
Tabela 2.2- Caracterização de portos com <i>shore-to-ship</i> na Europa e tipo de navios servidos. [8]	28
Tabela 3.1- Caracterização sumária dos terminais	37
Tabela 3.2- Ferramentas informáticas a utilizar na dissertação	38
Tabela 3.3- Esquema de leitura das combinações do último gráfico apresentado para cada terminal.	40
Tabela 3.4- Resumo dos resultados obtidos dos inquéritos aos operadores de navios de cruzeiro que operam no Terminal de Cruzeiros de Lisboa	57
Tabela 3.5- Resumo dos resultados obtidos dos inquéritos aos operadores de navios de carga que operam nos terminais de mercadorias do Porto de Lisboa	57
Tabela 3.6- Dados do levantamento efetuado dos Postos de Transformação do Porto	59
Tabela 3.7- Número e Navios considerados no Cenário 7.1	67
Tabela 3.8- Número e Navios considerados no Cenário 7.2	68
Tabela 3.9- Número e Navios considerados no Cenário 7.3	69
Tabela 3.10- Número e Navios considerados no Cenário 8.1	69
Tabela 3.11- Número e Navios considerados no Cenário 8.2	70
Tabela 3.12- Número e Navios considerados no Cenário 8.3	70
Tabela 3.13- Número e Navios considerados no Cenário 9.1	71
Tabela 3.14- Número e Navios considerados no Cenário 9.2	71
Tabela 3.15- Número e Navios considerados no Cenário 9.3	72
Tabela 3.16- Número e Navios considerados no Cenário 10.1	72
Tabela 3.17- Número e Navios considerados no Cenário 10.2	73
Tabela 3.18- Número e Navios considerados no Cenário 11.1	73
Tabela 3.19- Número e Navios considerados no Cenário 12.1	74
Tabela 3.20- Número e Navios considerados no Cenário 12.2	74
Tabela 3.21- Potências consideradas, por classe LOA, para o tipo de navios “Cruzeiro”	75
Tabela 3.22- Potências consideradas, por classe GT, para navios de mercadoria	75

Tabela 3.23-Quadro de consumos anuais LCP	77
Tabela 3.24-Quadro de consumos anuais para o TSA	78
Tabela 3.25-Quadro de consumos anuais para a SOTAGUS	79
Tabela 3.26-Quadro de consumos anuais para o TMB	81
Tabela 3.27-Quadro de consumos anuais para a SILOPOR	82
Tabela 3.28-Quadro de consumos anuais para o ETE	83
Tabela 3.29-Requerimentos para o sistema de abastecimento de energia Shore-to-Ship de cada terminal	84
Tabela 3.30-Potência de serviço por Terminal e Posto de Seccionamento e respetivo fator de utilização/simultaneidade	88
Tabela 3.31-Instalações da RESP nas imediações do Porto de Lisboa	91
Tabela 3.32-Condições ambientais [46]	105
Tabela 3.33-Características elétricas gerais da SE Principal	105
Tabela 3.34-Níveis de isolamento estipulados para a aparelhagem AT e MT	106
Tabela 3.35-Distâncias de isolamento e segurança no ar para instalações interiores	107
Tabela 3.36-Correntes nominais painéis AT	108
Tabela 3.37-Características principais dos transformadores de corrente AT	108
Tabela 3.38-Características principais dos transformadores de tensão AT	109
Tabela 3.39-Características principais do Transformador de Potência AT/MT	110
Tabela 3.40-Correntes nominais painéis MT	111
Tabela 3.41-Características principais dos transformadores de corrente MT	111
Tabela 3.42-Características principais dos transformadores de tensão MT	112
Tabela 3.43-Características principais da Reatância de Neutro	112
Tabela 3.44-Características principais do transformador de corrente toroidal para neutro da RN	113
Tabela 3.45-Características principais do Transformador de Serviços Auxiliares	113
Tabela 3.46-Parâmetros de dimensionamento da rede de terras subterrânea	115
Tabela 3.47-Características dos descarregadores de sobretensões AT e MT	121
Tabela 3.48-Características da barra de cobre [53]	122
Tabela 3.49-Características principais dos isoladores de suporte AT e MT	125

Tabela 3.50-Characterização das ligações de AT na Subestação	125
Tabela 3.51-Characterização das ligações de MT na Subestação	126
Tabela 3.52-Characterísticas elétricas gerais dos PS	137
Tabela 3.53-Níveis de isolamento estipulados para a aparelhagem MT	137
Tabela 3.54-Correntes nominais painéis MT	137
Tabela 3.55-Constituição dos painéis MT dos PS#1 e PS#2	138
Tabela 3.56-Characterísticas principais da aparelhagem MT	141
Tabela 3.57-Characterísticas principais dos transformadores de corrente MT	141
Tabela 3.58-Characterísticas principais dos transformadores de tensão MT	142
Tabela 3.59-Characterísticas principais do Transformador de Serviços Auxiliares dos PS	142
Tabela 3.60-Quantidade de equipamentos a instalar na Sala de Média Tensão <i>Shoreside</i> , por cenário	145
Tabela 3.61-Characterísticas principais do transformador redutor das subestações <i>shoreside</i> MT	147
Tabela 3.62-Characterísticas principais do transformador elevador das subestações <i>shoreside</i> MT	148
Tabela 3.63-Characterísticas elétricas gerais do QMMT das subestações <i>shoreside</i> MT	149
Tabela 3.64-Correntes nominais do QMMT das subestações <i>shoreside</i> MT	149
Tabela 3.65-Characterização das ligações de MT nas Subestações <i>Shoreside</i> MT	151
Tabela 3.66-Quantidade de Subestações <i>Shoreside</i> BT por terminal para cada cenário considerado	152
Tabela 3.67-Characterísticas elétricas gerais das Subestações <i>Shoreside</i> BT	154
Tabela 3.68-Characterísticas principais do transformador redutor das subestações <i>shoreside</i> BT	154
Tabela 3.69-Characterísticas principais do transformador elevador das subestações <i>shoreside</i> BT	155
Tabela 3.70-Characterísticas elétricas gerais do QMMT das subestações <i>shoreside</i> BT	156
Tabela 3.71-Correntes nominais do QMMT das subestações <i>shoreside</i> BT	156
Tabela 3.72-Quantificação de sistemas <i>Shore-to-Ship</i> por cenário	184
Tabela 3.73-Estimativa de custos do projeto por terminal e cenário	185
Tabela 3.74-Estimativa de custos com distribuição dos custos de infraestruturas de ligação à rede	192
Tabela 3.75-Estimativa de custos com distribuição dos custos de infraestruturas de ligação à rede, com 50% de participação externa	196

Índice de Gráficos

Gráfico 3.1-Número de navios atracados em simultâneo no LCP por tempo de estadia	41
Gráfico 3.2-Número de entradas de navios no LCP por classe LOA	42
Gráfico 3.3-Taxa de ocupação do LCP tendo em conta o número de postos de acostagem	42
Gráfico 3.4-Número de horas em que o LCP possui mais do que um navio acostado em simultâneo, por classe dos navios	42
Gráfico 3.5-Número de horas que navios passam acostados em simultâneo no LCP por classe LOA	43
Gráfico 3.6-Previsão do número de navios acostados em simultâneo no LCP por tempo de estadia	43
Gráfico 3.7-Previsão do número de entradas de navios no LCP por classe LOA	43
Gráfico 3.8-Número previsto de horas em que o LCP possui mais do que um navio acostado em simultâneo, por classe dos navios	44
Gráfico 3.9-Número de navios acostados em simultâneo no TSA por tempo de estadia	45
Gráfico 3.10-Número de entradas de navios no TSA por classe GT	45
Gráfico 3.11-Taxa de ocupação do TSA tendo em conta o número de postos de acostagem	46
Gráfico 3.12-Número de horas em que o TSA possui mais do que um navio acostado em simultâneo, por classe dos navios	46
Gráfico 3.13-Número de horas que navios passam acostados em simultâneo TSA por classe GT	46
Gráfico 3.14-Número de navios acostados em simultâneo no Terminal da SOTAGUS por tempo de estadia	47
Gráfico 3.15-Número de entradas de navios no Terminal da SOTAGUS por classe GT	48
Gráfico 3.16-Taxa de ocupação do Terminal da SOTAGUS tendo em conta o número de postos de acostagem	48
Gráfico 3.17-Número de horas em que o Terminal da SOTAGUS possui mais do que um navio acostado em simultâneo, por classe dos navios	48
Gráfico 3.18-Número de horas que navios passam acostados em simultâneo no Terminal da SOTAGUS por classe GT	49
Gráfico 3.19-Número de navios atracados em simultâneo no TMB por tempo de estadia	50
Gráfico 3.20-Número de entradas de navios no TMB por classe GT	50

Gráfico 3.21-Taxa de ocupação do TMB tendo em conta o número de postos de acostagem	50
Gráfico 3.22-Número de horas em que o TMB possui mais do que um navio acostado em simultâneo, por classe dos navios	51
Gráfico 3.23-Número de horas que navios passam acostados em simultâneo no TMB por classe GT	51
Gráfico 3.24-Número de navios atracados em simultâneo no terminal SILOPOR por tempo de estadia	52
Gráfico 3.25-Número de entradas de navios no Terminal SILOPOR por classe GT	52
Gráfico 3.26-Taxa de ocupação do Terminal SILOPOR, tendo em conta o número de postos de acostagem	53
Gráfico 3.27-Número de horas que navios passam acostados no Terminal SILOPOR por classe GT	53
Gráfico 3.28-Número de navios acostados em simultâneo no Terminal ETE por tempo de estadia	54
Gráfico 3.29-Número de entradas de navios no Terminal ETE por classe GT	54
Gráfico 3.30-Taxa de ocupação do Terminal ETE tendo em conta o número de postos de acostagem	55
Gráfico 3.31-Número de horas em que o Terminal ETE possui mais do que um navio acostado em simultâneo, por classe dos navios	55
Gráfico 3.32-Número de horas que navios passam acostados em simultâneo no Terminal ETE por classe GT	55
Gráfico 3.33-Consumo de energia por cenário no Terminal de Cruzeiros de Lisboa (LCP)	185
Gráfico 3.34-Consumo de energia por cenário no Terminal <i>Multipurpose</i> de Lisboa (TSA)	186
Gráfico 3.35-Consumo de energia por cenário no Terminal de Contentores de Santa Apolónia (SOTAGUS)	186
Gráfico 3.36-Consumo de energia por cenário no Terminal de Multiusos do Beato (TMB)	187
Gráfico 3.37-Consumo de energia por cenário no Terminal de Granéis Alimentares do Beato (SILOPOR)	187
Gráfico 3.38-Consumo de energia por cenário no Terminal de Granéis Alimentares do Beato (SILOPOR)	188
Gráfico 3.39-Payback estimado no Terminal de Cruzeiros de Lisboa (LCP), sem participação	193
Gráfico 3.40-Payback estimado no Terminal <i>Multipurpose</i> de Lisboa (TSA), sem participação	193
Gráfico 3.41-Payback estimado no Terminal de Contentores de Santa Apolónia (SOTAGUS), sem participação	194
Gráfico 3.42-Payback estimado no Terminal de Multiusos do Beato (TMB), sem participação	194
Gráfico 3.43-Payback estimado no Terminal de Granéis Alimentares do Beato (SILOPOR), sem participação	195
Gráfico 3.44-Payback estimado no Terminal de Multiusos do Poço do Bispo (ETE), sem participação	195

Gráfico 3.45-Payback estimado no Terminal de Cruzeiros de Lisboa (LCP), com participação	197
Gráfico 3.46-Payback estimado no Terminal <i>Multipurpose</i> de Lisboa (TSA), com participação	197
Gráfico 3.47-Payback estimado no Terminal de Contentores de Santa Apolónia (SOTAGUS), com participação	198
Gráfico 3.48-Payback estimado no Terminal de Multiusos do Beato (TMB), com participação	198
Gráfico 3.49-Payback estimado no Terminal de Granéis Alimentares do Beato (SILOPOR), com participação	199
Gráfico 3.50-Payback estimado no Terminal de Multiusos do Poço do Bispo (ETE), com participação	199

Acrónimos e Abreviaturas

AMP	–	<i>Alternative Maritime Power</i>
APL	–	Administração do Porto de Lisboa, S.A.
AT	–	Alta Tensão
ATA	–	<i>Actual Time of Arrival</i>
BD	–	Base de dados
BT	–	Baixa Tensão
CAPEX	–	<i>Capital Expenditure</i>
CMS	–	<i>Cable Management System</i>
E-REDES	–	E-Redes - Distribuição de Eletricidade, S.A. (Ex. EDP-Distribuição)
ETE	–	Terminal Multiusos do Poço do Bispo
GIS	–	<i>Gas Insulated Substation</i>
GSM	–	<i>Global System for Mobile Communications</i> / Sistema Global para Comunicações Móveis
GT	–	<i>Gross Tonnage</i>
HMI	–	Interface Humano – Máquina
HVE	–	Divisão de Alta Tensão de Energia / <i>High Voltage and Energy</i>
HVSC	–	High Voltage Shore Connection
IAPH	–	<i>International Association of Ports and Harbors</i>
IEC	–	<i>International Electrotechnical Commission</i>
IED	–	<i>Intelligent Electronic Device</i>
IEEE	–	<i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i>
IMO	–	<i>International Maritime Organization</i>
IP	–	<i>Internet Protocol</i>
IPAC		Instituto Português de Acreditação
IPMA	–	Instituto Português do Mar e da Atmosfera
ISO	–	<i>International Organization for Standardization</i>
LAN	–	Rede de Área Local
LCP	–	Terminal de Cruzeiros de Lisboa / <i>Lisbon Cruise Port</i>
LNG	–	Gás natural liquefeito / <i>Liquefied natural gas</i>
LOA	–	<i>Length Overall</i>
LVSC	–	<i>Low Voltage Shore Connection</i>
MARPOL		<i>International Convention for the Prevention of Pollution from Ships</i>
MSC	–	<i>Mediterranean Shipping Company</i>
MQE	–	Monitorização da Qualidade de Energia
MT	–	<i>Metric Ton</i>
MT	–	Média Tensão
OPEX	–	<i>Operational Expenditure</i>
ONAN	–	<i>Oil Natural Air Natural</i>
ONAF	–	<i>Oil Natural Air Forced</i>

OPS	–	<i>OnShore Power Supply</i>
ORD	–	Operador da Rede de Distribuição
PAYBACK	–	Tempo de Retorno do Investimento do Inicial
PLC	–	<i>Programmable Logic Controller</i>
PS	–	Posto de Seccionamento
PT	–	Posto de Transformação
PTP	–	<i>Precision Time Protocol</i>
QDE	–	Quadrante Engenharia e Consultoria, S.A.
QGBT	–	Quadro Geral de Baixa Tensão
REN	–	Redes Energéticas Nacionais, SGPS, S.A.
RESP	–	Rede Elétrica de Serviço Público
RIO	–	<i>Remote Input Output</i>
RN	–	Reatância de Neutro
RND	–	Rede Nacional de Distribuição
RNT	–	Rede Nacional de Transporte
RoPax	–	<i>Roll on-roll off passanger</i>
RoRo	–	<i>Roll on-roll off</i>
RTU	–	<i>Remote Terminal Unit</i>
RSSPTS	–	Regulamento de Segurança de Subestações, Postos de Transformação e Seccionamento
SCADA	–	Sistema de Supervisão e Aquisição de Dados
SE	–	Subestação Elétrica
SECA	–	Áreas de Controle de Emissões de Óxido de Enxofre
SEN	–	Sistema Elétrico Nacional
SF6	–	Hexafluoreto de enxofre
SFTP	–	<i>Secure File Transfer Protocol</i>
SILOPOR	–	Terminal de Granéis Alimentares do Beato
SNTP	–	<i>Simple Network Time Protocol</i>
SOTAGUS	–	Terminal de Contentores de Santa Apolónia
SPCC	–	Sistemas de Proteção, Comando e Controlo
STS	–	<i>Shore-To-Ship</i>
SWOT	–	<i>Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats</i>
T&E	–	Federação Europeia para os Transportes e Ambiente
TMB	–	Terminal Multiusos do Beato
TP	–	Transformador de Potência
TSA	–	Terminal <i>Multipurpose</i> de Lisboa
TSA	–	Transformador de Serviços Auxiliares
QMMT	–	Quadro Metálico de Média Tensão
UCP	–	Unidades de Controlo e Proteção
UE	–	União Europeia
UPS	–	Unidade de Alimentação Ininterrupta / <i>Uninterruptible Power Supply</i>
VLAN	–	Rede Local Virtual
VLSFO	–	<i>Very Low Sulphur Fuel Oil</i>
WPSP	–	<i>World Ports Sustainability Program</i>
ZERO	–	Associação Sistema Terrestre Sustentável

Simbologia

A	–	Ampere
€	–	Euro
V	–	Volt
kV	–	Kilovolt
kVA	–	Kilovolt Ampere
Ω	–	Ohm
Ω .m	–	Ohm por metro
W	–	Watt
Wp	–	Watt pico
kWp	–	Kilo Watt pico
MWh	–	Megawatt hora
VA	–	Volt Ampere
M€	–	Milhões de Euros
MVA	–	Megavolt Ampere
kA	–	Kiloampere
CO ₂	–	Dióxido de Carbono

1. INTRODUÇÃO

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

Considerando as metas de redução de pegada carbónica impostas pela União Europeia (UE) ao país e à cidade de Lisboa, e pelo facto dos terminais da zona oriental do porto de Lisboa se localizarem no “coração” da cidade, tem existido uma forte pressão junto da Administração do Porto de Lisboa (APL) para que seja encontrada uma solução que permita a redução das emissões de CO₂ nos seus portos.

Neste sentido, e a convite da APL, será desenvolvido no âmbito deste trabalho um estudo técnico-económico para a implementação de soluções de abastecimento de energia eléctrica *shore-to-ship* (*S2S* ou *STS*) no terminal de cruzeiros do porto de Lisboa (LCP) e nos cinco terminais de mercadorias da zona oriental de Lisboa identificados seguidamente:

- Terminal Multipurpose de Lisboa (TSA);
- Terminal de Contentores de Santa Apolónia (SOTAGUS);
- Terminal Multiusos do Beato (TMB);
- Terminal de Granéis Alimentares do Beato (SILOPOR);
- Terminal Multiusos do Poço do Bispo (ETE).

As soluções técnicas a estudar na presente dissertação, têm vindo a ser implementadas em alguns portos mundiais nos últimos anos, passando as mesmas pela criação de uma infraestrutura elétrica que possa abastecer os navios nas condições necessárias, quer em potência, frequência, como nível de tensão. A instalação deste tipo de sistemas em portos de todo o mundo tem relevado casos de sucesso e insucesso, sendo que alguns dos motivos para o sucesso/insucesso destes projetos são identificados na seguinte lista e serão explorados ao longo da dissertação:

- (+) As fontes de energia utilizadas são cada vez mais baseadas em soluções com reduzida pegada carbónica, nomeadamente centrais de produção de energia renovável tais como, hidroelétricas, solares fotovoltaicos, eólicas, entre outras;
- (+) O reduzido impacto visual e sonoro enquanto os navios estão atracados;
- (-) O custo do investimento no sistema para as autoridades portuárias;
- (-) O elevado preço da venda da energia elétrica face às fontes atualmente utilizadas, quer pelo custo de produção como pela taxa de impostos associada;
- (-) A inexistência de penalizações financeiras e limites de emissão de CO₂ nos navios (até ao momento);
- (-) A não obrigatoriedade (até ao momento) dos navios se alimentarem a partir da energia elétrica se a mesma estiver disponível.

A infraestrutura a criar será interligada com a Rede Elétrica de Serviço Público (RESP) através de uma infraestrutura dimensionada e criada para o efeito cujo projeto será também alvo deste trabalho.

1.2. OBJETIVOS

O objetivo primordial deste trabalho é o desenvolvimento de um estudo técnico/económico e respetivo projeto das infraestruturas de alimentação elétrica a Navios de Cruzeiro e Navios de Mercadorias (*Shore-to-Ship Connection*) nos Terminais da Zona Oriental do Porto de Lisboa. Sem prejuízo da realização de outras atividades que possam ser importantes, para alcançar com sucesso o objetivo proposto propõem-se a realização das seguintes tarefas:

- Estado da arte que permita entender quais as soluções adotadas mundialmente neste tipo de instalações, nomeadamente no que diz respeito ao abastecimento de energia elétrica a navios de cruzeiro e navios de mercadorias, subestação elétrica (SE), postos de seccionamento (PS), postos de transformação (PT) e redes de distribuição;
- Avaliação das necessidades e levantamento das infraestruturas disponíveis no terminal de cruzeiros e nos terminais de mercadorias da zona oriental do porto de Lisboa, passando por:
 - Levantamento de necessidades e caracterização do tipo de navios através do uso da base de dados (BD) da APL para o período 2015 a 2019, não sendo incluído o ano de 2020 pelo impacto negativo da pandemia mundial despoletada pelo COVID-19;
 - Realização de inquéritos aos operadores dos navios por forma a caracterizar os mesmos enquanto à disponibilidade de sistema *Shore-to-Ship* (STS) ou previsão da sua instalação, potência, nível de tensão, frequência e tipo de ligação;
- Estimativa da potência total requerida para os seis terminais em estudo;
- Definição da solução de ligação à RESP, incluindo a sua validação com o Operador da Rede de Distribuição (ORD), E-Redes - Distribuição de Eletricidade, S.A. (E-REDES) e Operador da Rede de Transporte (ORT), Redes Energéticas Nacionais, SGPS, S.A. (REN);
- Projeto base das instalações elétricas a construir/modificar:
 - Linha elétrica em alta tensão (AT) ao ponto de ligação da RESP a definir;
 - Subestação cliente de tecnologia isolada a gás (GIS) em hexafluoreto de enxofre (SF6) com ligação à RESP no nível de tensão a definir;
 - Rede elétrica de média tensão (MT) e baixa tensão (BT), incluindo Postos de Seccionamento MT, Rede de distribuição MT; Transformadores redutores e elevadores; Sistemas de conversão de frequência; Caixas de conexão de cabos e sistemas de ligação de cabos aos navios (*Cable Management System* – CMS);

- Realização de estimativa de investimento e análise preliminar de viabilidade económica do projeto para cada um dos seis terminais em estudo.

1.3. MOTIVAÇÃO

O tema deste trabalho surgiu do desejo de realizar uma dissertação cujo impacto social e ambiental fosse realmente diferenciador em Portugal e no mundo, neste sentido e no seguimento do convite adereçado pela Administração do Porto de Lisboa, S.A. (APL) à Quadrante Engenharia e Consultoria, S.A. (QDE) na qual eu sou o responsável pela divisão de Alta Tensão e Energia (HVE), pretende-se ao longo deste trabalho encontrar uma forma equilibrada e eficaz de reduzir as emissões de Dióxido de Carbono (CO₂) nos terminais referenciados anteriormente, emissões estas que segundo um estudo da Federação Europeia para os Transportes e Ambiente (T&E) [1] coloca os navios como uma das maiores fontes de poluição a nível mundial. Neste estudo é indicado, conforme referido pela Associação Sistema Terrestre Sustentável (ZERO) na publicação realizado no seu *site* no dia 09/12/2019 que a [frota da *Mediterranean Shipping Company* (MSC), que movimenta bens de consumo, desde produtos elétricos e eletrónicos, frutas frescas, roupas a brinquedos, foi responsável pela emissão de cerca de 11 milhões de toneladas de CO₂ em 2018. Se o transporte marítimo integrasse o regime de comércio de licenças de emissão da União Europeia (UE) (o que atualmente não se verifica), a MSC seria o oitavo maior emissor na lista dos dez maiores poluidores europeus, um grupo também integrado por várias centrais a carvão e pela companhia aérea *Ryanair*] [2], tal como se pode observar na Figura 1.1.



Figura 1.1-Ranking dos 10 maiores emissores de CO₂ em 2018 [1]

Não obstante, cabe realçar que os dados apresentados no estudo indicado, são referentes à total operação dos navios em trânsito e em terra, no entanto, o consumo e poluição gerados pelos navios aquando atracados nos portos, é bastante inferior àqueles gerados em trânsito.

1.4. ESTRUTURA

Esta dissertação encontra-se dividida em 5 capítulos, sendo que o presente capítulo expõe o enquadramento do tema e a sua importância de desenvolvimento para o país e para o mundo.

No capítulo 2 é apresentado o estado da arte da temática alvo desta dissertação, sendo realizado primeiramente um enquadramento ao tema, passando pela indicação e definição da regulamentação, normas e diretivas aplicáveis a esta matéria, continuando pela caracterização geral dos navios de cruzeiros e mercadorias enquanto às suas tipologias, dimensões e características elétricas. Neste capítulo serão também abordadas as soluções técnicas aplicáveis aos sistemas STS e definidas algumas considerações técnicas a ter em

conta na definição e dimensionamento destes sistemas. Por fim e não menos importante, apresentar-se-ão de forma resumida os portos mundiais que já têm infraestruturas STS instaladas e em uso.

No capítulo 3 será desenvolvido o caso de estudo alvo deste trabalho, nomeadamente a instalação de sistemas STS nos terminais da zona oriental do porto de Lisboa. O capítulo terá início por um enquadramento geral do porto de Lisboa e dos terminais em causa, bem como da infraestrutura elétrica que se prevê construir. Serão também elencadas as ferramentas computacionais que se estimam usar no desenvolvimento do trabalho. Em seguida realizar-se-á o levantamento e caracterização das necessidades dos terminais em causa com o objetivo de seguidamente se realizar a criação de diversos cenários e estimativas de potência para a instalação como um todo e para as *shore side substations* MT e BT. Como resultado dos cenários estudados e da definição global da potência requerida, será estudada qual a melhor solução para a ligação à Rede Elétrica de Serviço Público (RESP). Em continuação será desenvolvido o projeto base de instalações elétricas das instalações em causa, nomeadamente a ligação à RESP, a subestação elétrica principal, as subestações elétricas *shore-side* MT e BT, a rede interna de distribuição elétrica em MT, os postos de seccionamento distribuídos e os sistemas de gestão de cabos até aos navios (*Cable Management System-CMS*). Por fim, este capítulo concluir-se-á com a realização da estimativa de investimento, análise da tarifa de energia a aplicar na venda de energia a navios e a análise preliminar de viabilidade económica do projeto como um todo e por terminal.

No Capítulo 4 são apresentadas as principais conclusões do trabalho realizado e por fim no capítulo 5 apresentam-se os desenvolvimentos futuros a desenvolver pelo porto de Lisboa com vista à instalação dos sistemas STS nos seus terminais.

2. ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA DE NAVIOS DE CRUZEIRO E MERCADORIAS ATRACADOS EM PORTO

2.1. ENQUADRAMENTO

Shore-to-Ship (S2S ou STS) ou Onshore Power Supply (OPS), são termos que se referem a todo um sistema que permite a alimentação elétrica de um navio a partir de terra. Esta solução tecnológica permite que as necessidades de energia elétrica sejam supridas pelo sistema referido, em substituição dos grupos geradores que integram o navio.

É, portanto, importante que se tomem algumas considerações prévias referentes ao conceito e ao âmbito abarcado por este trabalho:

- A potência consumida por um navio no posto de atracação de um terminal pode e é normalmente inferior à verificada em mar. Os sistemas normalmente a serem suportados são os de iluminação, ventilação e ar condicionado, comunicação, carga

e descarga, entre outros considerados críticos para a atividade desenvolvida, quer na manutenção, na carga-descarga, no chamado modo hotel (“*hoteling mode*”) e de acordo com o tipo de navio e regime de carga individual dos sistemas mencionados [3, 4].

- Este estudo não irá abarcar o potencial de utilização de um particular tipo de STS de navios equipados com interface para estes sistemas – os desenhados e utilizados em doca seca (sistemas de baixa potência em 400V, limitados normalmente por disjuntores de até 400 A – destinados a intervenções particulares neste tipo de ambiente).

De facto, o STS além de eliminar os característicos níveis de ruído e vibrações da geração elétrica *onboard*, constitui a alternativa de redução mais eficaz de emissões poluentes em terminais portuários [5] [6] [7] [8] [9] [10]– nomeadamente em países caracterizados por um *mix* energético com origem predominante na renovável e/ou fontes primárias caracterizadas por baixos níveis de emissões ambientais.

Contudo, do ponto de vista económico dos operadores de navios, soluções tradicionais de utilização dos geradores com fonte primária diesel ou gás natural (LNG) assumem-se como competitivas face aos sistemas STS, nomeadamente tendo em conta os investimentos adicionais para a adaptação dos navios já existentes [5] [11, 10, 4] [3].

O mesmo acontece do lado do porto que considera a implementação de um STS, devido ao elevado investimento necessário e à necessidade que exista um mercado que potencie a sua rentabilidade [11] [6] [12]. Neste sentido, a decisão de investimento numa infraestrutura destas requer uma clara noção de evolução do seu potencial mercado (e.g. quantos clientes hoje, em 5 anos, em 10 anos, etc.; que clientes?).

O potencial do STS, quer na perspetiva da sua instalação, quer na de exploração é determinado fortemente por aspetos económicos, tecnológicos e por aspetos ambientais, suportados e potenciados por legislação internacional.

Atualmente, uma solução destas é tanto do interesse de quem pode disponibilizar o sistema, como do de quem pode usufruir, alavancado na pressão ambiental e social. É esta “aliança” que tem aproximado soluções tecnológicas existentes e em desenvolvimento do

próprio potencial de mercado. Esta pressão ou dever ambiental e social toma a forma de normas, diretivas, recomendações e iniciativas, apresentadas no ponto seguinte.

2.2. NORMAS, DIRETIVAS E RECOMENDAÇÕES

Nos seguintes pontos serão referidas as diversas normas, diretivas, recomendações e iniciativas que sustentam a instalação e o projeto dos sistemas *Shore-To-Ship (STS)* em portos de todo o mundo.

2.2.1. NORMAS

São diversas as normas com relevância no âmbito da temática das instalações elétricas e infraestruturas de alimentação a navios, de entre as quais se destacam:

- *IEC/ISO/IEEE 80005-1:2019 – Utility Connections in Port. Part 1: High Voltage Shore Connection (HVSC) systems. General requirements* [13];
- *IEC/ISO/IEEE 80005-2:2016 – Utility Connections in Port. Part 2: High and Low Voltage Shore Connection systems. Data communication for monitoring and control* [14];
- *IEC/ISO/IEEE 80005-3:2016 – Utility Connections in Port. Part 3: Low Voltage Shore Connection (LVSC) systems. General requirements* [15];
 - A norma “*IEC/ISO/IEEE 80005: Utility connections in port*” é o resultado da uniformização e cooperação dos comités e associações IEC, ISO e IEEE. Note-se que as IEC e ISO aplicam-se predominantemente na Europa, e as IEEE nos EUA. O padrão ISO lida com aspetos mecânicos, e o IEC e o IEEE cobrem os aspetos elétricos da conexão.
 - A parte um (1) compreende os conceitos e linhas gerais do projeto, instalação e ensaios de sistemas *High Voltage Shore Connection (HVSC)*, desde o próprio HVSC, equipamentos de conexão e interface, transformadores, conversores de frequência, sistemas de distribuição em navios e controle, monitoração energética entre inúmeros aspetos de segurança.
 - A parte dois (2) foca-se nas interfaces de comunicação e monitorização, tanto para um sistema *High Voltage Shore Connection* como para um sistema *Low Voltage Shore Connection (LVSC)*.

- A parte três (3), à semelhança da parte um (1) foca-se nos aspetos de projeto, instalação e ensaios, mas desta feita para um sistema *Low Voltage Shore Connection* (LVSC).
- *IEC 62613-1:2018 – Plugs, socket-outlets and ship couplers for high-voltage shore connection systems (HVSC-Systems) - Part 1: General requirements* [16];
- *IEC 62613-2:2018 - Socket outlets and ship plugs for high-voltage shore connection systems (HVSC systems). Part 2: Requirements for dimensional compliance and interchangeability of products intended for use by different types of ships* [17];
- *IEC 60092-101:2018 – Electrical installations in ships. Part 101: Definitions and general requirements* [18];
- *IEC 60092-503:2007 – Electrical installations in ships - Part 503: Special features - AC supply systems with voltages in the range of above 1 kV up to and including 15 kV* [19].

2.2.2. DIRETIVAS, RECOMENDAÇÕES E INICIATIVAS

São várias as diretivas europeias e mundiais com relevância no âmbito da temática das instalações elétricas e infraestruturas de alimentação a navios, de entre as quais se destacam:

- *EU directive 2012/33/EC, the sulphur content of marine fuels* [20];
- *EU Directive 2016/802/EU, a reduction in the sulphur content of certain liquid fuels* [21];
 - A maior parte da energia consumida pelo transporte internacional é proveniente de bunkers de má qualidade óleo com alto teor de enxofre.
 - Incluído na política ambiental está o nível de qualidade do ar causado pela poluição da queima de combustíveis com elevado teor de enxofre e o seu impacto no ambiente e saúde humana.
- *International Maritime Organization (IMO) e International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL) Annex VI – Annex VI Prevention of Air Pollution from Ships* [22];

- Em vigor desde maio de 2005, prevê que determinadas áreas sejam designadas como Áreas de Controle de Emissões de Óxido de Enxofre (SECA). Essas áreas incluem o mar do Norte e o mar Báltico. O limite máximo de teor de enxofre é de 0,1% em peso de enxofre nos combustíveis navais utilizados pelas embarcações de navegação interior e pelos navios atracados nos portos da Comunidade SECA.
- *EU Directive 2014/94/EU, on the deployment of alternative fuels infrastructure [23];*
 - Esta diretiva refere ao fornecimento de eletricidade por meio de um STS como uma alternativa recomendada e incentivada às fontes de petróleo fóssil pelo seu elevado potencial de contribuição descarbonização e melhoria do desempenho ambiental do setor de transportes. A mesma diretiva incentiva a adoção de interfaces padronizadas para ligação Shore-To-Ship, indo ao encontro dos padrões internacionais.
 - Esta diretiva define também que na rede de portos TEN-T deverão existir instalações de abastecimento de LNG e preferencialmente sistemas STS até 2025.
- *EU recommendation 2006/339/EC, on the promotion of shore-side electricity for use by ships at berth in Community ports [24];*
 - “(...) uma estratégia da União Europeia para reduzir as emissões atmosféricas de navios de mar, que instou as autoridades portuárias a exigir, incentivar ou facilitar o uso de STS por navios no porto”.
 - Esta recomendação incentiva de uma forma geral e em particular em portos em que os níveis medidos de indicadores da qualidade do ar e/ou de ruído se situam acima da média, nomeadamente próximos ou acima dos valores-limite.
- *E. Commission, Europe's Seaports 2030: Challenges Ahead, Brussels, 2013 [25].*
 - Prevê-se um crescimento de 50% da carga transportada nos portos da UE até 2030, exigindo uma adaptação dos portos da Europa para lidar com o aumento do tráfego.
 - Necessidade de acelerar uma transição energética progressiva: passagem do petróleo e produtos refinados para outras soluções, tais como sistemas STS ou instalações de gaseificação significativas, volumes potenciais de biomassa seca e transporte e armazenamento de CO₂.

- *E. Commission, Commission Recommendation 2006/339/EC, Brussels, 2006 [24] ; E. Commission, Council Implementing Decision 2014/0230, Brussels, 2014 [26]; E. Commission, Council Implementing Decision 2015/0106, Brussels, 2015 [27]; E. Commission, Council Implementing Decision 2018/1491, Brussels, 2018 [28].*
 - Decisões de recomendação e implementação do Conselho da Comissão Europeia, que autorizam os Estados-Membros a aplicar uma taxa reduzida de tributação da eletricidade fornecida aos navios atracados num porto no âmbito da utilização de sistemas STS.
- *World Ports Sustainability Program (WPSP) charter, 2018 [29];*
 - Em maio de 2017, a Associação Internacional dos Portos criou o *World Ports Sustainability Program (WPSP)*. Este programa deseja aprimorar e coordenar futuros esforços de sustentabilidade a nível mundial. O Programa de Sustentabilidade dos Portos Mundiais baseia-se na Iniciativa Climática dos Portos Mundiais, iniciada em 2008 pela *International Association of Ports and Harbors (IAPH)*, e estende-se a outras áreas do desenvolvimento sustentável. Um dos pilares assenta na redução das emissões produzidas pelos navios nos portos, sendo o sistema STS uma forte recomendação.
- O *European Green Deal* lançado pela comissão europeia inclui uma importante referência ao setor de transporte marítimo, como apresentado no *roadmap* de 2019, para tornar o continente europeu *climate-neutral* [30].

O setor de transporte marítimo é responsável por 13,6% das emissões de transporte da UE. Emite cerca de 940 milhões de toneladas de CO₂ anualmente e é responsável por cerca de 2,5% das emissões globais de gases de efeito estufa. Estima-se que se não for regulamentado e introduzidas soluções que permitem a redução das emissões, estas podem aumentar em 50 a 250% até 2050. Como tal, a adoção de soluções STS, podem ser potenciadas por este acordo.

A Figura 2.1 ilustra as áreas SECA atuais e planeada expansão bem como outras áreas com regulamentação local ou regional, de redução do mesmo tipo de emissões.

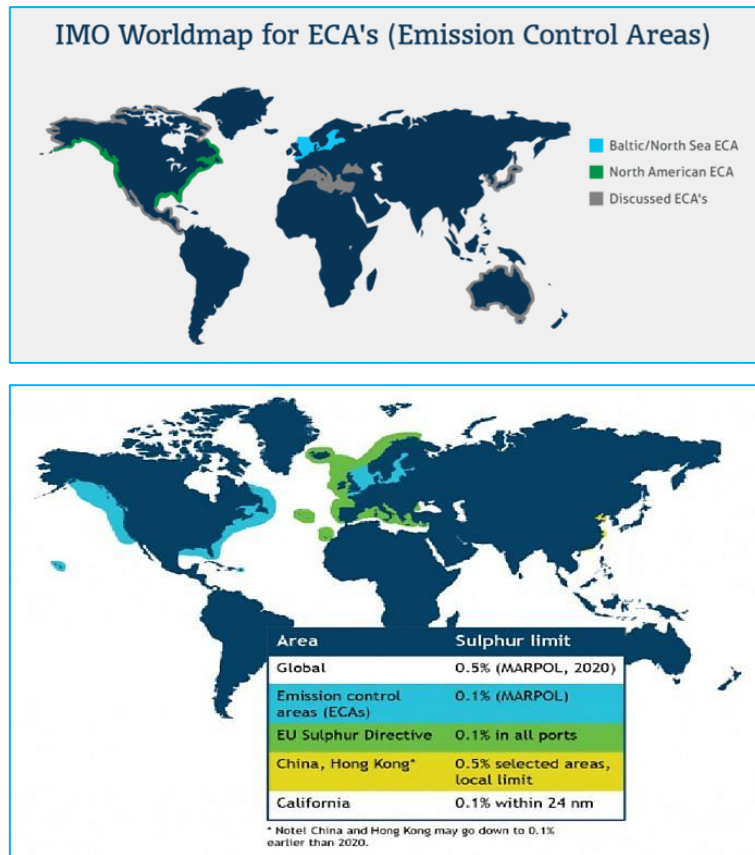


Figura 2.1-Área ECA e outras com regulamentação local ou regional de controlo de emissões [9]

2.3. ESTADO DA ARTE - ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA DE NAVIOS *SHORE-TO-SHIP*

2.3.1. SOLUÇÕES TÉCNICAS – TECNOLOGIA STS

Como já descrito, um sistema *Shore-To-Ship* (STS) visa suprir as necessidades de energia elétrica, nos parâmetros ajustados de qualidade de energia elétrica do ponto de vista da carga, pela substituição da produção de energia elétrica a partir dos geradores do próprio navio.

Os sistemas STS, por tradição, suportados pelas normas internacionais, nomeadamente a IEC/ISO/IEEE 80005:2019 nas suas partes 1 e 3 dividem-se nos sistemas, respetivamente:

- *High Voltage Shore Connection* (HVSC):
 - Tensão no ponto de conexão do STS do lado do terminal em média tensão (1000 Vrms < MT ≤ 45 000 Vrms segundo IEC 61643);
 - Valores padrão: 6,6kV; 11kV.

- *Low Voltage Shore Connection (LVSC):*
- Tensão no ponto de conexão do STS do lado do terminal em baixa tensão (≤ 1000 Vrms segundo IEC 61643);
- Valores padrão: 400 V; 440 V; 690 V.

Apesar da divisão realizada por tipo de tensão, note-se que o princípio é o mesmo. A diferença prende-se com a necessidade de alguns equipamentos ou não, para transportar uma determinada potência da rede elétrica e adaptar os parâmetros desta em termos de tensão e frequência aos nominais de entrada do sistema a bordo do navio.

A parte construtiva desde a rede elétrica até ao quadro elétrico de distribuição do navio alimentado por sistema STS é similarmente adaptada, consoante fatores de dimensionamento e projeto, infraestruturas no cais, altura do navio, distâncias, manuseamento, flexibilidade, etc.

De um modo geral, os possíveis constituintes de um sistema STS são apenas os que se encontram nos limites do Porto (Figura 2.2). Contudo, numa análise mais alargada, facilmente se observa a interdependência desde a rede elétrica (Figura 2.3).

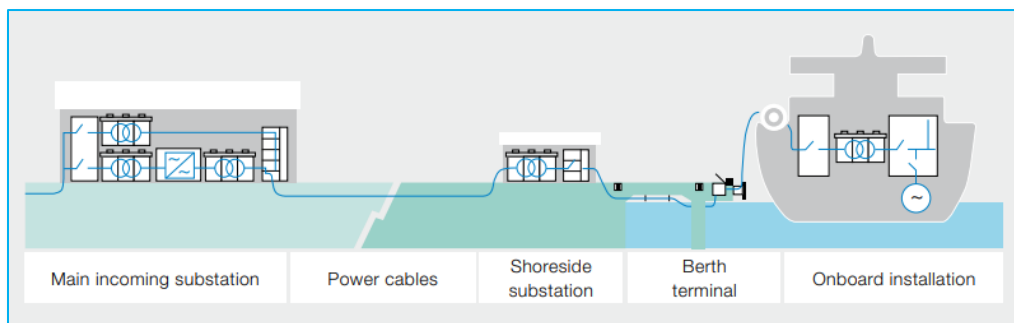


Figura 2.2-Visão geral de uma instalação *shore-to-ship* [31]

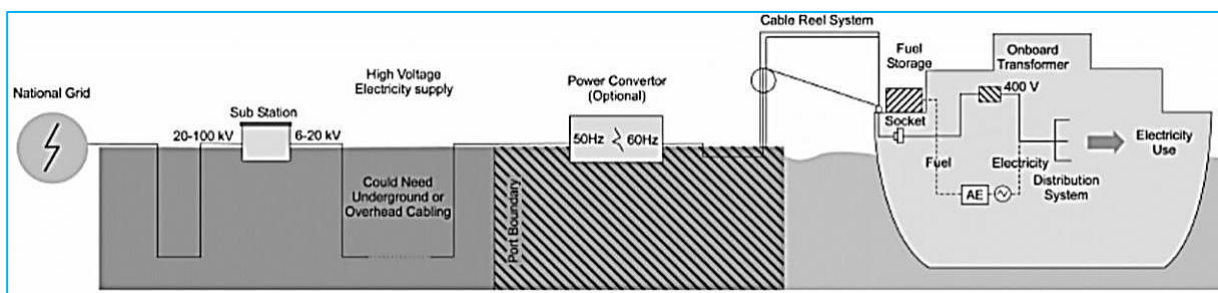


Figura 2.3-Visão alargada do Sistema de um sistema *shore-to-ship* [11]

Numa análise abrangente, desde a rede elétrica ao quadro do navio, tem-se a consideração técnica em função das necessidades, de:

- Rede de Transmissão;
- Subestação principal:
 - Transformadores de Potência;
 - Aparelhagem de Seccionamento, Medida e Proteção.
- Rede de Distribuição para subestação destinada a STS;
- Rede cabos de Média Tensão;
- Subestação destinada a STS:
 - Transformadores de potência;
 - Transformadores de isolamento;
 - Conversor de Frequência.
- Sistema de distribuição no terminal até aos pontos de conexão no cais:
 - Rede aérea ou enterrada de distribuição;
 - Caleiras e percursos protegidos;
 - Estruturas de Suporte Físico.
- Sistema de conexão elétrica no cais;
- *Cable Management System (CMS)*;
- Adaptações Auxiliares:
 - Estruturas auxiliares entre cais e navios (e.g. barcaças) com transformadores e aparelhagem;
 - Transformador a bordo do navio.
- Sistema de conexão elétrica no navio.

A Figura 5 ilustra algumas soluções de CMS disponibilizadas pelos fabricantes para adaptação a diferentes condições;



Figura 2.4-Sistemas diversos de Cable Management System. Em cima: Cavotec AMP Vault; Cavotec AMP Mobile; Cavotec AMP Reel; Siemens Siharbor Caddy. [32] [33]

Notar ainda que um sistema STS, além de todo um conjunto de sistemas de segurança na sua operação, fruto tanto da necessidade, da regulamentação e das soluções evoluídas no mercado assume uma posição de objeto integrado no que é um *Smart Port*. Este conceito leva a uma crescente atenção às questões da sensorização, medida, monitorização e controlo integrado, normalmente por meio de um Sistema de Supervisão e Aquisição de Dados (SCADA).

De facto, existem alguns fabricantes com inúmeras referências nesta área, e muitos deles integrando estas soluções num âmbito mais alargado de *Smart Port*, cidades inteligentes e desenvolvimento sustentável, nomeadamente:

- *Siemens (Siharbor solutions);*
- *SAM Electronics (SamCon solutions);*
- *Hitachi ABB (Ship to Shore solutions);*
- *Cavotec (AMP solutions);*
- *Terasaki (Shore Connection solutions);*
- *Schneider Electric (Shorebox).*

Apresenta-se o exemplo de um diagrama simplificado do fabricante Schneider Electric com a sua solução *Shorebox* (*Turn Key Solution*) na Figura 2.5.

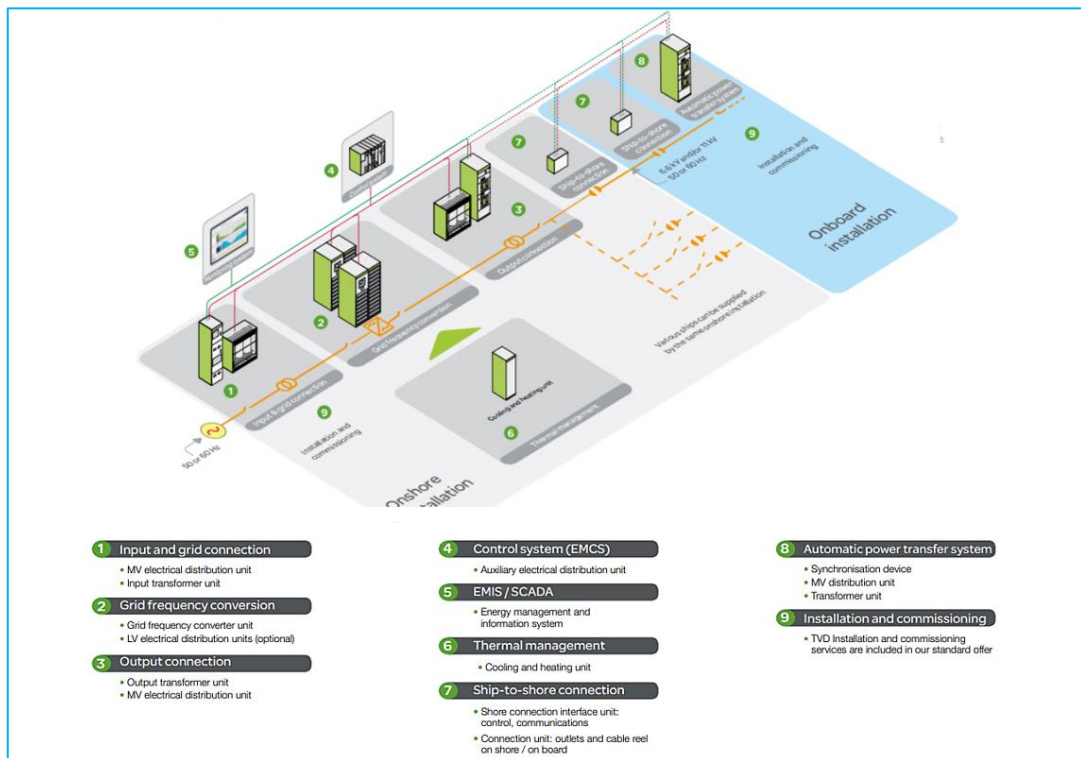


Figura 2.5-Schneider *ShoreBox*. Diagrama de integração [34]

Em termos gerais, tem-se assistido a uma predominância de sistemas HVSC (apesar do maior custo global de implementação), especialmente relacionados com a disponibilização de maiores potências em sistemas STC. As vantagens principais de um HVSC são as seguintes:

- Possibilidade de transporte e disponibilização de maior potência;
- Maior eficiência para uma mesma potência considerada (fator UHVSC/ULVSC);
- Maior manobrabilidade e flexibilidade na exploração. Por exemplo pelas significativamente inferiores secções dos cabos (mesma potência considerada).

Contudo, a escolha entre a adoção de um HVSC ou LVSC depende de um conjunto de fatores, nomeadamente:

- Características elétricas do navio:
 - Tensão de entrada;
 - Potência média absorvida;

- Potência de pico;
- Perfil de potência;
- Tipo de interface de conexão elétrica.
- Características construtivas do navio:
 - Distância de segurança ao cais;
 - Localização do ponto de conexão;
 - Altura do navio;
 - Posições de atracação;
 - Possibilidade de incorporar ou receber transformador a bordo.
- Características construtivas do terminal:
 - Espaço útil disponível;
 - Distância máxima entre os pontos primários de interface STS ao navio;
 - Infraestruturas para albergar os equipamentos e canalizações do sistema STS;
- Características elétricas no terminal:
 - Potência máxima do sistema STS, nomeadamente em pico como em modo contínuo;
 - Perfil de potência elétrica disponibilizada pela rede;
 - Possibilidade de servir vários tipos de carga em tensão, frequência e potência.

Note-se que do ponto de vista do operador do porto e do STS em si, é de extrema importância perceber qual a tendência do mercado (operadores e fabricantes de navios) no que diz respeito aos tipos de sistemas *STS Ready* instalados e a instalar.

Note-se que apesar dos esforços de uniformização, até pela vertente normativa, de análise e discussão de vantagens e desvantagens de nada serve escolher, por exemplo, um sistema HVSC pelas características de maior eficiência e operação no cais, quando os operadores de navios, nomeadamente os de pequeno porte, optam pelo LVSC, que pelos custos significativamente inferiores de implementação ou por necessidades de potência relativamente baixas.

Realça-se, portanto, mais uma vez a importância de conhecer o mercado, o seu potencial, acompanhar a sua evolução e coordenar sempre que possível, esforços de uniformização, tanto com potenciais clientes, como com portos com sistemas STS (atuais ou futuros) de modo a que haja uma rentabilização dos investimentos de todas as partes.

2.3.2. CONSIDERAÇÕES TÉCNICAS

2.3.2.1. CONSIDERAÇÕES RELATIVAS AO DIMENSIONAMENTO ELÉTRICO

O dimensionamento do sistema a nível elétrico assenta num conjunto de considerações primárias e pela seguinte ordem abaixo indicada:

- Carga:
 - Análise e caracterização das cargas em termos de tensão nominal, frequência, potência ativa, reativa e/ou aparente média e de pico, perfil característico de carga com fator de evolução (expansibilidade) expectável;
 - Tipo de interface para ligação ao sistema STS.
- Sistema elétrico a montante do STS:
 - Análise e caracterização da rede elétrica de ligação em termos de tensão, frequência, potência aparente média e de pico disponível, perfil de potência disponível, estudos de qualidade de energia, estudos de trânsitos de potência e fator de evolução (expansibilidade) expectável.
 - Sistemas de proteção na rede a montante do STS;
 - Estudos de sensibilidade e seletividade da rede, desde a proteção mais a montante até à entrada do STS (incluindo ainda a necessidade de coordenação com outras proteções a jusante até quadro elétrico do próprio navio).
- Do sistema STS em si:
 - Potências:
 - Cálculo da potência com base em fatores de simultaneidade e utilização das cargas;
 - Requisitos elevados de potência condicionam o tipo de sistema a implementar.

- Tensões:
 - Tensões diferentes entre rede e carga a alimentar levam à necessidade de transformadores de potência para adaptar os níveis de tensão.
- Frequências:
 - Frequências diferentes entre a rede e a carga a alimentar, levam à necessidade de inclusão de um ou mais conversores de frequência para efetuar essa adaptação.
- Sistemas de proteção:
 - Na entrada do STS e nas saídas para proteção de canalizações e proteção de equipamentos;
 - Estudos de sensibilidade e seletividade da rede, desde a entrada no sistema STS até ao quadro elétrico do próprio navio;
 - Dimensionamento de um ou mais transformadores de isolamento para limitar a propagação de anomalias elétricas de jusante para montante e vice-versa.
- Canalizações:
 - Distâncias para a distribuição de potência;
 - Percorso das canalizações incluindo modos de instalação;
 - Dimensionamento com base nos parâmetros regulamentares – queda de tensão, aquecimento, curto-circuito, coordenação com a proteção.
- Interfaces para ligação à carga:
 - Assegurar a maior compatibilidade de ligação possível com as cargas;
 - Assegurar a segurança para os sistemas e operadores;
 - Permitir tanto quanto possível: praticabilidade, rapidez e facilidade de ligação;
- Outras Questões Gerais de Projeto:
 - Fiabilidade/Redundância de equipamentos como transformadores/conversores, canalizações;

- Modularidade e expansibilidade para abarcar expansões futuras da forma mais fácil possível;

Estes serão tópicos que serão levados em conta na definição e caracterização do sistema ou sistemas STS a instalar no Porto de Lisboa.

2.3.2.2. CONSIDERAÇÕES NO CÁLCULO DA POTÊNCIA

Um dos maiores problemas na definição de um sistema STS passa pela resposta à seguinte pergunta: qual a potência que o STS deve ter para servir um determinado número e tipo de navios?

Ora o primeiro passo é sem dúvida determinar a potência e as características elétricas que têm esses navios. Isto leva a que seja necessário saber que navios potencialmente serão clientes do STS e o seu perfil de utilização.

Essa difícil análise, quer pelo uso de um histórico de uma base de dados com permanências de navios do porto onde se quer avaliar a implementação do STS, quer pela execução de uma análise de mercado atual e futuro (e.g. por meio de questionário) tem naturalmente uma incerteza associada. Note-se que no primeiro caso, a análise de bases de dados diz respeito a navios que nunca usaram STS nesse porto (dado ele não existir). No segundo caso, é difícil aferir a percentagem de navios que está e estará apta para ser potencial cliente do sistema – note-se que nem todos os navios vão ter instalado o sistema *STS onboard*, ou vão usar o STS do porto de Lisboa por questões de escala ou até interesse económico.

De modo a tentar simplificar o problema anterior, e como forma de preparação para o caso mais oneroso, sugere-se usar neste trabalho a percentagem de navios aptos para STS (face ao total) para afetar os resultados observados pela análise a bases de dados com registo do porto alvo de estudo.

Aferindo os cenários de estudo, surge também um outro problema, que é a determinação da potência real que deve ser considerada de cada um desses navios. Naturalmente existirá uma potência nominal e uma potência de pico, mas que no regime “real” dependerão de um conjunto de fatores e cenários:

- Dá-se o exemplo dos navios que transportam contentores refrigerados. Aqui o número de contentores refrigerados transportado é por vezes bastante variável, o que se traduz em necessidades de alimentação bastante diferentes. Isto tem impacto tanto no dimensionamento de um STS (para o pior caso por exemplo) como depois para a sua exploração - a potência vai estar sempre disponível pelo que não havendo uma rentabilização da sua utilização, significa capacidade desperdiçada e indicadores de rentabilidade económica menos favoráveis;
- É relatado que até 40% da potência nominal pode não ser usada, pela não necessidade de recorrer totalmente ou parcialmente a sistemas de refrigeração, ventilação, iluminação entre outros. Por exemplo não existe necessidade de alimentar os circuitos de refrigeração dos motores do navio [11].
- Exceções de poupança prendem-se por exemplo com o cenário de que quando o navio opera no cais com a energia elétrica produzida pelos próprios geradores auxiliares é usual aproveitar-se também o calor residual de motores e caldeiras para manter as áreas a bordo confortáveis e a ventilação mecânica operacional sem necessidade de uma paragem:
 - Quando ligados a um sistema STS, os geradores auxiliares são desligados, o que significa que não há calor residual disponível para aquecer espaços ao longo da estadia. Isto é especialmente crítico em países onde as temperaturas são baixas e existe necessidade de energia térmica e, portanto, é necessário considerar maior energia para o sistema de aquecimento;
 - Refira-se que no caso das elevadas temperaturas e necessidade de arrefecimento mecânico dos espaços, pode haver vantagem para um sistema STS já que a carga térmica (a arrefecer) é reduzida pelo não acionamento das máquinas geradoras de energia elétrica.

Note-se ainda o problema dos elevados picos de potência (ordem de MW), nomeadamente os que possam advir de fenómenos transitórios e que, portanto, implicam que a rede elétrica terá de ter capacidade de os suportar. Para minimizar este problema, os sistemas STS de maior potência costumam ser instalados com filtros de harmónicos incorporados

nos sistemas de conversão de frequência, ou então na infraestrutura geral de média tensão.

Por forma a minimizar o problema do sobredimensionamento, recorrer-se-á a uma recolha do histórico real de consumos de navios com utilização prévia de um STS existente e com características similares ao presente. A introdução de perfis de consumos em potência ao longo da estadia que podem ser disponibilizados aos operadores do STS pelos operadores de navios seria também uma vantagem para uma melhor gestão da capacidade instalada do STS e redução dos picos, nomeadamente no caso de múltiplos navios no terminal.

Uma publicação do *World Ports Sustainability Program (WPSP)* apresenta uma caracterização em termos de potência e frequência por tipo de navio. Os resultados apresentam-se na 0 [8].

Tabela 2.1- Caracterização em termos de potência e frequência por tipo de navio. [8]

TIPO DE NAVIO	POTÊNCIA MÉDIA (KW _{RMS})	POTÊNCIA PICO (KW _P)	POTÊNCIA PICO REPRESENTATIVA DE 95% DA CLASSE (KW _P)	FREQUÊNCIA 50 HZ	FREQUÊNCIA 60 HZ
Contentores (< 140 m)	700	1000	800	63%	37%
Contentores (> 140 m)	1200	8000	5000	6%	94%
RoRo e RoPax	1500	2000	1800	30%	70%
Tanque (petroleiros e de químicos)	1400	2700	2500	20%	80%
Cruzeiros (< 200 m)	4100	7300	6700	36%	64%
Cruzeiro (> 200 m)	7500	11000	9500	–	100%

2.3.2.3. CONSIDERAÇÕES NAS TIPOLOGIAS DE CONEXÃO A NAVIOS

Tanto a tipologia de navio, como as suas características elétricas exigem adaptações e soluções do lado do terminal e do STS.

A seguir apresentam-se um conjunto de tipologias de ligação, usadas em vários portos, nomeadamente o de Los Angeles e portos europeus como o de Roterdão. Para ilustração das soluções principais, apresentam-se exemplos para melhor compreensão.

- Caso 1

Navio adaptado e equipado com transformador que permite receber na entrada 6600V a 60Hz, (tensão de operação é de 440V a 60Hz). STS do terminal fornece em condições normais na saída 6600V a 60Hz (rede de média tensão em 25kV a 50Hz). CMS (neste caso enrolador de cabo) do lado do navio.

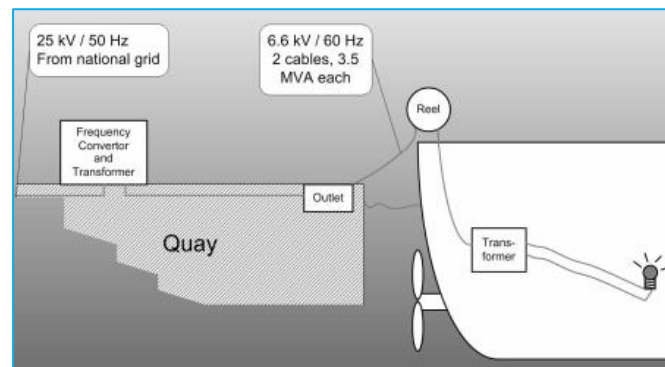


Figura 2.6-Illustração da solução do caso 1. [6]



Figura 2.7-Imagens de pormenor da solução do caso 1. [35]

- Vantagens:
 - Sendo o CMS do lado do navio a ligação é facilitada e rápida, sem necessidade de grua;
 - O transformador permite que o navio receba a potência elétrica em média tensão (potenciais menores secções dos cabos, maiores potências a alimentar).
- Desvantagens:
 - Custo acrescido para o lado do operador/dono do navio;
 - Difícil rentabilização do investimento numa solução de *retrofit*, se os custos são assumidos apenas do lado do operador do navio;

- Equipamento como o transformador consome espaço à embarcação.

- Caso 2

Navio exige na entrada 440V a 60Hz. STS do terminal fornece em condições normais na saída 6600V a 60Hz. A rede elétrica é também a 60Hz. É utilizada uma barcaça tripulada e devidamente equipada com transformador, enroladores de cabos e interface de conexão como solução de “adaptação”.

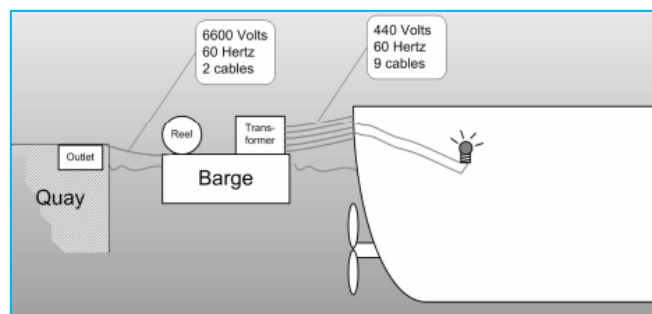


Figura 2.8-Illustração da solução do caso 2. [6]



Figura 2.9-Imagens de pormenor da solução do caso 2. [35]

- Vantagens:
 - Sem necessidade de modificações no navio;
 - Se a frequência de operação do navio for igual à da rede, não existe necessidade de conversor.
- Desvantagens:
 - Custo elevado da solução na aquisição, devido à necessidade de uma barcaça devidamente equipada (por navio a servir nestas condições), com transformador de potência, enrolador de cabos, e equipamento complementar diverso;

- Custo elevado na exploração devido à necessidade de tripulação na barcaça, maior dificuldade e tempo na conexão/desconexão e operação
- Maior potencial de problemas de segurança (conexões, barcaça, navio mais afastado do cais, cabos com tensão a operar mais perto da água).

- **Caso 3**

Navio adaptado e equipado com transformador permite receber na entrada 6300V/6600V a 50Hz. STS do terminal fornece em condições normais na saída 6300V/6600V a 50Hz (rede de média tensão em 25kV a 50Hz). *Cable Management System* (diversos tipos – neste exemplo por enrolador de cabos) do lado do STS.

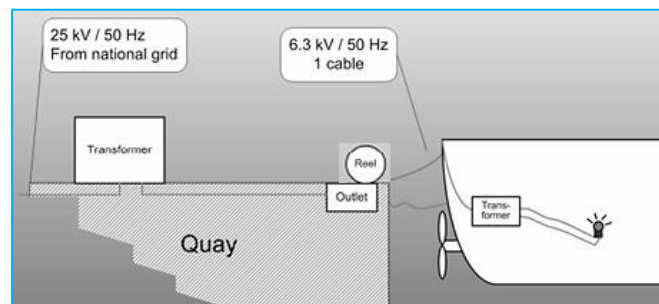


Figura 2.10-Ilustração da solução do caso 3. [6]



Figura 2.11-Ilustração da solução do caso 3. [35]

• **Vantagens:**

- Para navios de baixa potência e de baixa altura, pode existir um sistema simples de um cabo de média tensão (leve e facilmente manobrável) reduzindo os custos de uma forma muito significativa;
- Para diferentes navios, existem soluções de CMS que permitem uma enorme flexibilidade, não ficando dependente do que o navio disponibiliza (e das condições em que esse se encontra);

- Se a frequência de operação do navio for igual à da rede, não existe necessidade de conversor.
- Desvantagens:
 - Custo acrescido para o lado do operador/dono do navio;
 - Difícil rentabilização do investimento numa solução de *retrofit*, se os custos são assumidos apenas do lado do operador do navio;
 - O equipamento elétrico como o transformador ocupa espaço na embarcação.

Notas Gerais:

- É sugerido que terminais que recebem navios de contentores tenham um grande número de pontos de ligação ao STS. Isto devido às várias posições do navio, e às restrições de guias e guindastes para carregar e descarregar esses navios;
- Também é comum existirem carris próximos do cais e em quase toda a sua extensão, limitando o espaço útil disponível, o que aliado aos fatores anteriores podem dificultar a ligação do STS ao navio;
- Para navios do tipo tanque, cruzeiros, RoRo e RoPax, normalmente a ligação é mais fácil, sendo que em alguns casos não são necessárias guias e o CMS pode ser simplificado para baixas potências e alimentação em média tensão;
- Do estudo das soluções tipo apresentadas, resulta a pré-seleção do caso 3, como base. Ou seja, sistema do tipo HVSC, com CMS do lado do terminal e alimentação por princípio em média tensão ao navio receptor. A partir de uma subestação dedicada ao sistema STS além do transformador de potência e isolamento, opta-se pela inclusão de um conversor de frequência em média tensão, para abranger navios a 50 e 60 Hz. Consoante o tipo de necessidade de terminal, além da distribuição em MT poderá ser considerada a distribuição de pontos de ligação em BT.

2.4. PORTOS COM SISTEMAS *SHORE-TO-SHIP (STS)*

2.4.1. VISÃO GLOBAL

Este capítulo fornece uma caracterização resumida e útil, de portos equipados com *Shore-To-Ship (STS)*. De facto, é possível observar uma grande diversidade no tipo de potência disponível no porto, características elétricas do sistema STS e tipo de navios servidos.

A particular importância dos dados apresentados, provenientes de estudos anteriores e dos próprios portos com histórico de operação com STS, prende-se com a possibilidade de comparação, caracterização e validação dos dados primários que se vierem a obter para este trabalho.

Na Figura 2.12 pode encontrar-se uma distribuição generalista a nível global, dos portos com sistemas STS e com planos em curso para a implementação.

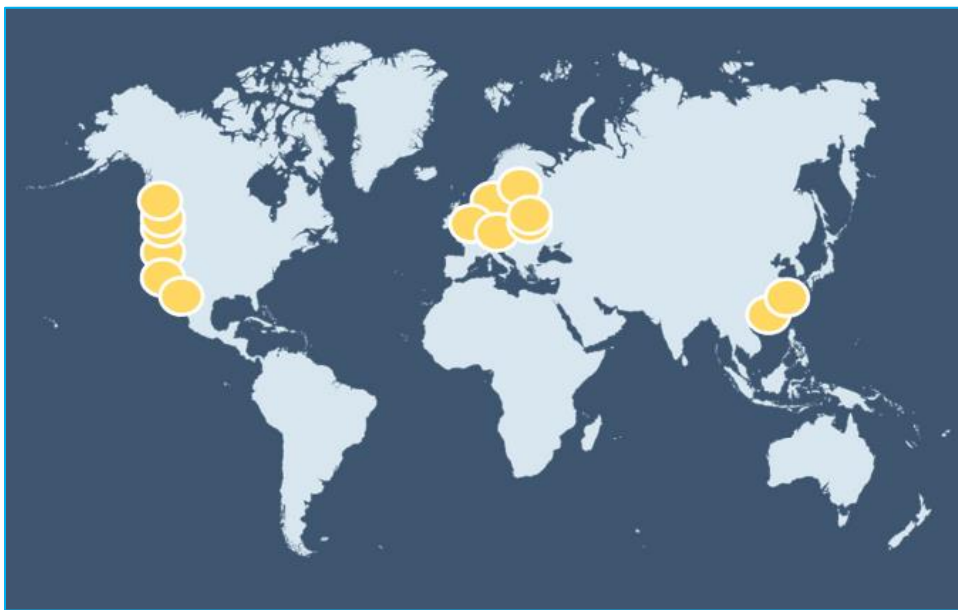


Figura 2.12-*Overview* da distribuição de portos com sistemas *shore-to-ship* [8]

Na Tabela 2.2 pode-se encontrar um breve resumo de portos europeus com sistema STS e a sua caracterização elétrica e de tipo de navios servidos.

Tabela 2.2-*Caracterização de portos com shore-to-ship na Europa e tipo de navios servidos.* [8]

ANO DE INSTALAÇÃO / UPGRADE	PORTO / PAÍS	POTÊNCIA DISPONÍVEL (MW)	FREQUÊNCIAS DISPONÍVEIS (HZ)	TENSÃO DISPONÍVEL (KV)	PRINCIPAL TIPOLOGIA DE NAVIOS SERVIDA
1989-/-2012	Gothenburg/ Sweden	6	50 60	0.4 6.6 11	RoRo RoPax
2008	Antwerp/ Belgium	0.8	50 60	6.6	Contentor Carga Geral
2008	Lübeck/ Germany	2.2	50	6	RoPax
2011	Oslo/ Norway	4.5	50	11	Cruzeiro
2012 2020	Rotterdam/ Netherlands	?	60	11	Contentor / Carga Geral / RoRo / RoPax
2012	Ystad/ Sweden	6.25	50 60	11	RoRo RoPax
2013	Trelleborg/ Sweden	3.5-4.6	50	11	RoRo RoPax
2015	Bergen/ Norway	1	50 60	0.440 0.690	Contentor RoRo
2015	Hamburg / Germany [10]		50 60	6.6 11	Cruzeiro
2017	Livorno/ Italy [36]	12	50 60	6.6 11	Cruzeiro

Na Figura 2.13 pode encontrar-se uma distribuição geralista a nível global, dos portos com planos em curso para a implementação de sistemas STS.



Figura 2.13-Distribuição de portos com planos já iniciados para integrar sistemas shore-to-ship [8]

Em seguida apresenta-se o estudo de caso do porto de Gotemburgo, pioneiro a nível global, compreendendo atualmente uma grande diversidade de gamas de possibilidades de ligação, fruto das atualizações ao longo dos anos e de um modelo de negócio sustentável, apoiado em parceiros e interesses convergentes.

2.4.2. ESTUDO DE CASO - PORTO DE GOTEMBURGO (SUÉCIA)

O Porto de Gotemburgo na Suécia é pioneiro na adoção de sistemas STS e na evolução tecnológica ao longo de mais de 3 décadas.

O primeiro sistema STS entrou em funcionamento em 1989. Sistema do tipo LVSC, a 400V e 50Hz. *Kiosk* com transformador e a própria grua e enrolador de cabo para ligação e alimentação dos navios compatíveis. Mais tarde foi também adaptado à solução em que os cabos de baixa tensão já vêm no navio.

No ano 2000, Gotemburgo foi novamente pioneiro ao implementar o primeiro sistema HVSC a nível global. HVSC, com capacidade para 1,25 MVA, com dupla tensão nominal possível – 6,6 e 10 kV, ambas a 50Hz. Em termos de arquitetura da solução, optaram pela incorporação numa subestação principal fora do cais, do equipamento elétrico de potência como transformadores e quadros de média tensão, enquanto todo o equipamento de controlo, sistema de cabos e a conexão para os navios estava incluída numa solução contentorizada. Neste sistema, devido aos níveis de tensão e às potências máximas a transportar, apenas um cabo principal era suficiente para a alimentação da carga. Em termos de ligação terminal, cais-navio, optava-se pela presença nos navios de um enrolador de cabo, o que permitia dispensar a necessidade de grua e otimizava os tempos de ligação.

Em 2001 é iniciado um novo terminal que disponibiliza até 6 MW, em HVSC a 11 kV e 50 Hz.

Em 2006, o HVSC permitia também, fruto da cooperação com os operadores clientes, e parceiros locais (e.g. *Stena Lines*) a alimentação de um conjunto de navios em baixa tensão (e.g. *ferries*), já que estes possuíam a sua instalação elétrica adaptada, nomeadamente um transformador de potência com saída de tensão nominal no secundário a 400 V/50 Hz.

Em 2010, novos sistemas STS foram instalados noutros terminais, tipo HVSC, a 11 kV, sendo que um deles permite a alimentação tanto a 50 como 60 Hz pela incorporação na subestação principal de um grupo de conversores de frequência.

Em 2012, o Porto iniciou a realização de um estudo técnico, económico e ambiental de forma a adaptar e integrar pelo menos um STS em cada terminal.

As conclusões deste estudo, do ponto de vista de rentabilidade, naquela data, e dadas as características da população de navios bem como o perfil de utilização, investimento necessário e limitações elétricas e construtivas (algumas próprias de um *retrofit*), foram que apenas dois terminais apresentavam um índice de rentabilidade interessante. Estes terminais eram caracterizados por receberem navios do tipo *RoRo* e *RoPax*.

Mais tarde, em 2012, o Porto de Gotemburgo iniciou um estudo com o objetivo de avaliar a viabilidade de ter um STS em cada terminal. Este estudo teve em conta a relação entre custos e benefícios perante soluções alternativas: desenvolvimento total e parcial do STS e comparação com a situação à data. O desenvolvimento parcial inclui STS para os navios com a maior frequência de ancoragem.

Os custos avaliados foram: custos para produzir eletricidade a bordo e em terra, custos no investimento para STS e custos ambientais (poluição atmosférica e CO₂). Em conclusão, depois de analisados os dados, foi possível verificar que apenas dois terminais são rentáveis se um STS for instalado (parcialmente e totalmente), nomeadamente, o *RoRo* e terminal de navios para o transporte de carros. [37]

- *“Quay 24, Masthugget, Stena Line - Gothenburg-Denmark OPS for passenger fast ferry - Stena Carisma, LVSC, estimated 1MW, 400V, 50 Hz, 1 installation; Year of OPS installation: 1989/2001*
- *Quay 700, ro/ro-terminal -Gothenburg – Finland, Belgium OPS for ro/ro-vessels – Transtimmer, Transpaper, Transpulp, Schieborg, Slingeborg & Spaarneborg, HVSC, 1.25MW, 50 Hz, 6 kV, 1 installation; Year of OPS installation: 2000*
- *Quay 712, ro/ro-terminal - no vessels are equipped at the moment OPS for ro/ro-vessels, HVSC, 6MW, 11kV, 50 Hz, 1 installation; Year of OPS installation: 2001*
- *Quay 46-49 Majnabbe, Stena Line - Gothenburg- Germany OPS for ro/pax-vessels – Stena Scandinavica & Stena Germanica, HVSC, 2.5MW, 50 and 60 Hz, (frequency converter), 11 kV, 1 installation; Year of OPS installation: 2010*
- *Quay 28-32, Masthugget, Stena Line - Gothenburg-Denmark OPS for ro/pax-vessels – Stena Jutlandica & Stena Danica, HVSC, 2MW, 11 kV, 50 Hz, 3 installations; Year of OPS installation: 2010*
- *Quay 600-643 – Being Prepared with ducts for latter OPS system.”*

A Figura 2.14 caracteriza os sistemas STS e terminais no porto de Gotemburgo no ano de 2013.



Figura 2.14-Imagens dos vários terminais e instalações shore-to-ship em finais de 2013. [37] [6]

3. ESTUDO DE CASO – TERMINAIS DA ZONA ORIENTAL DO PORTO DE LISBOA, *SHORE-TO-SHIP CONNECTION*

3.1. ENQUADRAMENTO

O Porto de Lisboa é um grande porto europeu de orientação atlântica e uma porta direta ao mercado ibérico, inserido no maior centro de consumo (Região de Lisboa e Vale do Tejo) e principal região económica de Portugal, constituindo assim uma infraestrutura vital para a economia de Portugal.

Abrigado e com condições naturais de excelência, está situado no estuário do rio Tejo, o maior estuário da Europa ocidental, que encontra o Oceano Atlântico numa bacia de 32 000 hectares.

Lisboa, capital de Portugal, é dotada de um porto multifuncional com 17 terminais portuários dedicados a todos os segmentos de carga e passageiros, que opera 24 horas por dia, 365 dias

por ano, e oferece as melhores condições de navegação aos mais diversos tipos e dimensões de navios, desenvolvendo-se a atividade portuária nas duas margens do Estuário do Tejo.

Importante plataforma logística multimodal e um dos portos Core da Rede Transeuropeia de Transportes (RTE-T), a sua centralidade geoestratégica confere-lhe um estatuto de relevo nas cadeias logísticas do comércio internacional e nos principais circuitos de cruzeiros, servido de uma rede de ligações marítimas com os principais portos do mundo através dos mais importantes armadores internacionais. De igual modo, é um porto estratégico no tráfego nacional com os portos dos Arquipélagos da Madeira e Açores e dos Países Africanos de Língua Oficial Portuguesa.

A Figura 3.1 ilustra as atividades referidas e suportadas pelo Porto de Lisboa. Nota para a ilustração do tráfego *RoRo* do terminal de Alcântara, que atualmente não se realiza.

CARGA	TURISMO				OUTRAS
	CRUZEIROS	NÁUTICA			
		RECREIO	DESPORTO	MARÍTIMO-TURÍSTICA	
 CONTENTORES	 GRANÉIS SÓLIDOS	 CRUZEIROS	 RECREIO	 PASSAGEIROS FLUVIAIS	
 FRACCIONADA	 GRANÉIS LÍQUIDOS	 TERMINAL CRUZEIROS	 DESPORTO	 PESCA	
 RO-RO	 CARGA FLUVIAL	 N.T. CRUZEIROS	 MARÍTIMO-TURÍSTICA	 LÚDICO-RIBEIRINHO	

Figura 3.1-Atividades suportadas pelas infraestruturas e terminais do porto de Lisboa. [38]

Os terminais de interesse e compreendidos por este estudo, resultam primariamente do plano estratégico de desenvolvimento do porto e apresentam-se na Figura 3.2, que ilustra de uma forma geral a sua localização relativa e absoluta.



- | | |
|---|--|
| 7 - Terminal de Cruzeiros de Lisboa (LCP) | 10 - Terminal Multiusos do Beato (TMB) |
| 8 - Terminal Multipurpose de Lisboa (TSA) | 11 - Terminal de Granéis Alimentares (SILOPOR) |
| 9 - Terminal de Contentores de Santa Apolónia (SOTAGUS) | 12 - Terminal de Multiusos do Poço do Bispo (TMPB) |

Figura 3.2-Localização dos terminais 7 a 12 do Porto de Lisboa [38]

Em função do número de postos de atracação de cada terminal, da regularidade e características dos navios enquanto a potência, tensão e frequência, pretende-se definir a infraestrutura elétrica a construir em cada um dos terminais, bem como a rede elétrica de MT que os interligará com vista à sua ligação à RESP.

3.2. CARACTERIZAÇÃO DOS TERMINAIS DA ZONA ORIENTAL DO PORTO DE LISBOA

Na margem norte, no município de Lisboa, está concentrada a movimentação de carga contentorizada, carga geral, particularmente a contentorizada e os granéis sólidos.

Os vários terminais de carga, estão de uma forma geral vocacionados para Transporte Marítimo de Curta Distância (*Short Sea Shipping*) bem como para o tráfego com as Regiões Autónomas da Madeira e Açores e com a Costa Ocidental Africana.

Na Tabela 3.1 é feita a caracterização sumária dos terminais apresentados na Figura 3.3 à Figura 3.8 por forma a que seja possível entender qual o propósito de cada um no conjunto de terminais que formam a zona oriental porto de Lisboa.



Figura 3.3-Terminal de Cruzeiros de Lisboa (LCP) – 7



Figura 3.4-Terminal Multipurpose de Lisboa (TSA) – 8



Figura 3.5-Terminal de Contentores de Santa Apolónia (SOTAGUS) – 9

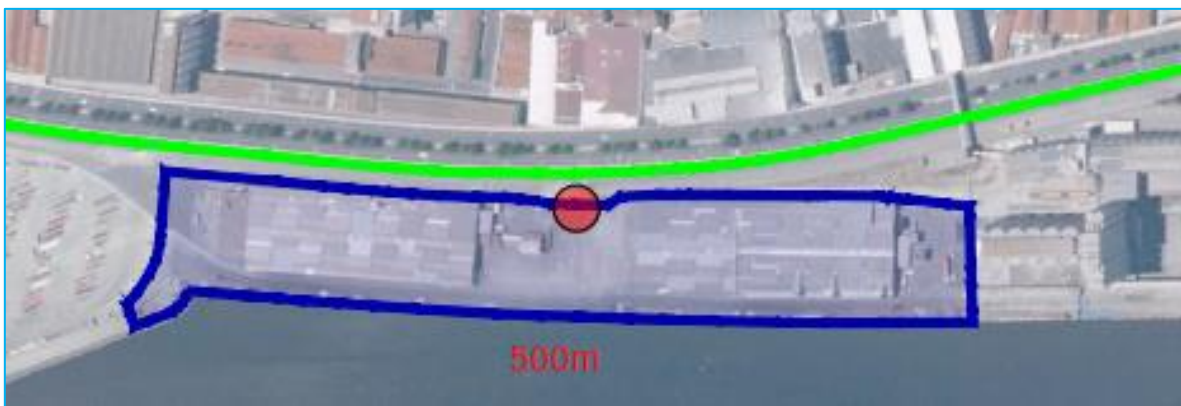


Figura 3.6-Terminal Multiusos do Beato (TMB) – 10



Figura 3.7-Terminal de Granéis Alimentares do Beato (SILOPOR) – 11



Figura 3.8-Terminal Multiusos do Poço do Bispo (ETE) - 12

Tabela 3.1-Characterização sumária dos terminais

TERMINAL	COMPRI-MENTO ÚTIL (M)	Nº POSTOS ATRACAÇÃO	TIPOLOGIA	CARACTERIZAÇÃO DO TIPO DE CARGA
7 LCP	1490	3	Cruzeiros	Passageiros
8 TSA	480	3	Contentores	Movimentação de carga geral contentorizada e fracionada
9 SOTAGUS	772	4	Contentores	Movimentação de contentores e de carga geral não contentorizada, que constitua complemento de carregamento dos navios
10 TMB	486	3	Graneleiro Carga Geral	- Movimentação de carga geral fracionada e carga geral unitizada; - Movimento de granéis; - Movimento de veículos e contentores.
11 SILOPOR	198	1	Granéis Sólidos	Alimentares
12 ETE	430	3	Graneleiro Carga Geral	- Movimentação de carga geral fracionada e carga geral unitizada; - Movimentação de granéis; - Movimentação de veículos e contentores.

3.3. FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS

No desenvolvimento da presente dissertação, foi utilizado um vasto conjunto de *softwares* que permitiram o tratamento de dados e o suporte à realização do projeto elétrico de toda a instalação. Na Tabela 3.2 apresenta-se uma lista dos principais softwares utilizados.

Tabela 3.2-Ferramentas informáticas a utilizar na dissertação

DESIGNAÇÃO	FUNÇÃO
<i>Microsoft Excel</i> [®]	Tratamento da base de dados dos navios, realização de estimativas de consumos e de cálculos diversos afetos ao projeto elétrico
<i>AutoCad</i> [®]	Desenvolvimento de peças desenhadas do projeto
<i>PVSyst</i>	Dimensionamento de sistema solar fotovoltaico a instalar na cobertura do edifício principal
<i>ELEK SafeGrid</i> [®]	Dimensionamento da rede de terras da subestação principal

3.4. LEVANTAMENTO E CARATERIZAÇÃO DE NECESSIDADES

3.4.1. ANÁLISE E TRATAMENTO DA BASE DE DADOS DA APL

Como dado de partida para a definição dos cenários de possível instalação de sistemas STS no Porto de Lisboa, é primordial que seja realizada uma criteriosa análise e tratamento das Bases de Dados (BD) da APL. Desta forma, e com os seguintes objetivos principais, procedeu-se à análise dos dados provenientes das BD disponibilizadas pela APL, com o objetivo de:

- Agrupar os navios segundo tipologias e similaridade de características reais e/ou expectáveis;
- Conhecer a frequência de chamada de um mesmo ou conjunto agrupado de navios;
- Conhecer o número de horas e o perfil de utilização simplificado de cada terminal;
- Identificar e estudar a frequência de cenários de simultaneidade de utilização de um mesmo terminal;
- Traçar tendências de utilização do terminal.

Os gráficos seguidamente exibidos, apresentam, na seguinte ordem, os resultados ilustrativos relativos a:

1 | Análise da distribuição do número de navios registados em simultâneo no terminal, independentemente da classe, permitindo uma visão geral do parâmetro da frequência de ocupação solitária ou não do terminal. Esta análise foi baseada nas seguintes considerações:

- Distribuição em função do número de horas acumuladas no período de janeiro de 2015 a final de dezembro de 2019;
- Realizada uma análise para os dados disponibilizados pela APL para o período de 2020-2022 para o terminal de cruzeiros (previsão efetuada antes da situação de pandemia mundial despoletada pelo COVID-19);
- Para os navios de cruzeiros foram excluídos todos os navios da base de dados que não fossem do tipo “cruzeiro”;
- Foram excluídos os rebocadores e os tanques em todos os cenários;
- Foram excluídos registos “anormais” que deturpavam de alguma forma os resultados finais a analisar.

2 | Análise da tendência, em número de entradas anual no terminal por classe de *Length Overall (LOA)* e *Gross Tonnage (GT)*. Esta análise permite conhecer que classes são as mais comuns e as que podem ser desprezadas na criação de cenários, bem como a tendência de crescimento ou não do número de entradas no porto. Esta análise foi baseada nas seguintes considerações:

- Distribuição em função do número de horas acumuladas no período de janeiro de 2015 a final de dezembro de 2019. Foi também realizada uma análise para os dados disponibilizados pela APL para o período de 2020-2022 para o terminal de cruzeiros;
- Para os navios de cruzeiros foram excluídos todos os navios da base de dados que não fossem do tipo “cruzeiro”;
- Divisões por classe: LOA no terminal de cruzeiros e GT nos restantes;
- Foram excluídos os rebocadores e os tanques em todos os cenários.

3 | Taxa de ocupação (horas totais dos últimos 5 anos) do terminal. Isto é especialmente importante para a consideração de um sistema STS, na medida em que a potência instalada estará disponível 24 h sobre 24 h durante todo o ano e, portanto, uma percentagem baixa de ocupação de navios induz um fator de utilização da potência instalada baixo (consequentemente, induz indicadores económicos menos favoráveis pela não rentabilização desta). Esta análise foi baseada nas seguintes considerações:

- Cálculo com base no quociente entre o número de total de horas em que se registaram navios no terminal durante 5 anos e a multiplicação das horas em que o terminal se encontra disponível (5 anos x 365 dias/ano x 24 h/dia) pelo número de postos de acostagem de cada terminal;
- Para os navios de cruzeiros, foram excluídos todos os navios da base de dados que não fossem do tipo “cruzeiro”;
- Foram excluídos rebocadores e tanques em todos os cenários;

4 | Estudo da frequência de simultaneidade nas várias combinações possíveis. Permite conhecer os casos mais comuns e onerosos em termos de utilização do terminal. Bastante útil para a definição de cenários e impacto na utilização da potência instalada para um STS. Esta análise foi baseada nas seguintes considerações:

- Distribuição em função do número de horas acumuladas no período de janeiro de 2015 a final de dezembro de 2019. Foi também realizada uma análise para os dados disponibilizados pela APL para o período de 2020-2022 para o terminal de cruzeiros;
- Para os navios de cruzeiros foram excluídos todos os navios da base de dados que não fossem do tipo “cruzeiro”;
- Foram excluídos os rebocadores e tanques em todos os cenários;
- São apresentados os resultados para as configurações mais comuns registadas.
- Divisões por classe: LOA no terminal de cruzeiros e GT nos restantes;
- A Tabela 3.3 exemplifica como podem ser lidas as combinações do gráfico.

Tabela 3.3-Esquema de leitura das combinações do último gráfico apresentado para cada terminal.

TIPO DE NAVIO	FUNÇÃO	SIGNIFICADO
<i>Cruzeiros</i>	Configuração exemplo: B0C1D1E0 Legenda: B: LOA <100; C: LOA 100-200; D: LOA 200-300; E: LOA >300	Navio tipo B = 0 navios Navio tipo C = 1 navio Navio tipo D = 1 navio Navio tipo E = 0 navios
<i>Mercadorias</i>	Configuração exemplo: B0C2D0E0F0 B: GT:<2999; C: GT 3000-5999; D: GT 6000-9999; E: GT 10000-14999; F: GT: 15000-19999	Navio tipo B = 0 navios Navio tipo C = 2 navios Navio tipo D = 0 navios Navio tipo E= 0 navios Navio tipo F= 0 navios

5 | Análise da distribuição do número de navios registados em simultâneo no terminal, em função da respetiva classe, permitindo uma visão geral do parâmetro da frequência de cada

classe de navio. Permite perceber quais as classes de navios mais comuns por terminal em função do número de navios acostado. Esta análise foi baseada nas seguintes considerações:

- Distribuição em função do número de horas acumuladas do período de janeiro de 2015 a final de dezembro de 2019;
- Para os navios de cruzeiros foram excluídos todos os navios da base de dados que não fossem do tipo “cruzeiro”;
- Foram excluídos os rebocadores e tanques em todos os cenários;
- Divisões por classe: LOA no terminal de cruzeiros e GT nos restantes.

3.4.1.1. TERMINAL DE CRUZEIROS DE LISBOA (LCP)

Nos gráficos 3.1 a 3.5, e de acordo com os critérios definidos anteriormente, resume-se a análise efetuada à BD da APL, para o período de 2015 a 2019, no Terminal de Cruzeiros de Lisboa.

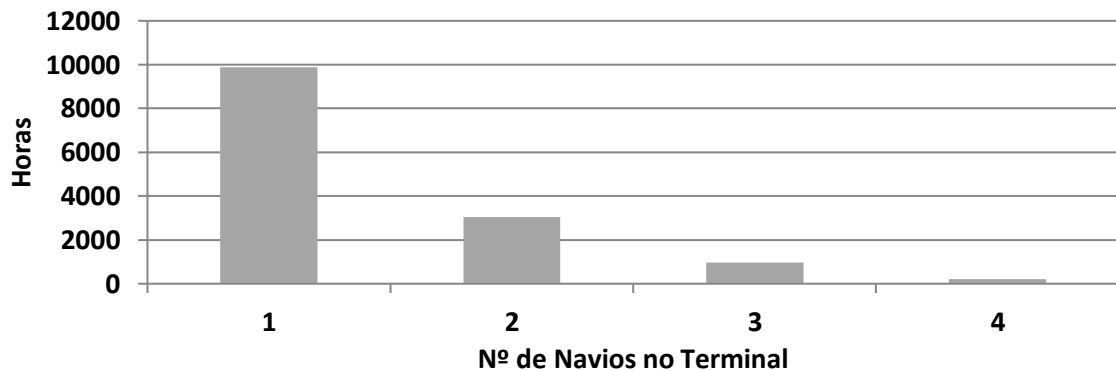


Gráfico 3.1-Número de navios atracados em simultâneo no LCP por tempo de estadia

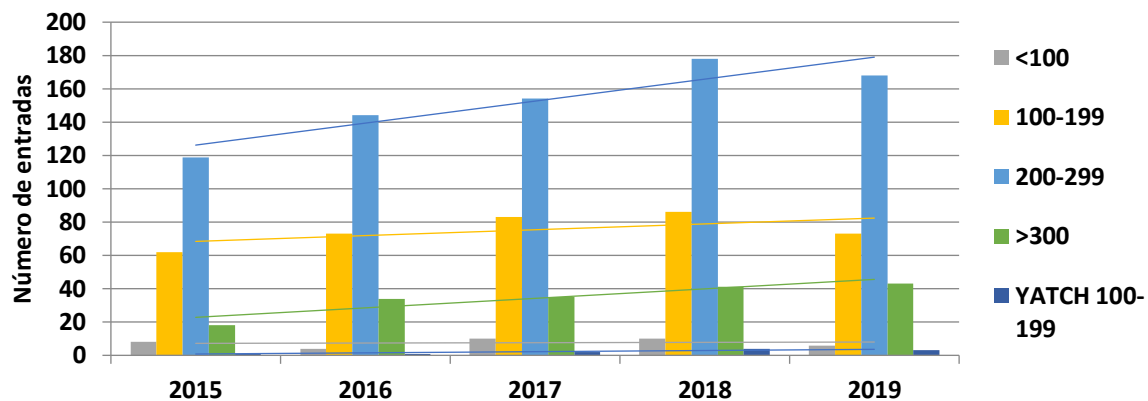


Gráfico 3.2-Número de entradas de navios no LCP por classe LOA

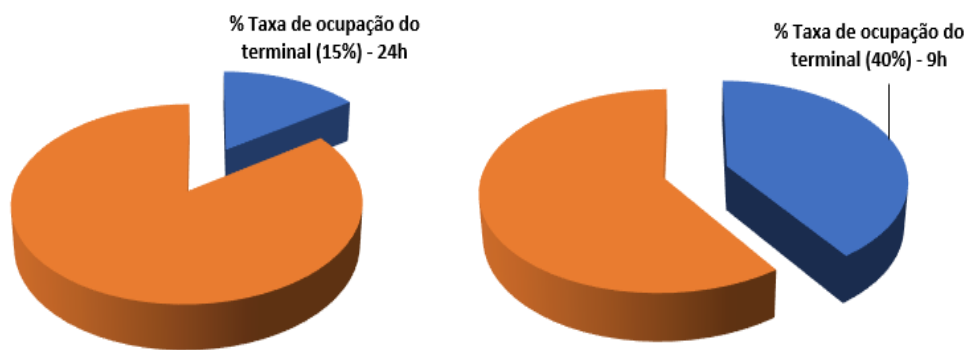


Gráfico 3.3-Taxa de ocupação do LCP tendo em conta o número de postos de acostagem

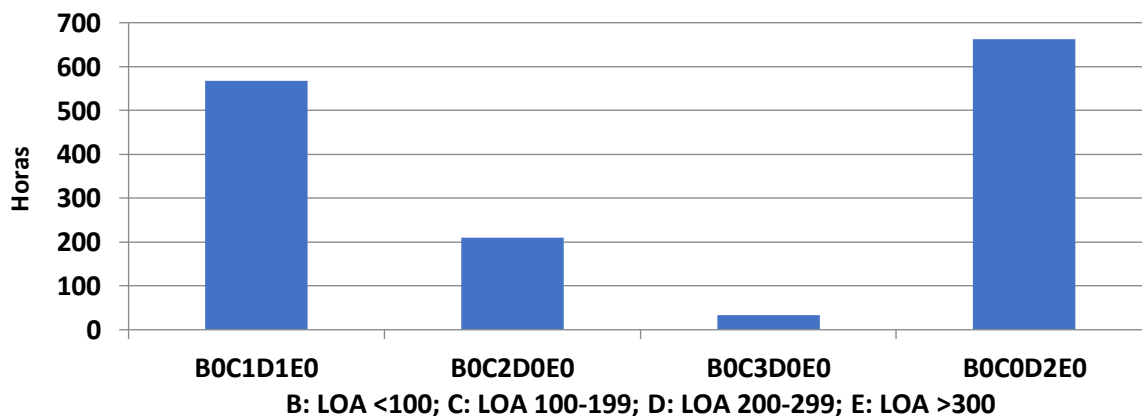


Gráfico 3.4-Número de horas em que o LCP possui mais do que um navio acostado em simultâneo, por classe dos navios

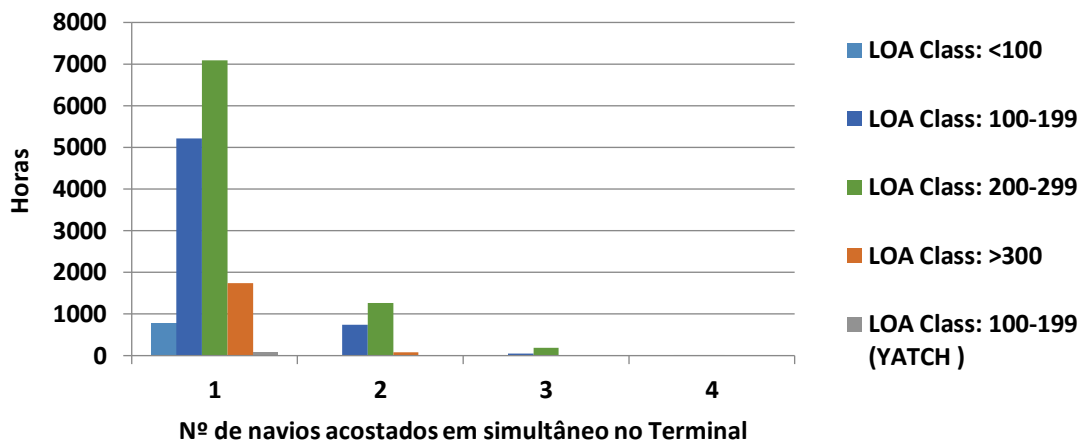


Gráfico 3.5-Número de horas que navios passam acostados em simultâneo no LCP por classe LOA

Nos gráficos 3.6 a 3.8, e de acordo com os critérios definidos anteriormente, resume-se a análise efetuada à BD da APL, para o período de 2020 a 2022, no Terminal de Cruzeiros de Lisboa.

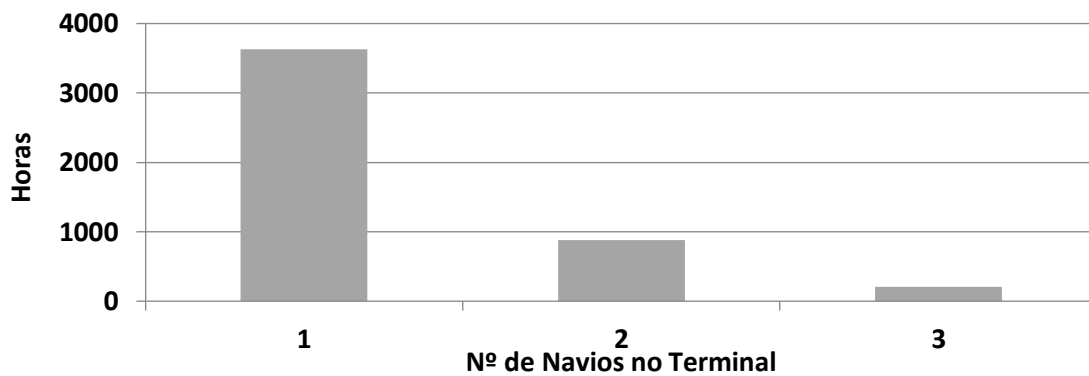


Gráfico 3.6-Previsão do número de navios acostados em simultâneo no LCP por tempo de estadia

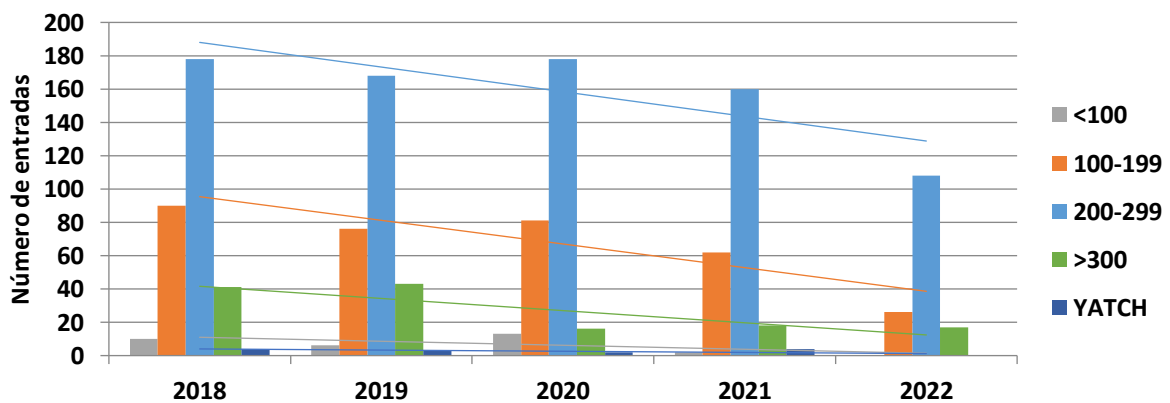


Gráfico 3.7-Previsão do número de entradas de navios no LCP por classe LOA

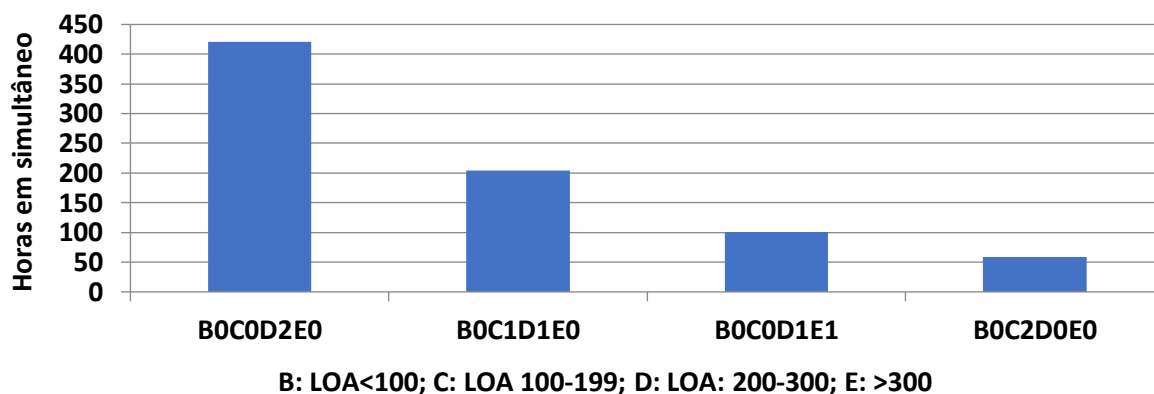


Gráfico 3.8-Número previsto de horas em que o LCP possui mais do que um navio acostado em simultâneo, por classe dos navios

De acordo com os gráficos anteriormente apresentados, pode concluir-se o seguinte em relação ao Terminal de Cruzeiros de Lisboa (LCP):

A frequência principal do número de navios no terminal é de um (1) e a segunda frequência mais elevada são dois (2).

A classe LOA mais frequente é a 200-299, seguida pela classe 100-199. Entre 2015 e 2019 existe uma aparente tendência de crescimento do número de navios, em todas as categorias de uma forma geral. No entanto no período de 2020-2022 os dados resultam numa tendência decrescente, facto contextualizado pelas previsões que são baseadas nos pedidos de escala típicos desta classe de navios e não pelo tempo real de acostagem. Mais uma vez ressalva-se que a análise efetuada não teve em conta o período e impacto provocado pela pandemia mundial COVID-19.

No período de 2015 a 2019, o registo em simultâneo mais comum em horas acumuladas é o relativo a 2 navios da classe 200-299, seguido de perto por um navio da classe 100-199 e um da classe 200-299. As restantes combinações incluem, essencialmente, três navios das classes mencionadas. Já no período 2020 a 2022 a configuração mais comum prevista são, igualmente, 2 navios da classe 200-299.

Apesar do Terminal de Cruzeiros só ter disponíveis três (3) postos de acostagem para navios de grande porte, verificaram-se a existência de quatro (4) navios em simultâneo, cenário este motivado pelo aparecimento de navios de menor porte.

Mais se conclui que, tendo em conta os dados de 2015 a 2019, i.e., uma escala temporal de 5 anos, a taxa de ocupação do terminal situa-se nos 40%, tendo este valor em consideração o tempo de permanência média dos navios no terminal (9 horas). Pela natureza dos navios que atracam neste terminal, a taxa de ocupação do mesmo não pode ser analisada para um período de 24h, pois tal como se pode verificar pelo Gráfico 3.3 esta baixaria para os 15%.

3.4.1.2. TERMINAL *MULTIPURPOSE* DE LISBOA (TSA) - 8

Nos gráficos 3.9 a 3.13, e de acordo com os critérios definidos anteriormente, resume-se a análise efetuada à BD da APL, para o período de 2015 a 2019, no Terminal *Multipurpose* de Lisboa (TSA).

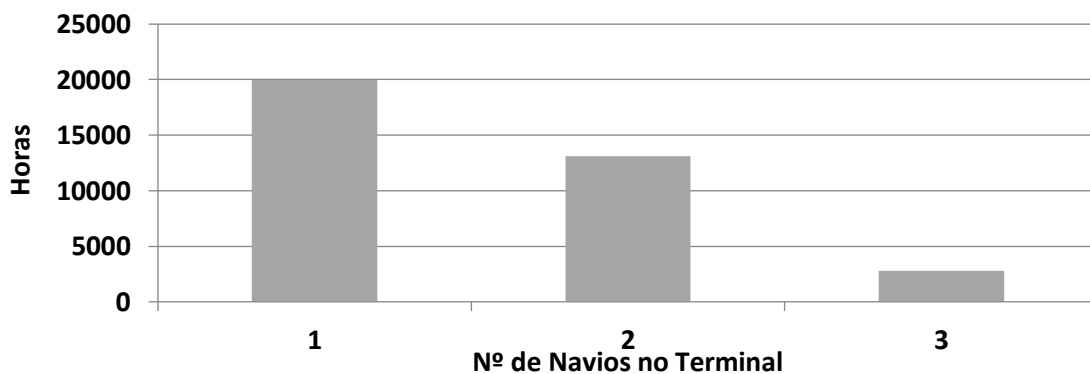


Gráfico 3.9-Número de navios acostados em simultâneo no TSA por tempo de estadia

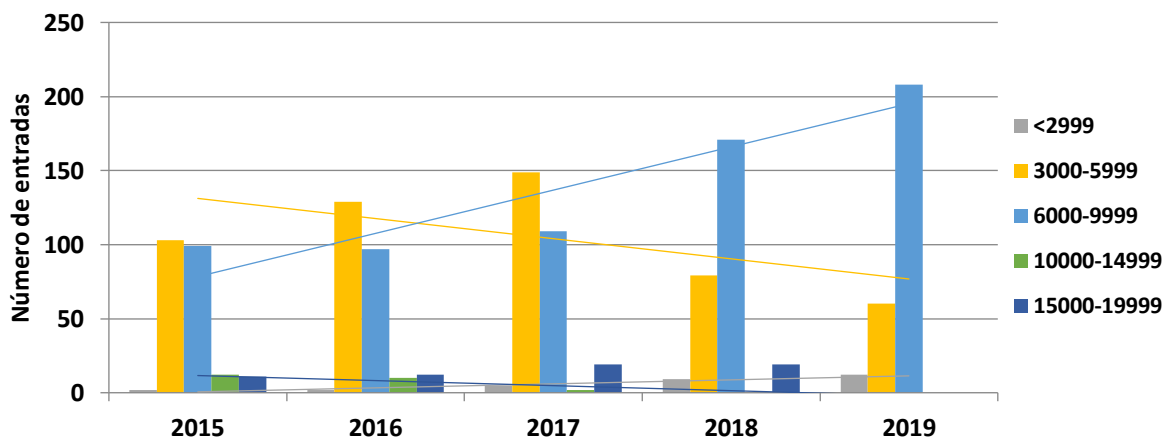


Gráfico 3.10-Número de entradas de navios no TSA por classe GT

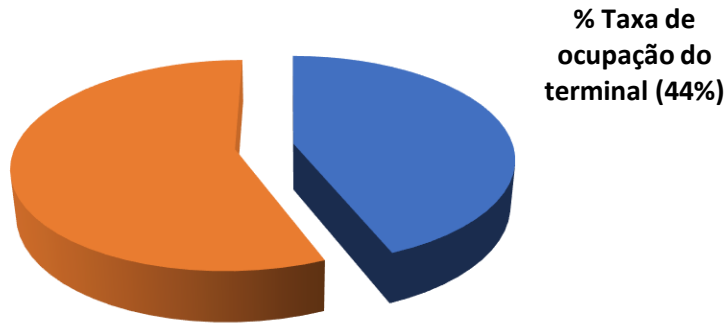


Gráfico 3.11-Taxa de ocupação do TSA tendo em conta o número de postos de acostagem

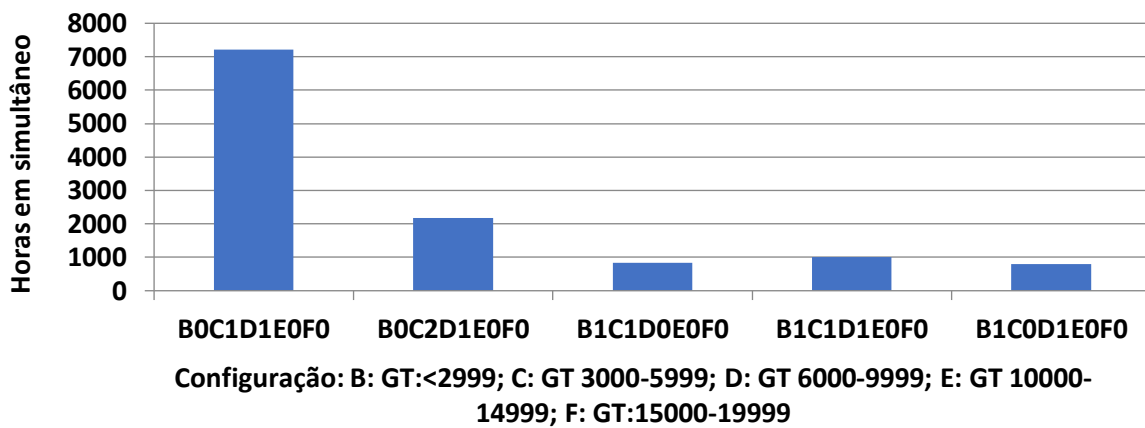


Gráfico 3.12-Número de horas em que o TSA possui mais do que um navio acostado em simultâneo, por classe dos navios

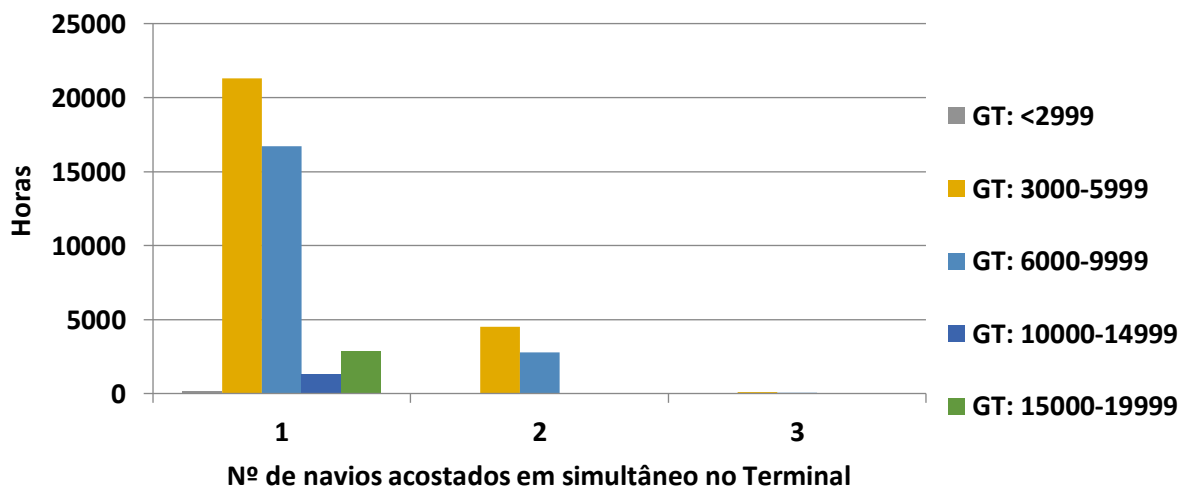


Gráfico 3.13-Número de horas que navios passam acostados em simultâneo TSA por classe GT

De acordo com os gráficos anteriormente apresentados, pode concluir-se o seguinte em relação ao Terminal *Multipurpose* de Lisboa (TSA):

A frequência principal do número de navios no terminal é um (1) e a segunda frequência mais elevada são dois (2).

A classe GT mais frequente é a 3000-5999, seguida pela classe 6000-9999. Entre 2015 e 2019 existe uma aparente tendência de crescimento do número de navios, nomeadamente da categoria GT 6000-6999. As outras categorias, como a classe 3000-5999, têm-se mantido estáveis ou em decréscimo.

No período de 2015-2019, o registo em simultâneo mais comum em horas acumuladas é o relativo a dois (2) navios – um da classe 3000-5999 e outro da classe 6000-9999.

Mais se conclui que, tendo em conta os dados de 2015 a 2019, i.e., uma escala temporal de 5 anos, a taxa de ocupação do terminal situa-se nos 44%, tendo este valor em consideração o tempo de permanência total dos navios no terminal e o tempo total do terminal disponível para receção de navios, mediante os seus 3 postos de acostagem. Este revela um bom potencial de fator de utilização num cenário de alimentação por STS, principalmente ao optar-se por equipar apenas alguns dos postos de acostagem em detrimento da totalidade.

3.4.1.3. TERMINAL DE CONTENTORES DE SANTA APOLÓNIA (SOTAGUS)

Nos gráficos 3.14 a 3.18, e de acordo com os critérios definidos anteriormente, resume-se a análise efetuada à BD da APL, para o período de 2015 a 2019, no Terminal de Contentores de Santa Apolónia (SOTAGUS).

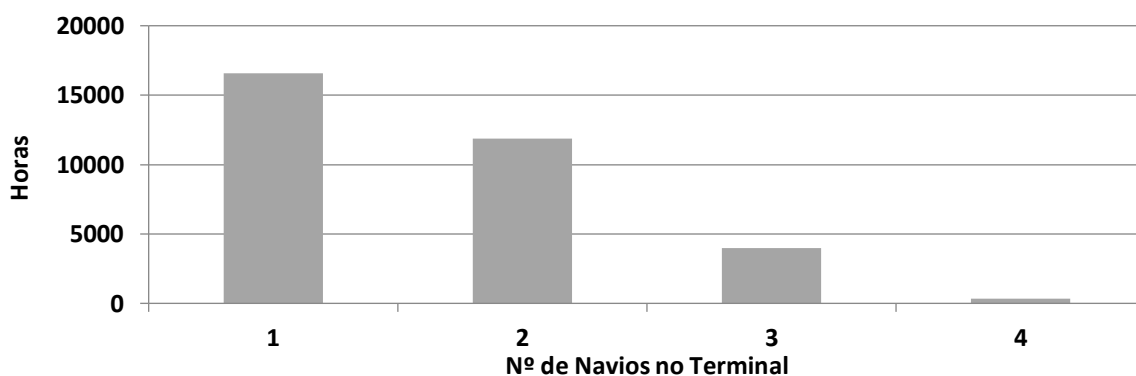


Gráfico 3.14-Número de navios acostados em simultâneo no Terminal da SOTAGUS por tempo de estadia

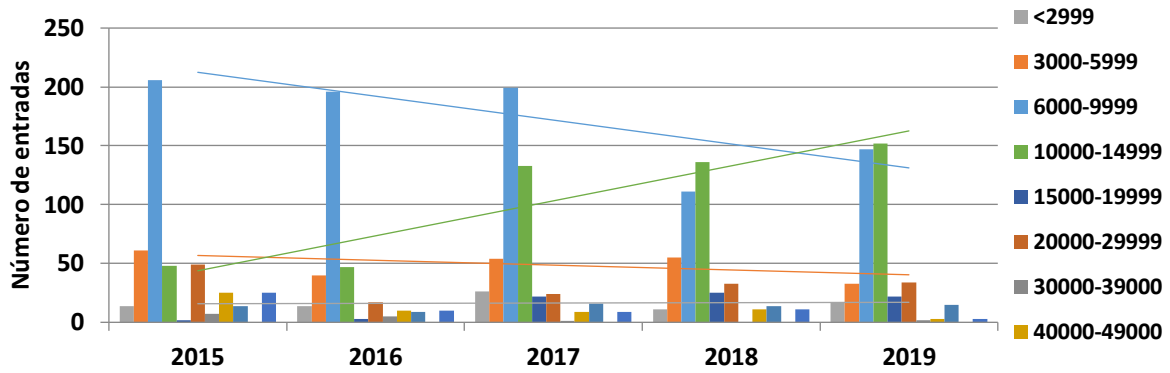


Gráfico 3.15-Número de entradas de navios no Terminal da SOTAGUS por classe GT

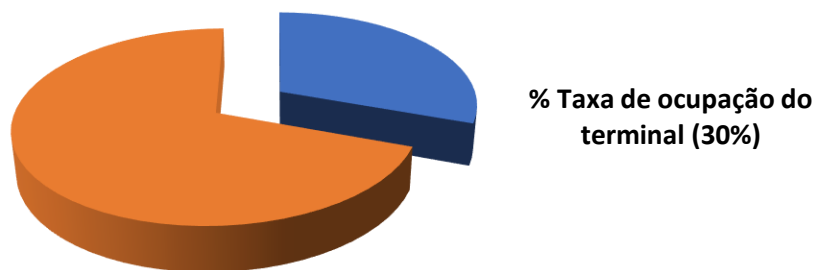


Gráfico 3.16-Taxa de ocupação do Terminal da SOTAGUS tendo em conta o número de postos de acostagem

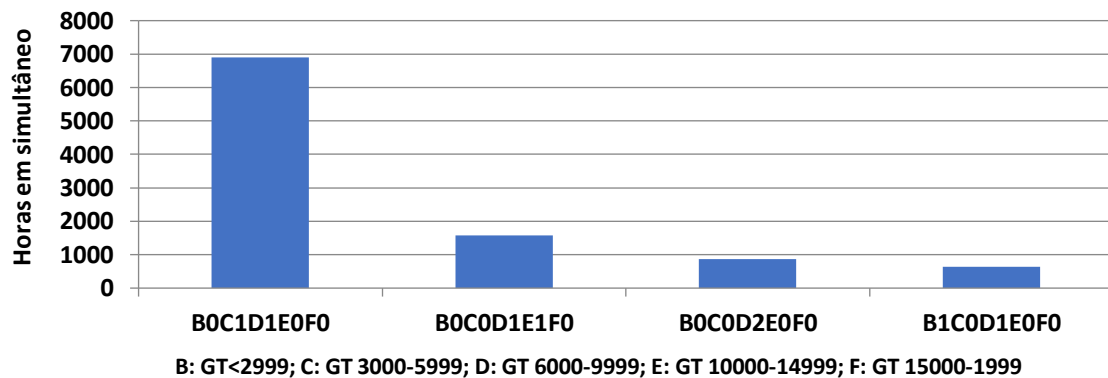


Gráfico 3.17-Número de horas em que o Terminal da SOTAGUS possui mais do que um navio acostado em simultâneo, por classe dos navios

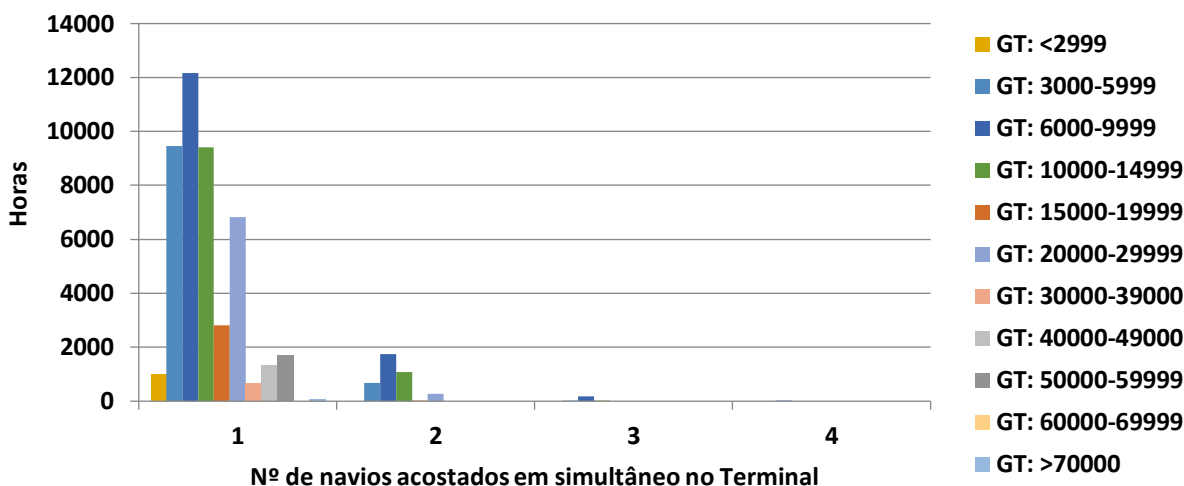


Gráfico 3.18-Número de horas que navios passam acostados em simultâneo no Terminal da SOTAGUS por classe GT

De acordo com os gráficos anteriormente apresentados, pode concluir-se o seguinte em relação ao Terminal de Contentores de Santa Apolónia (SOTAGUS):

A frequência principal do número de navios no terminal é um (1) e com pouca diferença relativa, a segunda frequência mais elevada são dois (2).

A classe GT mais frequente é a 6000-6999, seguida pelas classes 3000-9999 e 10000-14999. Entre 2015 e 2019 parece haver uma tendência de estabilização no número de navios, verificando-se classes que subiram e outras que desceram.

No período de 2015 a 2019, o registo em simultâneo mais comum em horas acumuladas é o relativo a um navio da classe 3000-5999 e um da classe 6000-9999. Com significativamente menos horas, encontram-se um navio da classe 6000-9999 e um da classe 10000-14999.

Mais se conclui que, tendo em conta os dados de 2015 a 2019, i.e., uma escala temporal de 5 anos, a taxa de ocupação do terminal situa-se nos 30%, tendo este valor em consideração o tempo de permanência total dos navios no terminal e o tempo total do terminal disponível para receção de navios, mediante os seus 4 postos de acostagem. Este revela um bom potencial de fator de utilização num cenário de alimentação por STS, principalmente ao optar-se por equipar apenas alguns dos postos de acostagem em detrimento da totalidade.

3.4.1.4. TERMINAL MULTIUSOS DO BEATO (TMB)

Nos gráficos 3.19 a 3.23, e de acordo com os critérios definidos anteriormente, resume-se a análise efetuada à BD da APL, para o período de 2015 a 2019, no Terminal Multiusos do Beato (TMB).

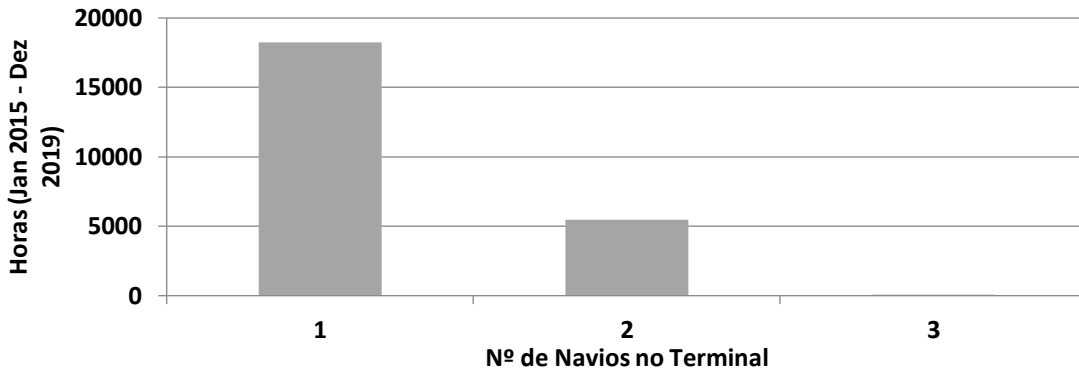


Gráfico 3.19-Número de navios atracados em simultâneo no TMB por tempo de estadia

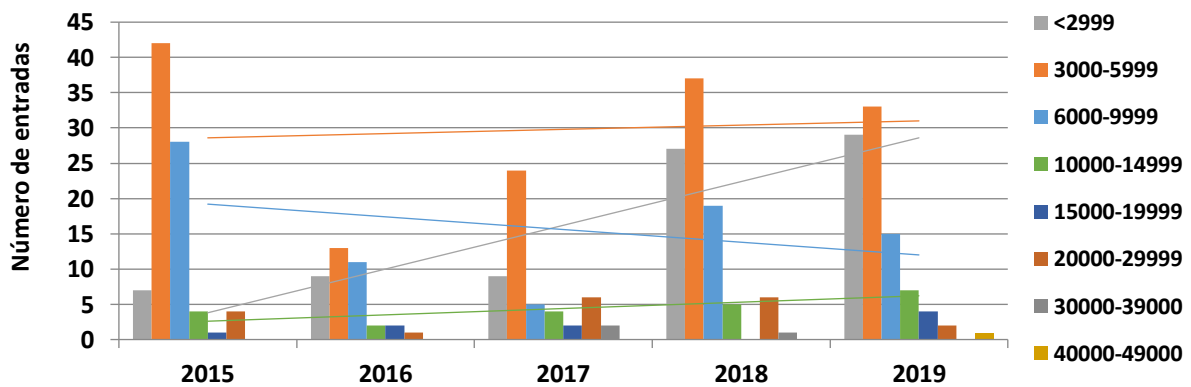


Gráfico 3.20-Número de entradas de navios no TMB por classe GT

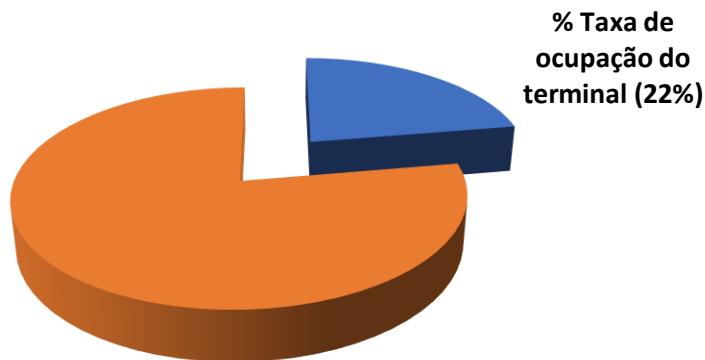


Gráfico 3.21-Taxa de ocupação do TMB tendo em conta o número de postos de acostagem

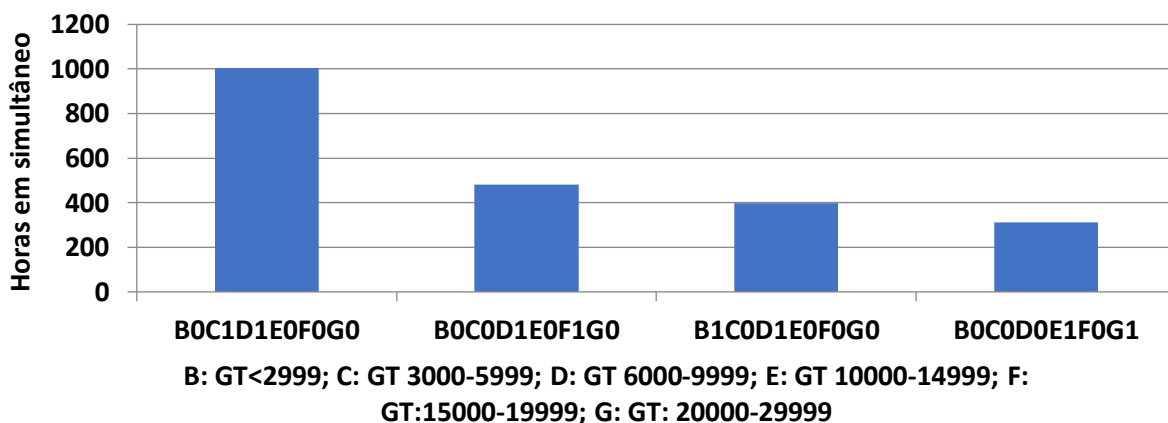


Gráfico 3.22-Número de horas em que o TMB possui mais do que um navio acostado em simultâneo, por classe dos navios

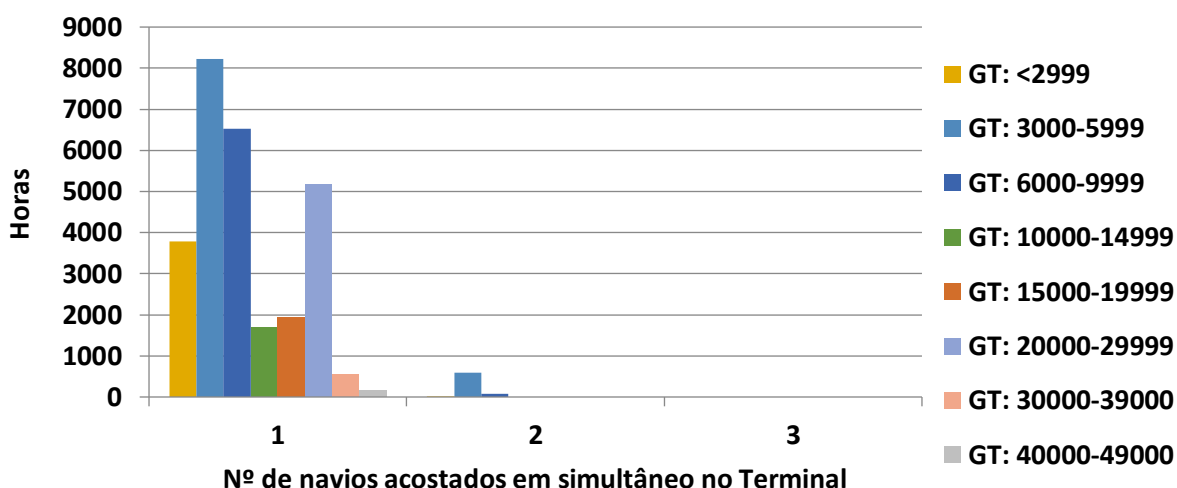


Gráfico 3.23-Número de horas que navios passam acostados em simultâneo no TMB por classe GT

De acordo com os gráficos anteriormente apresentados, pode concluir-se o seguinte em relação ao Terminal Multiusos do Beato (TMB):

A frequência principal do número de navios no terminal é um (1) e a segunda frequência mais elevada são dois (2).

A classe GT mais frequente é a 3000-5999, seguida pela classe 6000-9999. Entre 2015 e 2019 parece haver uma tendência de estabilização no número de navios, com classes que subiram e outras que desceram.

No período de 2015 a 2019, o registo em simultâneo mais comum em horas acumuladas é o relativo a um (1) navio da classe 3000-5999 e um (1) navio da classe 6000-9999.

Mais se conclui que, tendo em conta os dados de 2015 a 2019, i.e., uma escala temporal de 5 anos, a taxa de ocupação do terminal situa-se nos 22%, tendo este valor em consideração o tempo de permanência total dos navios no terminal e o tempo total do terminal disponível para receção de navios, mediante os seus 3 postos de acostagem. Este revela um baixo potencial de fator de utilização num cenário de alimentação por STS, pelo facto de existirem três (3) postos de acostagem e maioritariamente só existir um navio em simultâneo no terminal. A instalação de um sistema STS deverá passar por equipar primeiramente apenas um (1) dos postos de acostagem.

3.4.1.5. TERMINAL DE GRANÉIS ALIMENTARES DO BEATO (SILOPOR)

Nos gráficos 3.24 a 3.27, e de acordo com os critérios definidos anteriormente, resume-se a análise efetuada à BD da APL, para o período de 2015 a 2019, no Terminal de Granéis Alimentares do Beato (SILOPOR).

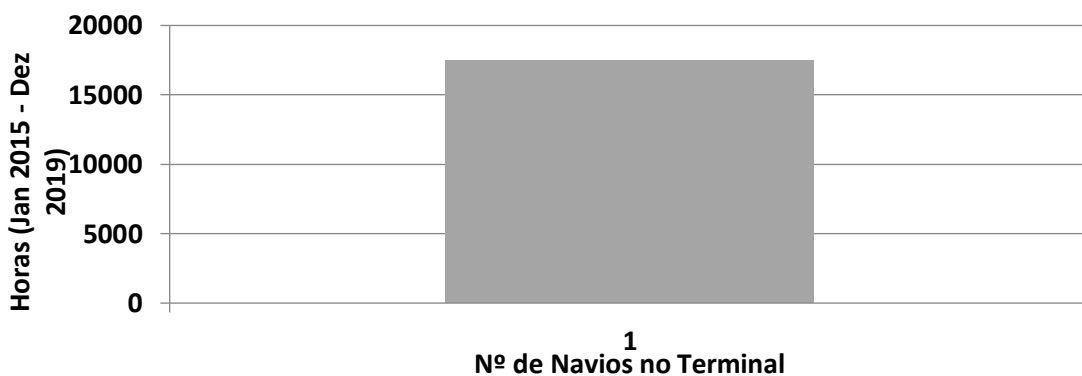


Gráfico 3.24-Número de navios atracados em simultâneo no terminal SILOPOR por tempo de estadia

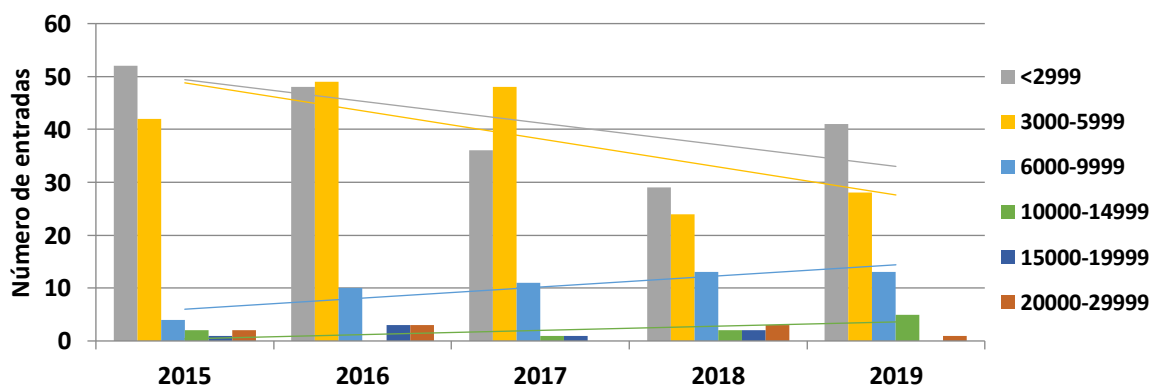


Gráfico 3.25-Número de entradas de navios no Terminal SILOPOR por classe GT

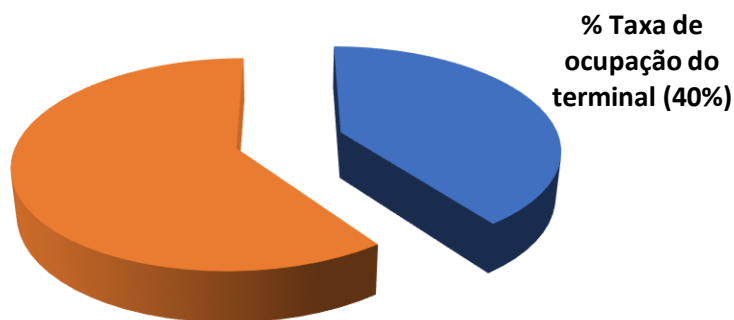


Gráfico 3.26-Taxa de ocupação do Terminal SILOPOR, tendo em conta o número de postos de acostagem

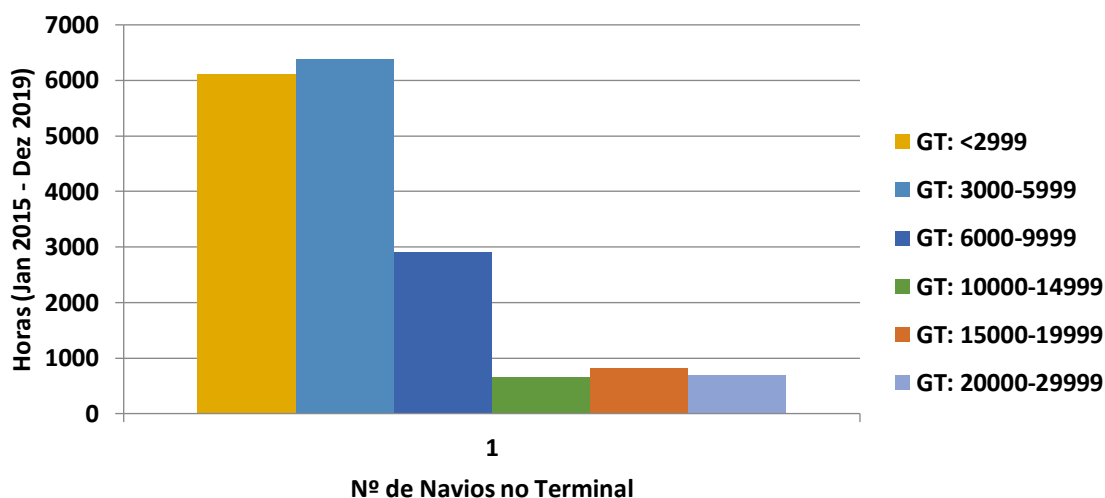


Gráfico 3.27-Número de horas que navios passam acostados no Terminal SILOPOR por classe GT

De acordo com os gráficos anteriormente apresentados, pode concluir-se o seguinte em relação ao Terminal Multiusos do Beato (TMB):

Tendo em conta que o TMB só possui um posto de acostagem, a frequência do número de navios no terminal é de um (1).

As classes GT mais frequentes são a 3000-5999 e a <2999. Entre 2015 e 2019 parece haver uma tendência de estabilização ou mesmo redução no número de navios.

Mais se conclui que, tendo em conta os dados de 2015 a 2019, i.e., uma escala temporal de 5 anos, a taxa de ocupação do terminal situa-se nos 40%, tendo este valor em consideração o tempo de permanência total dos navios no terminal e o tempo total do terminal disponível para receção de navios, mediante o seu único posto de acostagem. Como este terminal possui apenas um posto de acostagem, a taxa de ocupação do mesmo é naturalmente inflacionada,

não sendo representativa da real frequência de navios que acostam no terminal. Este terminal revela, por isso, um potencial elevado fator de utilização de uma potência instalada num cenário de alimentação por STS, para alimentação de apenas um navio, no entanto com um consumo muito baixo, o que se pode traduzir em baixos índices de rentabilidade económica.

3.4.1.6. TERMINAL MULTIUSOS DO POÇO DO BISPO (ETE)

Nos gráficos 3.28 a 3.32, e de acordo com os critérios definidos anteriormente, resume-se a análise efetuada à BD da APL, para o período de 2015 a 2019, no Terminal Multiusos do Poço do Bispo (ETE).

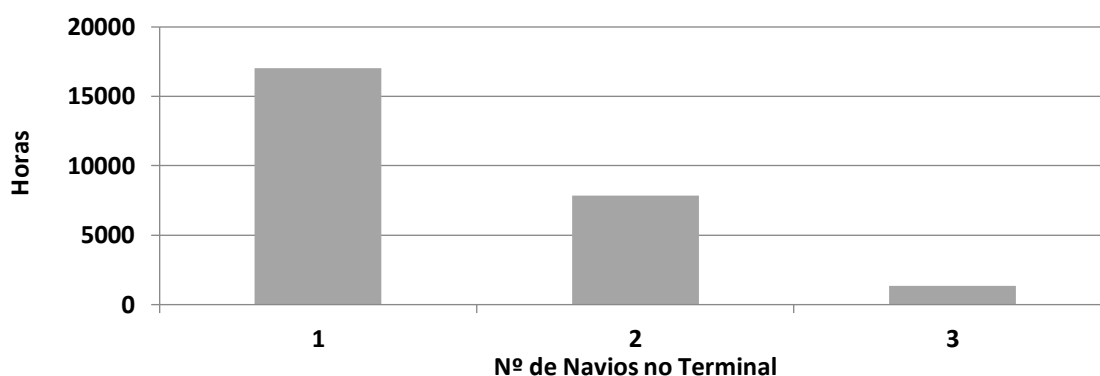


Gráfico 3.28-Número de navios acostados em simultâneo no Terminal ETE por tempo de estadia

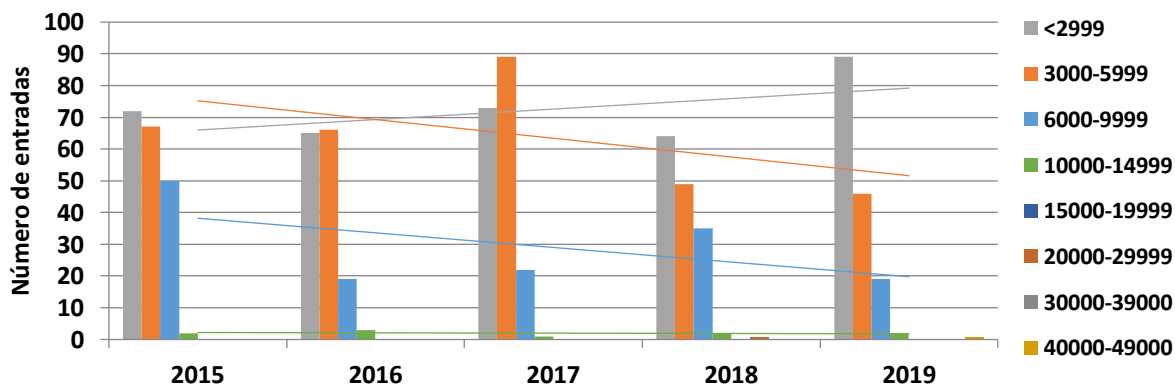


Gráfico 3.29-Número de entradas de navios no Terminal ETE por classe GT

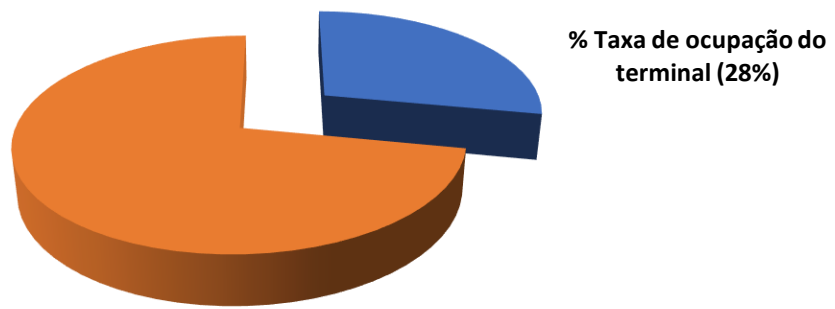


Gráfico 3.30-Taxa de ocupação do Terminal ETE tendo em conta o número de postos de acostagem

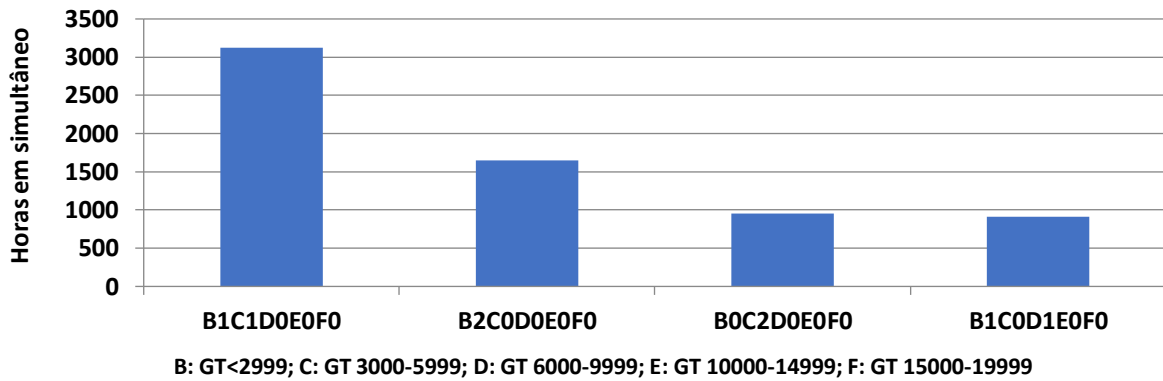


Gráfico 3.31-Número de horas em que o Terminal ETE possui mais do que um navio acostado em simultâneo, por classe dos navios

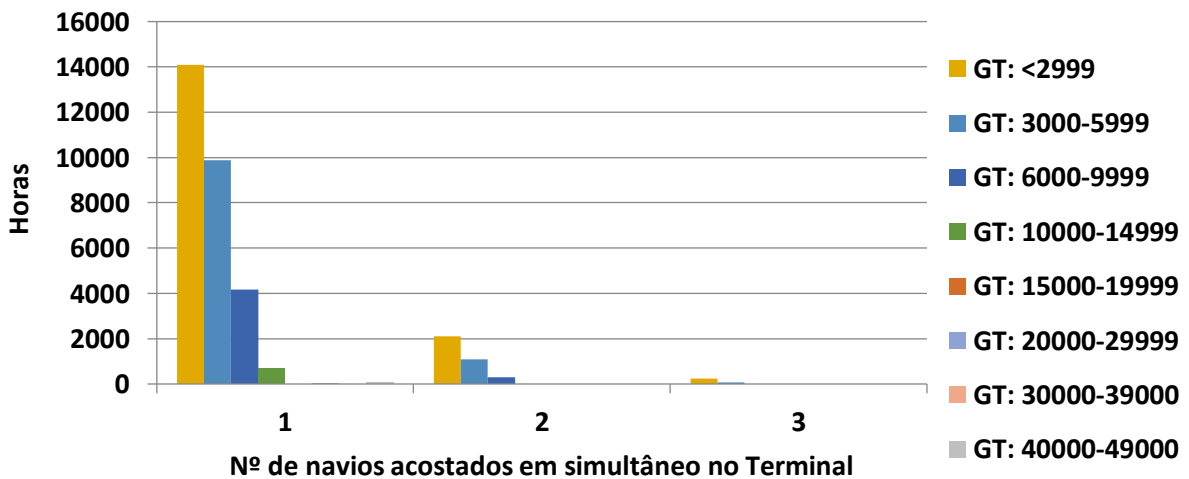


Gráfico 3.32-Número de horas que navios passam acostados em simultâneo no Terminal ETE por classe GT

De acordo com os gráficos anteriormente apresentados, pode concluir-se o seguinte em relação ao Terminal Multiusos do Poço do Bispo (ETE):

A frequência principal do número de navios no terminal é de um (1), sendo a segunda frequência mais elevada de dois (2) navios.

A classe GT mais frequente é a <2999, seguida pela classe 3000-5999. Entre 2015 e 2019 parece haver uma tendência de estabilização no número de navios, havendo classes que subiram e outras que desceram.

No período de 2015 a 2019, o registo em simultâneo mais comum em horas acumuladas é o relativo a dois (2) navios – um da classe <2000 e outro da classe 3000-5999.

Mais se conclui que, tendo em conta os dados de 2015 a 2019, i.e., uma escala temporal de 5 anos, a taxa de ocupação do terminal situa-se nos 28%, tendo este valor em consideração o tempo de permanência total dos navios no terminal e o tempo total do terminal disponível para receção de navios, mediante os seus 3 postos de acostagem. Este revela um baixo potencial de fator de utilização num cenário de alimentação por STS, pelo facto de existirem três (3) postos de acostagem e maioritariamente só existir um (1) ou dois (2) navios em simultâneo no terminal. A instalação de um sistema STS deverá passar por equipar apenas alguns dos postos de acostagem em detrimento da totalidade.

3.4.2. REALIZAÇÃO DE CONSULTA A OPERADORES E CARATERIZAÇÃO DO TIPO DE NAVIOS EM TERMOS DE OCUPAÇÃO, POTÊNCIA, TENSÃO, FREQUÊNCIA E DISPONIBILIDADE DE SISTEMA STS

Indo ao encontro da já referida importância de conhecer o mercado atual e as suas tendências para a consideração de um STS, foi realizada uma consulta por meio de questionários aos diversos operadores de navios que fazem uso dos terminais do Porto de Lisboa.

Estes resultados servirão como elementos de referência para a definição de cenários e próximas fases do estudo, suportados e em cruzamento com a bibliografia apresentada.

Os modelos dos inquéritos realizados encontram-se no Anexo I deste documento.

Foram consultados um total de dezanove (19) operadores de navios de cruzeiros, dos quais dez (10) responderam ao inquérito enviado e um operador que foi desconsiderado por nunca ter operado em Portugal. O resumo da informação obtida encontra-se na Tabela 3.4.

Tabela 3.4-Resumo dos resultados obtidos dos inquéritos aos operadores de navios de cruzeiro que operam no Terminal de Cruzeiros de Lisboa

TERMINAL DE OPERAÇÃO	CLASSE LOA	TENSÃO (KV)	FREQUÊNCIA (HZ)	POTÊNCIA MÉDIA (MVA)	POTÊNCIA PICO (MVA)	OPERADOR
Terminal de Cruzeiros de Lisboa (LCP)	100-199	0,42 0,78 0,72	60	0,7	1,2	Seadream Yacht Club
		0,44	60	0,287	0,303	Seadream Yacht Club
		6,6/11	60	Sem informação	11	Azamara Club Cruises
	200-299	6,6/11	60	4 - 4,75	11	Celebrity Cruises
		6,6/11	60	3,5	4	Fred Olsen Cruise Lines
		6,6	60	5	5,1	Saga Cruises
		6,6	60	Sem informação	5,5	MSC Cruises
		11	60	Sem informação	8,2	MSC Cruises
		6,6/11	60	Sem informação	11	AIDA Cruises
	>300	6,6/11	60	5 - 11	11	Celebrity Cruises
		6,6/11	60	Sem informação	11	AIDA Cruises
		11	60	12,4	15,3	MSC Cruises

De notar que foram eliminados da Tabela 3.4 dados de inquéritos cuja frequência de navios no terminal fosse de apenas um (1) navio ao longo do período de 5 anos considerado para o estudo e de zero (0) navios na previsão da frequência no terminal para o período de 2020 a 2022.

Relativamente aos navios de mercadorias, foram consultados um total de vinte e um (21) operadores de navios, dos quais cinco (5) responderam ao inquérito enviado. O resumo da informação obtida encontra-se na Tabela 3.5.

Tabela 3.5-Resumo dos resultados obtidos dos inquéritos aos operadores de navios de carga que operam nos terminais de mercadorias do Porto de Lisboa

TERMINAL	CLASSE GT	TENSÃO (V)	FREQUÊNCIA (HZ)	POTÊNCIA MÉDIA (MVA)	POTÊNCIA PICO (MVA)	OPERADOR
TSA / SOTAGUS / TMB / ETE	3000-5999	400	50	0,15	0,30	Transinsular
	6000-9999	400	50	0,2	0,40	
	6000-9999	400	50	0,2	0,35	
SOTAGUS / SILOPOR	3000-5999	440	60	0,11	0,13	Mutualista Açoreana
	6000-9999	400	50	0,12	0,12	

TERMINAL	CLASSE GT	TENSÃO (V)	FREQUÊNCIA (HZ)	POTÊNCIA MÉDIA (MVA)	POTÊNCIA PICO (MVA)	OPERADOR
SOTAGUS	20.000-24.999	440	60	0,8	1,00	PSL-NAIP
	20.000-24.999	440	60	Sem informação	0,30	
	40.000-70.000	440	60	Sem informação	0,35	Grimaldi
	40.000-70.000	440	60	Sem informação	0,18	
	40.000-70.000	440	60	Sem informação	0,50	
	>70.000	440	60	Sem informação	0,50	
	>70.000	440	60	Sem informação	0,70	

Em resumo, e apesar da baixa taxa de respostas por parte dos operadores, 55% nos navios de cruzeiros e 24% nos navios de mercadorias, pode concluir-se que no que diz respeito aos navios de cruzeiros, caracterizados na Tabela 3.4, na sua maioria operam com níveis de tensão de 6,6 e 11 kV, potências pico entre os 4 e 15 MVA e frequências de 60 Hz, verificaram-se também alguns navios de menor porte do tipo *Yatch*, que face ao seu baixo consumo e frequência, não serão considerados para a definição dos cenários de instalação de sistemas STS. Quanto aos navios de mercadorias, caracterizados na Tabela 3.5, as suas tensões variam entre os 400 e 440V, dependendo da frequência, 50 e 60Hz respetivamente e as suas potências pico de 0.12 a 1 MVA.

Apesar da caracterização acima realizada, pelo cruzamento de informação bibliográfica e por uma questão de flexibilidade, é recomendável que os sistemas STS a instalar sejam capazes de fornecer energia a navios com tensões e frequências diferentes. Assim, para os navios de cruzeiros recomendam-se sistemas STS de média tensão de 6,6 e 11 kV com frequências de 50 e 60Hz, com uma potência instalada de 16 MVA, tal como recomendado em [13]. Igualmente para os navios de mercadorias, e por forma a que os sistemas a instalar sejam o mais flexíveis possível, recomenda-se a instalação de sistemas STS de baixa tensão, com tensões de 400, 440 e 690 V, frequências de 50 e 60Hz e potência instalada máxima de 1 MVA.

Por fim há ainda a realçar que de acordo com os inquéritos realizados, a percentagem de navios já equipados com STS é de 35% nos navios de cruzeiros e 54% nos navios de mercadorias. Ainda de acordo com a informação obtida junto dos operadores, existem muitos navios de cruzeiros que se encontram em estaleiro a realizar a instalação dos sistemas STS,

esperando-se que até 2025 esta percentagem suba para próximo dos 50%. Quanto aos navios novos que haviam sido encomendados pelos operadores antes da pandemia de COVID 19, 100% dos mesmos estarão equipados com sistemas STS.

Apesar da amostragem das respostas obtidas não ser a ideal, pode concluir-se que os dados obtidos estão de acordo com a bibliografia analisada no desenvolvimento deste trabalho.

3.4.3. ANÁLISE DAS INFRAESTRUTURAS EXISTENTES

Com vista à definição dos cenários ideais para cada terminal, e na tentativa de compatibilizar o projeto em causa com as infraestruturas elétricas existentes nos terminais e nos postos de acostagem, foram realizadas duas (2) visitas às instalações do Porto de Lisboa, nomeadamente ao terminal de cruzeiros e aos cinco (5) terminais de mercadorias. Em complemento da visita realizada, foram também solicitadas à APL e ao operador da rede de distribuição (ORD), à data E-Redes, as características da rede elétrica e infraestruturas existentes.

De acordo com o observado em terreno e com as informações recebidas da APL e da E-Redes, existem um conjunto de postos de transformação ao longo do porto de Lisboa, abarcando os terminais em estudo, a uma menor ou maior distância de cada cais, sendo a sua caracterização efetuado na Tabela 3.6.

Tabela 3.6-Dados do levantamento efetuado dos Postos de Transformação do Porto

TERMINAL	POSTO DE TRANSFORMAÇÃO (PT)	POTÊNCIA INSTALADA (KVA)	POTÊNCIA CONTRATADA (KVA)	POTÊNCIA MÁXIMA OBSERVADA (KW)
<i>Terminal de Cruzeiros de Lisboa (LCP)</i>	PT_6373	630	S/ informação	S/ informação
	PTC	1000	S/ informação	S/ informação
	PT_3059	315	S/ informação	S/ informação
<i>Terminal Multipurpose de Lisboa (TSA)</i>	PT_6895	800	S/ informação	S/ informação
	PT_6894	800	S/ informação	S/ informação
	PT_4686	800	S/ informação	S/ informação
<i>Terminal de Contentores de Santa Apolónia (SOTAGUS)</i>	PT1_4687	800	128,41	44
	PT2_4687	800	0	S/ informação
	PT3_4688	400	97	96
<i>Terminal Multiusos do Beato (TMB)</i>	PT_2861	S/ informação	S/ informação	S/ informação
<i>Terminal de Granéis Alimentares do Beato (SILOPOR)</i>	PT_1689	315	S/ informação	S/ informação
<i>Terminal Multiusos do Poço do Bispo (ETE)</i>	PT_1689	315	S/ informação	221

De acordo com os dados apresentados na Tabela 3.6, há bastante informação em falta que não foi possível obter durante o desenvolvimento desta dissertação. No entanto, tendo em conta a informação obtida, parece existir alguma disponibilidade de potência nos postos de transformação existentes face à sua potência instalada. Contudo estes dados podem ser enganadores, pois representam apenas a disponibilidade dos transformadores instalados e não a real disponibilidade de fornecimento de energia no local em causa. De acordo com informações recolhidas nas visitas realizadas, a disponibilidade da rede de distribuição é limitada e aparentemente está já bastante sobrecarregada, tendo-se verificado alguns episódios de falta de capacidade para abastecimento de energia aos terminais de mercadorias, principalmente quando em simultâneo se verifica a ocorrência de eventos de carácter cultural ou de outro tipo nas redondezas dos terminais.

Face ao exposto, pelo facto dos sistemas STS recomendados serem do tipo LVSC e terem uma potência unitária de 1 MVA, por se prever instalar mais do que um (1) sistema por terminal em função do perfil histórico de utilização de cada terminal e porque estes sistemas devem permitir a contagem de energia separada da atual instalação, cujos contratos de fornecimento de energia já se encontram estabelecidos entre as empresas concessionadas e os comercializadores de energia, acordou-se, em conjunto com a APL que para os sistemas STS a instalar nos terminais de cruzeiros e mercadorias seria realizada uma nova infraestrutura elétrica cuja alimentação será proveniente da Rede Elétrica de Serviço Público (RESP).

Para além das infraestruturas elétricas dos terminais, foram também analisadas as infraestruturas de construção civil existentes que possam servir de apoio à construção de um novo sistema STS nos terminais. Constatou-se, no entanto, que estas se verificaram insuficientes e não adaptadas à construção dos sistemas STS. Verificou-se, portanto, a necessidade de uma grande adaptação das infraestruturas civis a nível de ductos, caleiras e outras canalizações de modo a se poder efetuar a distribuição de energia de uma forma segura, fiável, com menor custo e maior facilidade de instalação e exploração. A título de exemplo, o projeto realizado para a remodelação do terminal de cruzeiros, cuja construção foi concluída em 2017, não teve em conta a possibilidade de instalação de um sistema de fornecimento de energia a navios, pelo que não existem infraestruturas adequadas entre o edifício principal e os pontos de atracação dos navios.

É de facto normal que a não consideração de um sistema deste tipo na fase de desenho de um porto, ou de um terminal, leve a necessidades de adaptação de construção civil significativas para instalar um sistema STS. É atualmente prática comum, que o desenho de um novo porto ou terminal tenha em conta pelo menos as infraestruturas necessárias para uma possível instalação de um sistema deste tipo.

Assume-se, portanto, que existe a necessidade de realizar novas infraestruturas nos terminais em estudo, não sendo possível aproveitar as existentes.

3.5. ANÁLISE DE CENÁRIOS E ESTIMATIVAS DE CONSUMO E POTÊNCIA

Para que o projeto em causa tenha sucesso, considera-se crucial a boa definição e avaliação dos possíveis cenários para a instalação dos sistemas *Shore-to-Ship* (STS) nos terminais da zona oriental do Porto de Lisboa. Esta análise permitirá uma escolha de sistemas e tecnologias ajustadas a cada terminal, quer seja na sua tipologia como quantidade.

Neste sentido, nos próximos pontos realizar-se-á uma análise *SWOT* (*strengths, weaknesses, opportunities, threats*) por terminal, análise esta que permitirá identificar as forças, fraquezas, oportunidades e ameaças de cada um dos seis (6) terminais em estudo, esta análise será bastante importante na toma de decisão dos cenários a considerar para cada terminal.

Em função da tipologia de navios, da sua frequência e simultaneidade, será consecutivamente realizada uma análise dos diversos cenários possíveis para cada terminal, com o objetivo final de poder estimar um quadro de potências globais por terminal e para o conjunto destes como um todo.

3.5.1. ANÁLISE SWOT

Neste ponto, e como dito anteriormente, é efetuado um conjunto de análises *SWOT*, onde se listam as forças ou pontos fortes (*Strengths*), fraquezas ou pontos fracos (*Weaknesses*), oportunidades (*Opportunities*) e ameaças (*Threats*). Enquanto as duas primeiras são de origem interna, as últimas assumem um carácter externo.

STRENGTHS

- Geolocalização do Porto;
- Maior potencial de redução de impacto ambiental por navio;
- Maior terminal de Lisboa em comprimento;
- Terminal com infraestruturas mais recentes;
- Relação “Potência de pico / Potência Média” baixa;
- Tempos efetivos de utilização do terminal com menor variabilidade.

WEAKNESSES

- Potências características de STS de cruzeiros elevadas exigem um novo sub-sistema elétrico desde a rede de transmissão;
- Presumível baixo Índice de utilização da potência instalada (histórico revela que 1/2 do tempo não serve navios);
- Infraestruturas existente têm de ser reformuladas para adaptação a um STS de elevada potência;
- Maior custo de implementação.

OPPORTUNITIES

- Tipo de navio normalmente preparado para sistema HVSC;
- Tipo de cliente interessado num STS;
- Maior base de dados para prever tendências;
- Previsão de procura crescente com base no número de passageiros;
- Interesse estratégico do Porto de Lisboa;
- Reduzido número de portos com STS para cruzeiros.

THREATS

- Rede elétrica não preparada;
- Não competitividade da tarifa ;
- Massificação da Gaseificação (GNL) tanto por parte de navios e portos;
- Número e taxa de crescimento de navios “STS ready” abaixo das previsões;
- Alguma Sazonalidade do tipo Cruzeiros e dependência do turismo.

TERMINAL MULTIPURPOSE DE LISBOA (TSA) - 8

TERMINAL MULTIUSOS DO BEATO (TMB) - 10

TERMINAL MULTIUSOS DO POÇO DO BISPO (ETE) - 12

STRENGTHS

- Geolocalização do Porto;
- Presumível alto Índice de utilização da potência instalada de um STS - histórico revela até 90% do tempo pelo menos um navio no terminal;
- Sem sazonalidade;
- Potências menores para um STS implicam menores investimentos;
- Relação “Potência de pico / Potência Média” baixa.

WEAKNESSES

- Menor impacto na redução das emissões por navio (face a cruzeiros);
- Infraestruturas existente têm de ser reformuladas para adaptação a um STS;
- Terminais separados geograficamente dificulta/ impossibilita a partilha das infraestruturas de um único STS;
- Variabilidade de tipo de navios.

OPPORTUNITIES

- Tendência de procura estável ou crescente do terminal;
- Vários portos apresentam sistemas STS para este tipo de navios;
- Expectável elevada taxa de navios preparados para STS.

THREATS

- Rede elétrica não preparada;
- Não competitividade da tarifa;
- Massificação da Gaseificação (GNL) tanto por parte de navios e portos;
- Número e taxa de crescimento de navios “STS ready” abaixo das previsões.

Opta-se pela separação da análise deste terminal dos restantes de carga, devido ao tipo de carga, à frequência mais elevada de navios de tonelagem das classes superiores, à característica de Relação “Potência de Pico / Potência Média” e à maior dimensão do terminal.

STRENGTHS

- Geolocalização do Porto;
- Elevado potencial de redução de impacto ambiental em alguns navios (maior GT);
- Segundo maior terminal;
- Presumível alto Índice de utilização da potência instalada de um STS (histórico revela até 86% do tempo pelo menos um navio no terminal);
- Sem sazonalidade.

WEAKNESSES

- Navios de potências muito diversas, de acordo com o GT;
- Relação “Potência de pico / Potência Média” elevado;
- Potências características de STS de elevadas podem exigir um novo sub-sistema elétrico desde a rede de transmissão;
- Infraestruturas existente têm de ser reformuladas para adaptação a um STS de elevada potência;
- Elevado custo de implementação.

OPPORTUNITIES

- Tendência de procura crescente do terminal;
- UE estima um grande crescimento do tráfego de navios tipo contentor até 2030;
- Alguns portos apresentam sistemas STS para este tipo de navios.

THREATS

- Rede elétrica não preparada;
- Não competitividade da tarifa;
- Massificação da Gaseificação (GNL) tanto por parte de navios e portos;
- Número e taxa de crescimento de navios “STS ready” abaixo das previsões.

Opta-se pela separação da análise deste terminal dos restantes de carga, devido ao tipo de carga, à frequência mais elevada de navios de tonelagem das classes inferiores, à sazonalidade e presumível baixa taxa de utilização da capacidade instalada de um STS implementado no terminal.

STRENGTHS

- Geolocalização do Porto;
- Potências menores para um STS implicam menores investimentos;
- Relação “Potência de pico / Potência Média” baixa.

WEAKNESSES

- Presumível baixo Índice de utilização da potência instalada de um STS - histórico revela até 50% do tempo sem navios no terminal;
- Menor impacto na redução das emissões por navio (face a cruzeiros);
- Infraestruturas existente têm de ser reformuladas para adaptação a um STS;
- Terminais estão separados geograficamente dificulta/ impossibilita a partilha das infraestruturas de um único STS.

OPPORTUNITIES

- Tendência de procura estável ou crescente do terminal;
- Vários portos apresentam sistemas STS para este tipo de navios.

THREATS

- Rede elétrica não preparada;
- Não competitividade da tarifa;
- Massificação da Gaseificação (GNL) tanto por parte de navios e portos;
- Número e taxa de crescimento de navios “STS ready” abaixo das previsões;
- Sazonalidade.

3.5.2. ANÁLISE DE CENÁRIOS

Com base no estudo da bibliografia, no levantamento das características dos terminais, nos perfis de utilização, nos dados obtidos através dos questionários acerca da caracterização da população atual e possivelmente futura do porto de Lisboa e da análise SWOT a cada terminal face à integração de um STS, definem-se um conjunto de cenários de estudo.

Estes cenários servirão primeiramente para dimensionar a potência a considerar para cada terminal, sendo que o número de cenários apresentados para cada terminal variará, dependendo da análise estatística realizada, podendo ser apresentados um máximo de 3 cenários por terminal.

Contudo, para todos os terminais, o primeiro cenário apresentado corresponderá sempre ao cenário que assenta na cobertura de um histórico de frequência bastante significativo, que de certa forma procura rentabilizar o investimento, maximizando o número de horas de operação do sistema STS. Para os terminais com apenas um cenário, significa que a existência de variações na frequência, número e tipo de navios que acostam no terminal foi considerada muito improvável.

Para os casos de terminais em que foram considerados dois (2) ou três (3) cenários, o último cenário, corresponde ao cenário representativo do histórico máximo mais comumente observado em cada terminal, permitindo este avaliar a potência máxima a instalar, bem como os sistemas auxiliares necessários, face à procura determinada para este tipo de navios.

Por fim, o segundo cenário, para o caso de terminais em que são apresentados três (3) cenários, pretende conjugar elementos do cenário um (1) e do cenário três (3), i.e., o objetivo baseia-se em atingir uma utilização de potência média-alta, mas mais realista que o cenário três, de acordo com a análise estatística apresentada.

Em suma, no segundo ou terceiro cenário, dependendo do número de cenários apresentados para o terminal, há uma maior probabilidade do sistema não ser utilizado na sua totalidade por um período considerável, o que pode tornar o sistema menos rentável do ponto de vista económico, enquanto que no primeiro cenário, e pelo facto de termos menos oferta para uma

maior procura de navios, está de certa forma garantido que o sistema será utilizado em maior número de horas e portanto será mais rentável economicamente.

Os resultados dos inquéritos suportam a definição dos cenários preliminares apresentados, já que permitem uma caracterização mais afinada, tanto atual como futura das características da potencial frota de clientes do Porto de Lisboa.

Nas fases seguintes os cenários serão complementados com possíveis soluções técnicas, e validados com uma análise financeira, podendo haver naturalmente num regime de iteração, pela busca das melhores soluções técnico-económicas, uma redefinição dos cenários assumidos. Face ao descrito anteriormente, apresentam-se seguidamente os cenários estudados para cada terminal.

3.5.2.1. TERMINAL DE CRUZEIROS DE LISBOA (LCP) - 7

3.5.2.1.1. CENÁRIO 7.1

Um (1) único navio de cruzeiro, de médio-grande porte alimentado em Média Tensão, com um histórico de frequência bastante significativo e com cobertura considerável da população de navios observada. Considerando-se que:

- Este aproveitamento tem como objetivo analisar se, maximizando o aproveitamento da capacidade instalada, e com base na frequência de visitas e tipologia de navios cruzeiro, se obtêm melhores índices de rentabilidade;
- Este cenário visa por isso avaliar economicamente a solução de menor potência instalada, tendo em conta as várias combinações de navios tipo cruzeiro observados no terminal;
- O presente cenário visa servir de base para justificar e aferir a disponibilidade da rede elétrica para potências de serviço até 16 MVA.

Tabela 3.7-Número e Navios considerados no Cenário 7.1

# NAVIO	#1
<i>Tipo de navio</i>	Cruzeiro
<i>LOA Class</i>	200-299
<i>Tensão (kV)</i>	6,6/11
<i>Frequência (Hz)</i>	50/60

# NAVIO	#1
Potência média (MVA)	5
Potência de Pico (MVA)	16

3.5.2.1.2. CENÁRIO 7.2

Dois (2) navios de cruzeiro, ambos de médio-grande porte alimentados em Média Tensão, representativos da população terminal, passíveis de alimentação simultânea pelo STS instalado. Considerando-se que:

- Este aproveitamento tem como objetivo analisar um ponto intermédio de capacidade instalada, e verificar se, com base na frequência de visitas e tipologia de navios cruzeiro, se obtêm melhores índices de rentabilidade;
- Este cenário visa, portanto, avaliar economicamente a solução de uma potência instalada intermédia, tendo em conta as várias combinações de navios tipo cruzeiro observados no terminal;
- Não são considerados, portanto, “extremos” de utilização do terminal, sendo por isso o presente cenário considerado como a solução mais “realista”;
- O histórico mostra que existe uma frequência significativa de utilização do terminal por múltiplos cruzeiros com uma certa sazonalidade característica e relacionada com o turismo, nomeadamente nesta combinação;
- Este cenário visa assim servir de base para justificar e aferir a disponibilidade da rede elétrica para potências de serviço até 32 MVA.

Tabela 3.8-Número e Navios considerados no Cenário 7.2

# NAVIO	#1	#2
Tipo de navio	Cruzeiro	Cruzeiro
LOA Class	200-299	200-299
Tensão (kV)	6,6/11	6,6/11
Frequência (Hz)	50/60	50/60
Potência média (MVA)	5	5
Potência de Pico (MVA)	16	16

3.5.2.1.3. CENÁRIO 7.3

Três (3) navios de cruzeiro, de médio-grande porte alimentados em Média Tensão, representativos da população terminal, passíveis de alimentação simultânea pelo STS instalado. Considerando-se que:

- Este aproveitamento tem como objetivo analisar, se maximizando o número de navios no terminal em simultâneo, e com base na frequência de visitas e tipologia de navios cruzeiro, se obtêm melhores índices de rentabilidade;
- Este cenário visa avaliar economicamente a solução de maior capacidade instalada, tendo em conta as várias combinações de navios tipo cruzeiro observados no terminal;
- Este cenário visa servir de base para justificar e aferir a disponibilidade da rede elétrica para potências de serviço até 43MVA.

Tabela 3.9-Número e Navios considerados no Cenário 7.3

# NAVIO	#1	#2	#3
<i>Tipo de navio</i>	Cruzeiro	Cruzeiro	Cruzeiro
<i>LOA Class</i>	100-199	200-299	200-299
<i>Tensão (kV)</i>	6,6/11	6,6/11	6,6/11
<i>Frequência (Hz)</i>	50/60	50/60	50/60
<i>Potência média (MVA)</i>	5	5	5
<i>Potência de Pico (MVA)</i>	11	16	16

3.5.2.2. TERMINAL MULTIPURPOSE DE LISBOA (TSA) - 8

3.5.2.2.1. CENÁRIO 8.1

Um (1) único navio, com histórico de frequência bastante significativo e com cobertura considerável da população de navios observada. Considerando-se que este cenário tem por objetivo analisar, se maximizando o aproveitamento da capacidade instalada, com base na frequência de visitas e tipologia de navios, se obtêm melhores índices de rentabilidade.

Tabela 3.10-Número e Navios considerados no Cenário 8.1

# NAVIO	#1
<i>Tipo de navio</i>	Contentor
<i>Gross Tonnage (GT)</i>	3000-5999
<i>Tensão (kV)</i>	0,4/0,44/0,69
<i>Frequência (Hz)</i>	50/60

# NAVIO	#1
Potência média (MVA)	0,2
Potência de Pico (MVA)	1

3.5.2.2.2. CENÁRIO 8.2

Dois (2) navios, representativos da população do terminal, passíveis de alimentação simultânea pelo STS instalado. Considerando-se que:

- Existe um histórico de frequência relativamente significativo da combinação escolhida;
- Cobre em termos de disponibilidade de potência, a grande maioria das várias combinações de navios em simultâneo, observados no terminal.

Tabela 3.11-Número e Navios considerados no Cenário 8.2

# NAVIO	#1	#2
Tipo de navio	Contentor	Contentor
Gross Tonnage (GT)	3000-5999	6000-9999
Tensão (kV)	0,4/0,44/0,69	0,4/0,44/0,69
Frequência (Hz)	50/60	50/60
Potência média (MVA)	0,2	0,2
Potência de Pico (MVA)	0,4	1

3.5.2.2.3. CENÁRIO 8.3

Três (3) navios, representativos da população do terminal, passíveis de alimentação simultânea pelo STS instalado. Considerando-se que este cenário tem por objetivo analisar, se maximizando o número de navios no terminal em simultâneo, e com base na frequência de visitas e tipologia de navios, se obtêm melhores índices de rentabilidade.

Tabela 3.12-Número e Navios considerados no Cenário 8.3

# NAVIO	#1	#2	#3
Tipo de navio	Contentor	Contentor	Contentor
Gross Tonnage (GT)	3000-5999	3000-5999	6000-9999
Tensão (kV)	0,4/0,44/0,69	0,4/0,44/0,69	0,4/0,44/0,69
Frequência (Hz)	50/60	50/60	50/60
Potência média (MVA)	0,2	0,2	0,2
Potência de Pico (MVA)	0,4	0,4	1

3.5.2.3. TERMINAL DE CONTENTORES DE SANTA APOLÓNIA (SOTAGUS) - 9

3.5.2.3.1. CENÁRIO 9.1

Um (1) único navio, com histórico de frequência bastante significativo e com cobertura considerável da população de navios observada. Este cenário tem por objetivo de analisar, se maximizando o aproveitamento da capacidade instalada, com base na frequência de visitas e tipologia de navios, se obtêm melhores índices de rentabilidade.

Tabela 3.13-Número e Navios considerados no Cenário 9.1

# NAVIO	#1
<i>Tipo de navio</i>	Contentor
<i>Gross Tonnage (GT)</i>	6000-9999
<i>Tensão (kV)</i>	0,4/0,44/0,69
<i>Frequência (Hz)</i>	50/60
<i>Potência média (MVA)</i>	0,2
<i>Potência de Pico (MVA)</i>	1

3.5.2.3.2. CENÁRIO 9.2

Dois (2) navios, representativos da população do terminal, passíveis de alimentação simultânea pelo STS instalado. Considerando-se que:

- Em termos de histórico de frequência da combinação escolhida, apesar de não ser a situação mais comum observada, tem a vantagem de ser um caso mais oneroso pela consideração de navios de maior porte.
- Cobre em termos de disponibilidade de potência, a grande maioria das várias combinações de navios em simultâneo, observados no terminal.

Tabela 3.14-Número e Navios considerados no Cenário 9.2

# NAVIO	#1	#2
<i>Tipo de navio</i>	Contentor	Contentor
<i>Gross Tonnage (GT)</i>	3000-5999	6000-9999
<i>Tensão (kV)</i>	0,4/0,44/0,69	0,4/0,44/0,69
<i>Frequência (Hz)</i>	50/60	50/60
<i>Potência média (MVA)</i>	0,2	0,2
<i>Potência de Pico (MVA)</i>	1	1

3.5.2.3. CENÁRIO 9.3

Três (3) navios, representativos da população do terminal, passíveis de alimentação simultânea pelo STS instalado. Considerando-se que:

- Apesar de não ser uma situação comum, tem a vantagem de ser um caso mais oneroso pela consideração de navios de maior porte;
- O objetivo deste cenário passa por analisar se a maximização do número de navios em simultâneo no terminal, com base na frequência de visitas e tipologia de navios, permite obter melhores índices de rentabilidade.

Tabela 3.15-Número e Navios considerados no Cenário 9.3

# NAVIO	#1	#2	#3
<i>Tipo de navio</i>	Contentor	Contentor	Contentor
<i>Gross Tonnage (GT)</i>	6000-9999	6000-9999	10000-14999
<i>Tensão (kV)</i>	0,4/0,44/0,69	0,4/0,44/0,69	0,4/0,44/0,69
<i>Frequência (Hz)</i>	50/60	50/60	50/60
<i>Potência média (MVA)</i>	0,2	0,2	0,2
<i>Potência de Pico (MVA)</i>	1	1	1

3.5.2.4. TERMINAL MULTIUSOS DO BEATO (TMB) - 10

3.5.2.4.1. CENÁRIO 10.1

Um (1) único navio, com histórico de frequência bastante significativo e com cobertura considerável da população de navios observada. Este cenário tem por objetivo analisar, se maximizando o aproveitamento da capacidade instalada, com base na frequência de visitas e tipologia de navios, se obtêm melhores índices de rentabilidade.

Tabela 3.16-Número e Navios considerados no Cenário 10.1

# NAVIO	#1
<i>Tipo de navio</i>	Carga geral single/multi deck Misto Carga geral-contentores
<i>Gross Tonnage (GT)</i>	3000-5999
<i>Tensão (kV)</i>	0,4/0,44/0,69
<i>Frequência (Hz)</i>	50/60
<i>Potência média (MVA)</i>	0,8
<i>Potência de Pico (MVA)</i>	1

3.5.2.4.2. CENÁRIO 10.2

Cenário muito semelhante ao Cenário 10.1, mas com dois (2) navios, representativos da população do terminal, passíveis de alimentação simultânea pelo STS instalado. Considerando-se que:

- Apesar de não ser a situação mais comum observada, tem a vantagem de ser um caso mais oneroso pela consideração de navios de maior porte.
- Cobre em termos de disponibilidade de potência, a grande maioria das várias combinações de navios em simultâneo, observados no terminal.

Tabela 3.17-Número e Navios considerados no Cenário 10.2

# NAVIO	#1	#2
<i>Tipo de navio</i>	Carga geral single/multi deck Misto Carga geral-contentores	Granéis
<i>Gross Tonnage (GT)</i>	3000-5999	6000-9999
<i>Tensão (kV)</i>	0,4/0,44/0,69	0,4/0,44/0,69
<i>Frequência (Hz)</i>	50/60	50/60
<i>Potência média (MVA)</i>	0,2	0,2
<i>Potência de Pico (MVA)</i>	1	1

3.5.2.5. TERMINAL DE GRANÉIS ALIMENTARES DO BEATO (SILOPOR) - 11

3.5.2.5.1. CENÁRIO 11.1

Um (1) único navio, já que pelo facto de só existir um posto de atracação, só se verifica a ocorrência de um navio em simultâneo no terminal.

Tabela 3.18-Número e Navios considerados no Cenário 11.1

# NAVIO	#1
<i>Tipo de navio</i>	Carga Geral single deck
<i>Gross Tonnage (GT)</i>	3000-5999
<i>Tensão (kV)</i>	0,4/0,44/0,69
<i>Frequência (Hz)</i>	50/60
<i>Potência média (MVA)</i>	0,2
<i>Potência de Pico (MVA)</i>	1

3.5.2.6. TERMINAL MULTIUSOS DO POÇO DO BISPO (ETE) - 12

3.5.2.6.1. CENÁRIO 12.1

Um (1) único navio, com histórico de frequência significativo e com cobertura significativa da população de navios observada. Este cenário tem por objetivo analisar, se maximizando o aproveitamento da capacidade instalada, com base na frequência de visitas e tipologia de navios, se obtém melhores índices de rentabilidade.

Tabela 3.19-Número e Navios considerados no Cenário 12.1

# NAVIO	#1
<i>Tipo de navio</i>	Carga Geral single/multi deck
<i>Gross Tonnage (GT)</i>	Porta-Contentores
<i>Tensão (kV)</i>	6000-9999
<i>Frequência (Hz)</i>	0,4/0,44/0,69
<i>Potência média (MVA)</i>	50/60
<i>Potência de Pico (MVA)</i>	0,2

3.5.2.6.2. CENÁRIO 12.2

Cenário semelhante ao Cenário 12.1, mas com dois (2) navios, representativos da população do terminal, passíveis de alimentação simultânea pelo STS instalado. Considerando-se que:

- O histórico de frequência no terminal foi considerado significativo e tem a vantagem de ser um caso mais oneroso pela consideração de navios de maior porte.
- Cobre em termos de disponibilidade de potência, a grande maioria das várias combinações de navios em simultâneo, observados no terminal.

Tabela 3.20-Número e Navios considerados no Cenário 12.2

# NAVIO	#1	#2
<i>Tipo de navio</i>	Carga Geral single deck	Carga Geral single/multi deck
<i>Gross Tonnage (GT)</i>	Porta-Contentores	Porta-Contentores
<i>Tensão (kV)</i>	3000-5999	6000-9999
<i>Frequência (Hz)</i>	0,4/0,44/0,69	0,4/0,44/0,69
<i>Potência média (MVA)</i>	50/60	50/60
<i>Potência de Pico (MVA)</i>	0,2	0,2

3.5.3. ESTIMATIVA DE CONSUMOS ANUAIS

Com base nos cenários estudados no ponto 3.5.2, pretende-se agora determinar quais os consumos anuais de cada um dos terminais em função dos cenários definidos no referido ponto. Esta análise é primordial para que na etapa de análise financeira dos cenários em causa, se possa determinar com maior exatidão qual a tipologia do sistema STS a instalar em cada terminal.

De salientar que a análise às bases de dados (BD) permite retirar as combinações possíveis que o sistema poderá alimentar com a potência dimensionada no número máximo de alimentações (número de navios) definido. Por exemplo, se o cenário inclui 3 navios de cruzeiro da classe LOA 200-300, o sistema também poderá naturalmente alimentar 2 navios, ou classes inferiores.

As potências médias consideradas por *Length Overall (LOA)*, para o tipo de navios “Cruzeiro”, são as indicadas na Tabela 3.21, sendo as mesmas de acordo com a bibliografia e com as respostas dos operadores.

Tabela 3.21-Potências consideradas, por classe LOA, para o tipo de navios “Cruzeiro”

TERMINAL	CLASSE	POTÊNCIA CONSIDERADA (MVA)
Terminal de Cruzeiros de Lisboa (LCP)	LOA <100	2,5
	LOA 100-199	5
	LOA 200-299	5
	LOA >300	9

As potências médias consideradas por *Gross Tonnage (GT)*, para os restantes tipos de navios e terminais, são as indicadas na Tabela 3.22, sendo as mesmas de acordo com a bibliografia e com as respostas dos operadores.

Tabela 3.22-Potências consideradas, por classe GT, para navios de mercadoria

CLASSE GT	TSA	SOTAGUS	SILOPOR	TMB	ETE
<2999					
3000-5999					
6000-9999					
10000-14999					
15000-19999	0,4				
20000-29999	N.A.	0,4	0,4	0,4	0,4
30000-39999	N.A.	0,4	N.A.	0,4	0,4

CLASSE GT	TSA	SOTAGUS	SILOPOR	TMB	ETE
40000-49999	N.A.	0,6	N.A.	0,6	0,6
50000-59999	N.A.	0,6	N.A.	N.A.	N.A.
60000-69999	N.A.	0,6	N.A.	N.A.	N.A.
>70000	N.A.	0,6	N.A.	N.A.	N.A.

De seguida serão apresentados os quadros de consumo por terminal e por cenário estudado, sendo que para o desenvolvimento dos mesmos foram tidas em conta as seguintes considerações:

A - Considera-se um fator de evolução da percentagem de navios preparados para STS para traduzir a percentagem do número de navios que poderão ser clientes ao serem convertidos para ligação a um STS. O fator usado baseia-se na análise dos dados dos inquéritos em conjunto com a bibliografia e expectativas ou indicações com maior ou menor formalidade do contacto com operadores de navios e da APL;

B - Considera-se um fator de evolução do número de chegadas por classe agrupada definida (LOA ou GT) a cada terminal, com o objetivo de traduzir a evolução do número de navios que constituem entradas nos terminais (i.e., evolução do tráfego). Refere-se a dificuldade em ter uma base de suporte para este fator. No Terminal de Cruzeiros de Lisboa (LCP), optou-se por efetuar incrementos de 5% anuais, a partir do ano de 2024, inclusive; enquanto nos restantes terminais de mercadorias (TSA, SOTAGUS, TMB, SILOPOR, ETE), não foram considerados aumentos anuais;

C - Para o terminal de cruzeiros é fixado o valor de 9 horas por estadia no cais. Nas bases de dados, o tempo de permanência foi truncado a 9h (Actual Time of Arrival (ATA) + 9h);

D - Para os restantes navios é retirado o valor médio registado por classe agrupada definida (LOA ou GT) para cada terminal.

Para o cálculo do consumo estimado até 2030 para cada terminal, em cada cenário de implementação de sistema STS, considera-se:

- O cálculo do quadro de consumo para cada terminal, tendo em conta os pontos A, B, C e D;

- Afetação desse quadro de consumos com os fatores referidos nos pontos C e D;
- Apresentação dos valores corrigidos (afetados pelos fatores dos pontos C e D);
- Assumiu-se nos vários terminais (à exceção do de cruzeiros para o qual temos dados) que as potências consideradas entre 2020 e 2022 iam manter de forma geral o valor do ano de 2019. Os valores estimados e relevância em relação ao STS são apresentados para os anos a partir de 2024, inclusive - data expectável de entrada em funcionamento do STS.

De acordo com cada um dos cenários descritos anteriormente e as considerações apresentadas, obtêm-se os respetivos quadros de cargas.

3.5.3.1. TERMINAL DE CRUZEIROS DE LISBOA (LCP) – 7

Tabela 3.23-Quadro de consumos anuais LCP

Cenários	ANO	CONSUMO ACUMULADO MWH			FATOR DE EVOLUÇÃO ENTRADAS/CHEGADAS (FE-CHE) (EM RELAÇÃO AO ANO ANTERIOR)	FATOR DE CONVERSÃO STS ESTIMADO (FE-STs)	CONSUMO ATUALIZADO ACUMULADO (MWH) COM FATORES DE CONVERSÃO		
		7.1	7.2	7.3			7.1	7.2	7.3
Base De Dados (histórico)	2015	6788	8188	8325	-	-	-	-	-
	2016	7953	9588	9808	-	-	-	-	-
	2017	8228	10403	10830	-	-	-	-	-
	2018	9113	11560	11965	-	-	-	-	-
	2019	8543	10593	11005	-	-	-	-	-
Estimado	2024	8543	10593	11005	1	0.5	4272	5297	5503
	2025	8970	11123	11555	1.05	0.5	4485	5561	5778
	2026	9419	11679	12133	1.05	0.6	5651	7007	7280
	2027	9890	12263	12740	1.05	0.6	5934	7358	7644
	2028	10384	12876	13377	1.05	0.7	7269	9013	9364
	2029	10903	13520	14045	1.05	0.7	7632	9464	9832
	2030	11448	14196	14748	1.05	0.8	9159	11357	11798

Com base na análise efetuada à tabela anterior é possível tecer as seguintes considerações:

- Observa-se a partir da análise das bases de dados que se regista de 2016 a 2019 um consumo mais elevado do que os registados no ano de 2015. Isto tem a ver com o facto do cenário considerado ter uma especial coincidência de cobertura das combinações em termos de potência (i.e., frequência elevada de 2 ou mais navios da LOA classe 200-299) observadas em alguns dos anos;

- No último período estimado, note-se a proximidade do valor de consumo anual de energia elétrica corrigido para apenas navios com sistema STS com o valor teórico de consumo de todos os navios, independentemente de estar preparado ou não para a ligação STS. Isto deve-se à consideração de um aumento progressivo da percentagem de navios preparados para ligação ao sistema;
- Comparando o cenário 7.1, que prevê a existência de capacidade máxima para alimentar um navio de cruzeiro da classe LOA 200-299 (e as naturais coberturas a navios de menor potência), aos cenários 7.2 e 7.3, é possível observar que apesar da esperada redução nos consumos anuais, existe vantagem no maior aproveitamento da potência instalada. Para isto contribui a frequência significativa da presença de apenas um navio da classe LOA 200-299 no terminal;
- Contra o cenário 7.1 está a baixa cobertura de combinações existentes (navios em simultâneo) no terminal, o que limita a apazibilabilidade da solução. Outra nota para este cenário, consideração não contemplada na estimativa, tem a ver com o facto de que o aumento de navios disponíveis no terminal não poder ser correspondido em utilização do sistema STS – poder-se-á dizer que surge a saturação da capacidade do sistema;
- Os cenários 7.1 e 7.3 serão úteis para analisar as diferenças em termos de *setup* de um sistema maior e abrangente e um menor e as implicações financeiras e técnicas relacionadas, enquanto o cenário 7.2 permitirá analisar uma solução intermédia em que será possível acautelar a presença de dois cruzeiros de médio-grande porte.

3.5.3.2. TERMINAL *MULTIPURPOSE* DE LISBOA (TSA) – 8

Tabela 3.24-Quadro de consumos anuais para o TSA

	ANO	CONSUMO ACUMULADO MWH			FATOR DE EVOLUÇÃO ENTRADAS/CHEGADAS (FE-CHE) (EM RELAÇÃO AO ANO ANTERIOR)	FATOR DE CONVERSÃO STS ESTIMADO (FE-STTS)	CONSUMO ATUALIZADO ACUMULADO (MWH) COM FATORES DE CONVERSÃO		
		8.1	8.2	8.3			8.1	8.2	8.3
Cenários		8.1	8.2	8.3	Todos	Todos	8.1	8.2	8.3
Base De Dados (histórico)	2015	1407	2071	2185	-	-	-	-	-
	2016	1480	2178	2340	-	-	-	-	-
	2017	1438	2026	2158	-	-	-	-	-
	2018	1400	2009	2103	-	-	-	-	-
	2019	1455	2080	2134	-	-	-	-	-
Estimado	2024	1455	2080	2134	1	0,7	1019	1456	1494

	ANO	CONSUMO ACUMULADO MWH			FATOR DE EVOLUÇÃO ENTRADAS/CHEGADAS (FE-CHE) (EM RELAÇÃO AO ANO ANTERIOR)	FATOR DE CONVERSÃO STS ESTIMADO (FE-STs)	CONSUMO ATUALIZADO ACUMULADO (MWH) COM FATORES DE CONVERSÃO		
	2025	1455	2080	2134	1	0,7	1019	1456	1494
	2026	1455	2080	2134	1	0,8	1164	1664	1708
	2027	1455	2080	2134	1	0,8	1164	1664	1708
	2028	1455	2080	2134	1	0,8	1164	1664	1708
	2029	1455	2080	2134	1	0,9	1310	1872	1921
	2030	1455	2080	2134	1	0,9	1310	1872	1921

Com base na análise efetuada à tabela anterior é possível tecer as seguintes considerações:

- Da análise dos dados de 2015 a 2019 retira-se que apesar de se verificar um ligeiro decréscimo no consumo dos navios, existe principalmente uma tendência de estabilidade. Seguindo esta tendência, e numa análise mais conservadora, optou-se pela não aplicação de um fator de crescimento aos consumos estimados;
- É expectável que praticamente todos os navios deste tipo estejam preparados para ligação a STS em 2030, sendo que uma percentagem significativa está já convertida aos dias de hoje;
- É possível ainda observar que apesar da dimensão relativamente reduzida do terminal e da frequência de navios de GT de classes médias e baixas, o elevado tráfego leva a consumos anuais relevantes.

3.5.3.3. TERMINAL DE CONTENTORES DE SANTA APOLÓNIA (SOTAGUS) - 9

Tabela 3.25-Quadro de consumos anuais para a SOTAGUS

	ANO	CONSUMO ACUMULADO MWH			FATOR DE EVOLUÇÃO ENTRADAS/CHEGADAS (FE-CHE) (EM RELAÇÃO AO ANO ANTERIOR)	FATOR DE CONVERSÃO STS ESTIMADO (FE-STs)	CONSUMO ATUALIZADO ACUMULADO (MWH) COM FATORES DE CONVERSÃO		
		9.1	9.2	9.3			9.1	9.2	9.3
Cenários		9.1	9.2	9.3	Todos	Todos			
Base De Dados (histórico)	2015	2149	2864	3037	-	-	-	-	-
	2016	1656	2213	2381	-	-	-	-	-
	2017	1779	2382	2535	-	-	-	-	-
	2018	2239	3177	3404	-	-	-	-	-
	2019	1891	2533	2677	-	-	-	-	-
Estimado	2024	1891	2533	2677	1	0,7	1323	1773	1874
	2025	1891	2533	2677	1	0,7	1323	1773	1874
	2026	1891	2533	2677	1	0,8	1512	2027	2142

	ANO	CONSUMO ACUMULADO MWH			FATOR DE EVOLUÇÃO ENTRADAS/CHEGADAS (FE-CHE) (EM RELAÇÃO AO ANO ANTERIOR)	FATOR DE CONVERSÃO STS ESTIMADO (FE-STES)	CONSUMO ATUALIZADO ACUMULADO (MWH) COM FATORES DE CONVERSÃO		
	2027	1891	2533	2677	1	0,8	1512	2027	2142
	2028	1891	2533	2677	1	0,8	1512	2027	2142
	2029	1891	2533	2677	1	0,9	1702	2280	2410
	2030	1891	2533	2677	1	0,9	1702	2280	2410

Com base na análise efetuada à tabela anterior é possível tecer as seguintes considerações:

- Da análise dos dados de 2015 a 2019 retira-se que ocorre um ligeiro decréscimo no consumo dos navios, portanto, ainda que as autoridades internacionais esperem um aumento significativo no transporte de carga contentorizada, o facto de esta ser de transporte curto, parece não revelar tendência de crescimento. Seguindo esta tendência, optou-se pela não aplicação de um fator de crescimento aos consumos estimados;
- É expectável que praticamente todos os navios deste tipo estejam preparados para ligação a STS em 2030, sendo que uma percentagem significativa está já convertida à data;
- De notar o consumo registado no terminal com as premissas implementadas. Este relevante consumo advém do elevado tráfego e da presença de navios de classes GT superiores;
- É possível observar uma diferença significativa entre os consumos do primeiro e segundo e terceiros cenários. Isto deve-se ao já referido elevado tráfego no terminal e histórico de frequência simultânea de navios no terminal, o que permite rentabilizar a “capacidade extra” do primeiro cenário.

3.5.3.4. TERMINAL MULTIUSOS DO BEATO (TMB) - 10

Tabela 3.26-Quadro de consumos anuais para o TMB

Cenários	ANO	CONSUMO ACUMULADO MWH		FATOR DE EVOLUÇÃO ENTRADAS/CHEGADAS (FE-CHE) (EM RELAÇÃO AO ANO ANTERIOR)	FATOR DE CONVERSÃO STS ESTIMADO (FE-STTS)	CONSUMO ATUALIZADO ACUMULADO (MWH) COM FATORES DE CONVERSÃO	
		10.1	10.2			Todos	Todos
Base De Dados (histórico)	2015	1173	1440	-	-	-	-
	2016	1087	1204	-	-	-	-
	2017	1132	1285	-	-	-	-
	2018	1369	1705	-	-	-	-
	2019	1486	1818	-	-	-	-
Estimado	2024	1486	1818	1	0,7	1040	1272
	2025	1486	1818	1	0,7	1040	1272
	2026	1486	1818	1	0,8	1189	1454
	2027	1486	1818	1	0,8	1189	1454
	2028	1486	1818	1	0,8	1189	1454
	2029	1486	1818	1	0,9	1337	1636
	2030	1486	1818	1	0,9	1337	1636

Com base na análise efetuada à tabela anterior é possível tecer as seguintes considerações:

- Da análise dos dados de 2015 a 2019 retira-se que ocorre um crescimento significativo do consumo dos navios. Contudo, optou-se por assumir, de forma conservadora, que o crescimento não será sustentado e por isso mesmo não foram aplicados fatores de crescimento aos consumos estimados;
- É expectável que praticamente todos os navios deste tipo estejam preparados para ligação a STS em 2030, sendo que uma percentagem significativa está já convertida à data;
- É possível observar uma diferença significativa entre os consumos do primeiro e segundo cenários, devido principalmente ao histórico de frequência simultânea de navios no terminal, o que permite rentabilizar a “capacidade extra” do primeiro cenário.

Tabela 3.27-Quadro de consumos anuais para a SILOPOR

	ANO	CONSUMO ACUMULADO MWH	FATOR DE EVOLUÇÃO ENTRADAS/CHEGADAS (FE-CHE) (EM RELAÇÃO AO ANO ANTERIOR)	FATOR DE CONVERSÃO STS ESTIMADO (FE-STES)	CONSUMO ATUALIZADO ACUMULADO (MWH) COM FATORES DE EVOLUÇÃO
Base De Dados (histórico)	2015	573	-	-	-
	2016	966	-	-	-
	2017	668	-	-	-
	2018	651	-	-	-
	2019	678	-	-	-
Estimado	2024	678	1	0.7	475
	2025	678	1	0.7	475
	2026	678	1	0.8	543
	2027	678	1	0.8	543
	2028	678	1	0.8	543
	2029	678	1	0.9	611
	2030	678	1	0.9	611

Com base na análise efetuada à tabela anterior é possível tecer as seguintes considerações:

- Da análise dos dados de 2015 a 2019 verifica-se um ligeiro crescimento do consumo dos navios. Contudo, optou-se por assumir, de forma conservadora, que o crescimento não será sustentado e por isso mesmo não foram aplicados fatores de crescimento aos consumos estimados;
- Observa-se ainda que neste terminal o consumo acumulado anual é o mais baixo de registado de todos os terminais em estudo. O mesmo verifica-se devido ao menor índice de tráfego a que o terminal se encontra sujeito, tal como pelo facto de a ocupação do mesmo ser realizada por navios de classe GT mais baixas.

3.5.3.6.

TERMINAL MULTIUSOS DO POÇO DO BISPO (ETE) - 12

Tabela 3.28-Quadro de consumos anuais para o ETE

Cenários	ANO	CONSUMO ACUMULADO MWH		FATOR DE EVOLUÇÃO ENTRADAS/CHEGADAS (FE-CHE) (EM RELAÇÃO AO ANO ANTERIOR)	FATOR DE CONVERSÃO STS ESTIMADO (FE-STs)	CONSUMO ATUALIZADO ACUMULADO (MWH) COM FATORES DE CONVERSÃO	
		12.1	12.2			Todos	Todos
Base De Dados (histórico)	2015	903	1181	-	-	-	-
	2016	1001	1307	-	-	-	-
	2017	1028	1415	-	-	-	-
	2018	1182	1661	-	-	-	-
	2019	1129	1514	-	-	-	-
Estimado	2024	1129	1514	1	0,7	790	1060
	2025	1129	1514	1	0,7	790	1060
	2026	1129	1514	1	0,8	903	1212
	2027	1129	1514	1	0,8	903	1212
	2028	1129	1514	1	0,8	903	1212
	2029	1129	1514	1	0,9	1016	1363
	2030	1129	1514	1	0,9	1016	1363

Com base na análise efetuada à tabela anterior é possível tecer as seguintes considerações:

- Da análise dos dados de 2015 a 2019 retira-se que ocorre um crescimento significativo do consumo dos navios. Contudo, optou-se por assumir, de forma conservadora, que o crescimento não será sustentado e por isso mesmo não foram aplicados fatores de crescimento aos consumos estimados;
- É expectável que praticamente todos os navios deste tipo estejam preparados para ligação a STS em 2030, sendo que uma percentagem significativa está já convertida à data;
- É possível observar uma diferença significativa entre os consumos do primeiro e segundo cenários, devido principalmente ao histórico de frequência simultânea de navios no terminal, o que permite rentabilizar a “capacidade extra” do primeiro cenário.

3.5.4. ESTIMATIVA DE POTÊNCIA NECESSÁRIA

No seguimento da apresentação dos diversos cenários, realizada no ponto 3.5.2, bem como as taxas de ocupação de cada terminal demonstradas no ponto 3.4.1, nesta fase pretende-se

determinar as necessidades máximas, nomeadamente, o número de pontos de carregamento *Shore-to-Ship (STS)* e potência máxima a alimentar em cada um dos terminais em estudo. Pretende-se também estimar qual a necessidade de potência para o conjunto dos seis (6) terminais, para que desta forma se possa prosseguir com a formalização do pedido de ligação à Rede Elétrica de Serviço Público (RESP).

Desta forma, e conforme explanado nos seguintes parágrafos, apresentam-se na Tabela 3.29 um resumo dos requerimentos elétricos considerados para cada terminal. Cabe, no entanto, referir que apesar de nem sempre se prever uma instalação de sistemas STS correspondentes ao número total de postos de atracação em cada terminal, o projeto a ser desenvolvido permitirá a possibilidade de expansão dos sistemas, no caso da realidade atual se alterar e se verificar um aumento da potência consumida nos terminais, quer devido a um crescimento do tráfego no Porto de Lisboa ou se, eventualmente, for essencial que todos os postos de atracação possuam instalado um sistema STS. No entanto a decisão final sobre a quantidade de sistemas a instalar por terminal, só poderá ser tomada após a realização da análise de viabilidade económica que será desenvolvida no ponto 3.8.3.

Tabela 3.29- Requerimentos para o sistema de abastecimento de energia Shore-to-Ship de cada terminal

TERMINAL	TIPOLOGIA DE NAVIOS	TENSÃO (KV)	FREQUÊNCIA (HZ)	POSTOS DE ATRACAÇÃO DISPONÍVEIS	POTÊNCIA DE CONSUMO DE PICO (MVA)	NÚMERO DE PONTOS DE CARREGAMENTO POR TERMINAL
LCP	Cruzeiros	11/6,6	50/60	3	48 em MT	3 em MT
TSA	Contentores	0,69/0,44/0,4	50/60	3	3 em BT	3 em BT
SOTAGUS	Contentores	0,69/0,44/0,4	50/60	4	3 em BT	3 em BT
TMB	Graneleiro Carga Geral	0,69/0,44/0,4	50/60	3	2 em BT	2 em BT
SILOPOR	Granéis Sólidos	0,69/0,44/0,4	50/60	1	1 em BT	1 em BT
ETE	Graneleiro Carga Geral	0,69/0,44/0,4	50/60	3	2 em BT	2 em BT

No que diz respeito ao Terminal de Cruzeiros de Lisboa (LCP), a APL pretende que o sistema a instalar seja capaz de fornecer energia em simultâneo até três (3) navios cruzeiros alimentados em MT (11 ou 6,6 kV), com uma potência de consumo máxima de 16 MVA cada um, perfazendo assim 48 MVA de consumo de pico. Note-se que, embora os inquéritos demonstrem que os navios dos operadores apresentam consumos inferiores a 16 MVA, a

norma IEC 80005-1 [13] recomenda que o sistema de alimentação de navios seja dimensionado para pelo menos 16 MVA para navios alimentados a 11 ou 6,6 kV.

Quando aos terminais de mercadorias, as repostas aos inquéritos efetuados aos operadores demonstram que os navios que utilizam os terminais, requerem alimentações a 400 V e 50Hz. No entanto, como referido anteriormente, pretende-se que estes sistemas tenham a flexibilidade necessária para que estes terminais possam ser frequentados por navios com outras características elétricas. Assim sendo e uma vez que os navios podem apresentar tensões (400/440/690V) e frequências (50/60 Hz) de alimentação diferentes, pretende-se implementar pontos de carregamento que permitam disponibilizar condições de ligação diferentes sem acrescentar um grande custo à instalação. Pretende-se igualmente que nestes terminais o sistema a implementar seja modular e que permita a sua expansibilidade futura. De salientar que, de acordo com as recomendações da norma IEC 80005-3 [15], os sistemas de BT para navios requerem no máximo potências de 1 MVA, pelo que o sistema que se prevê implementar permitirá abranger todos os navios que cumpram com a mesma e garantir também uma homogeneidade de sistemas entre todos os terminais, o que simplificará todo o processo de operação e manutenção dos mesmos.

Assim e face a uma análise mais cuidada às taxas de ocupação dos terminais, pretende-se que o Terminal *Multipurpose* de Lisboa (TML) e o Terminal de Contentores de Santa Apolónia (SOTAGUS) possuam a capacidade de alimentar em simultâneo três (3) navios com uma potência máxima individual de 1 MVA, perfazendo um total de 3 MVA de consumo de pico por terminal.

No caso do Terminal Multiusos do Beato (TMB) e do Terminal Multiusos do Poço do Bispo (ETE), pretende-se que o sistema de cada um destes terminais seja capaz de alimentar dois (2) navios em simultâneo, com uma potência de consumo máxima individual de 1 MVA, totalizando 2 MVA para cada terminal.

Por fim, no Terminal de Granéis Alimentares do Beato (SILOPOR), pretende-se que o sistema deste terminal seja capaz de alimentar apenas um (1) navio, com uma potência de consumo máxima de 1 MVA.

Em função da quantidade e dispersão dos terminais e dos requisitos preliminares de potência atrás indicados, na Figura 3.9 é apresentada, de forma preliminar, a configuração prevista para a rede elétrica a constituir na zona oriental do Porto de Lisboa.

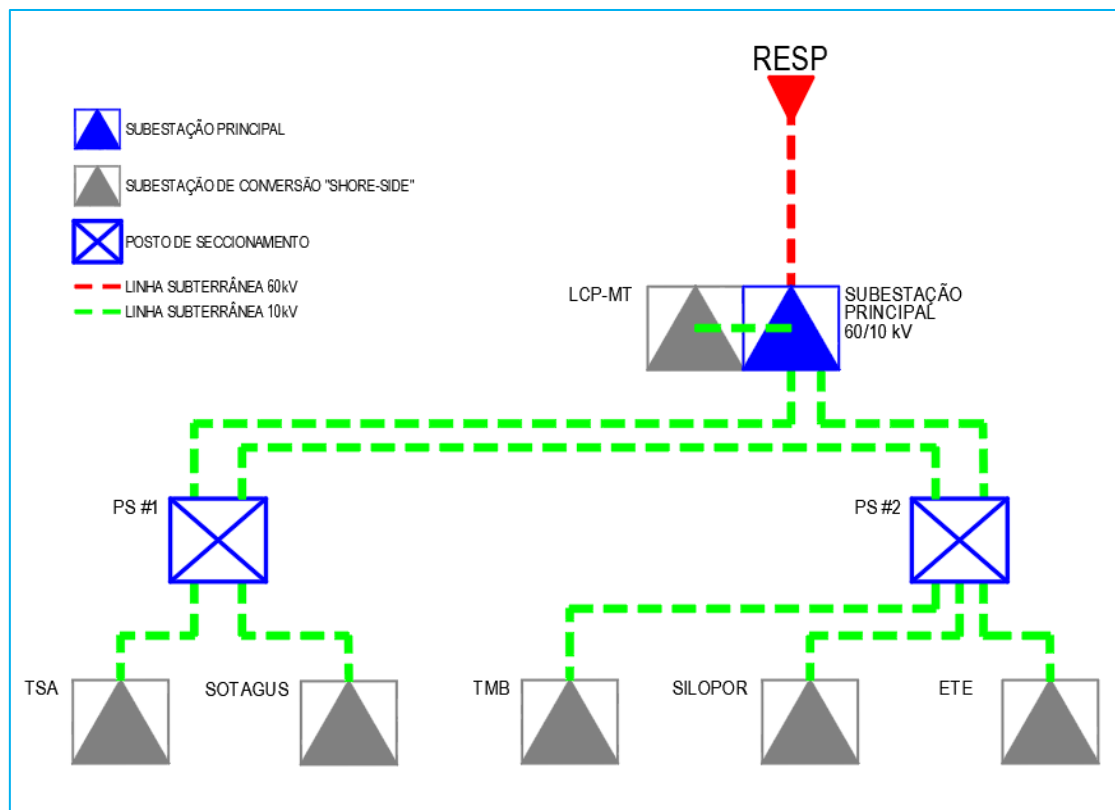


Figura 3.9-Diagrama unifilar simplificado da infraestrutura elétrica a constituir

Por forma a poder estimar a potência de serviço necessária em cada terminal e na subestação principal, foram realizadas estimativas tendo como base a potência média máxima considerada para os navios que acostam em cada terminal e a potência instalada do terminal. O critério para a determinação da potência de serviço da instalação baseou-se, por isso, no cálculo da potência de serviço esperada e da utilização de um fator de utilização/simultaneidade adequado a cada instalação.

No Terminal de Cruzeiros de Lisboa (LCP), é proposta a instalação de três (3) pontos de carregamento em MT, totalizando uma potência no terminal de 48 MVA, 16 MVA por cais, sendo que de acordo com a informação constante no Gráfico 3.1 considerou-se como relativamente provável a existência de uma alimentação em MT de dois (2) navios cruzeiro em simultâneo. Por isso mesmo, para a determinação da potência de serviço da Subestação "Shoreside" MT, localizada nas instalações da Subestação Principal, considerou-se uma potência de serviço igual à potência máxima instalada de 16 MVA para dois (2) pontos de

carregamento. Contudo, para o terceiro ponto de carregamento, considerou-se uma potência de serviço igual a 11 MVA, um valor de potência mais adequado para a classe de navios que mais frequentemente acostam no LCP.

Por último, face à elevada potência destes sistemas e por se poder verificar a existência deste cenário dentro de alguns anos, definiu-se para a Subestação “*Shoreside*” do Terminal de Cruzeiros de Lisboa (LCP) um fator de utilização/simultaneidade de 1.

Nos terminais de mercadorias em que é proposta a instalação de três (3) pontos de carregamento, isto é, nos terminais alimentados a partir do Posto de Seccionamento #1 (TSA e SOTAGUS), a potência máxima da instalação em cada terminal será de 3 MVA. Neste sentido, para estes terminais, foi considerada uma potência de 1 MVA para um dos pontos de carregamento e uma potência de 0,4 MVA para os outros dois (2) pontos de carregamento. A potência de 0,4 MVA não foi escolhida aleatoriamente, tendo sido considerado este valor com base na potência máxima considerada para a classe de navios que mais tempo fica acostado neste terminal, como é possível comprovar no Gráfico 3.10 e Gráfico 3.15. Considerando-se que se diminuiu a potência de serviço de dois dos pontos de carregamento para um valor considerado mais “realista”, foi igualmente considerado para este terminal um fator de utilização/simultaneidade de 1.

Nos terminais de mercadorias em que é proposta a instalação de dois (2) pontos de carregamento, isto é, nos terminais TMB e ETE, pertencentes ao Anel TMB+ETE e alimentados a partir do Posto de Seccionamento #2, a potência máxima da instalação será de 2 MVA. No entanto e seguindo a mesma lógica do TSA e SOTAGUS, tendo em conta que o TMB e o ETE possuem uma taxa de ocupação considerável, foi considerada como potência de serviço de 1,4 MVA por terminal, sendo considerada uma potência de serviço de 1 MVA para um dos pontos de carregamento e de 0,4 MVA para o outro ponto de carregamento, tomando desta forma em consideração a potência máxima da classe de navios que mais tempo fica acostada neste terminal.

No terminal em que é proposta a instalação de apenas um (1) ponto de carregamento, isto é, no terminal da SILOPOR pertencente ao Anel TMB+SILOPOR+ETE, a potência (máxima) da instalação será de 1 MVA. Como este terminal possui frequentemente navios acostados de uma classe GT que possui uma potência de consumo máxima considerado de 0,3 MVA, neste

caso fará sentido considerar uma potência de serviço da instalação de 0,4 MVA. Pela sua baixa taxa de ocupação, considerou-se correta a utilização de um fator de utilização/simultaneidade igual a 1, visto que apenas estará um navio no terminal ao mesmo tempo.

Finalmente, no caso do Anel entre a Subestação Principal, o Posto de Seccionamento #1 e o Posto de Seccionamento #2 (ver Figura 3.9), e como se encontram 5 terminais interligados ao Anel, considerou-se prudente utilizar um fator de utilização/simultaneidade inferior a 1. O Posto de Seccionamento #1 possui uma taxa de ocupação mais elevada que a do Posto de Seccionamento #2, como se pode ver pela maior potência de serviço considerada. Tomando também em consideração que a potência de serviço considerada no Posto de Seccionamento #2 se encontra mais inflacionada face à realidade do que o Posto de Seccionamento #1, foi considerado um fator de simultaneidade de 0,5.

Os valores e resultados dos cálculos realizados encontram-se apresentados na Tabela 3.30.

Tabela 3.30-Potência de serviço por Terminal e Posto de Seccionamento e respetivo fator de utilização/simultaneidade

INSTALAÇÃO	POTÊNCIA (MVA)	FATOR DE UTILIZAÇÃO/ SIMULTANEIDADE	POTÊNCIA DE SERVIÇO (MVA)
<i>Terminal de Cruzeiros de Lisboa (LCP):</i>	43	1	43
<i>Subestação "Shoreside" MT #1</i>	16	-	16
<i>Subestação "Shoreside" MT #2</i>	16	-	16
<i>Subestação "Shoreside" MT #3</i>	11	-	11
<i>Posto de Seccionamento #1 (TSA+SOTAGUS):</i>	3,6	1	3,6
<i>Subestação "Shoreside" TSA #1</i>	1	-	1
<i>Subestação "Shoreside" TSA #2</i>	0,4	-	0,4
<i>Subestação "Shoreside" TSA #2</i>	0,4	-	0,4
<i>Subestação "Shoreside" SOTAGUS #1</i>	1	-	1
<i>Subestação "Shoreside" SOTAGUS #2</i>	0,4	-	0,4
<i>Subestação "Shoreside" SOTAGUS #3</i>	0,4	-	0,4
<i>Posto de Seccionamento #2 (TMB+SILOPOR+ETE):</i>	3,2	1	3,2
<i>Subestação "Shoreside" TMB #1</i>	1	-	1
<i>Subestação "Shoreside" TMB #2</i>	0,4	-	0,4
<i>Subestação "Shoreside" SILOPOR</i>	0,4	-	0,4
<i>Subestação "Shoreside" ETE #1</i>	1	-	1
<i>Subestação "Shoreside" ETE #2</i>	0,4	-	0,4
Subestação Principal 60/10 kV:	49,8		46,4
<i>LCP – Subestação "Shoreside" MT</i>	43	1	43
<i>Anel PS #1 + PS #2</i>	6,8	0,5	3,4

Analisando a Tabela 3.30, prevê-se que a potência de serviço da Subestação Principal da instalação, localizada no Terminal de Cruzeiros de Lisboa (LCP), seja de 46,4 MVA, assim sendo, a potência considerada para o pedido de ligação à rede elétrica será de **50 MVA**, correspondendo este valor ao cenário de maior potência instalada nos Terminais em estudo.

Note-se que a potência a requisitar não será certamente atingida num período curto de tempo, sendo portanto este um cenário bastante conservador pelo facto de prever já todos os sistemas possíveis, podendo aliás esta estimativa ser exagerada para o leitor deste documento, no entanto, face à experiência adquirida em processos similares a este, o diferencial de custo da subestação principal e respetiva infraestrutura de ligação à rede em AT para uma potência de 50 MVA ou para uma potência consideravelmente mais baixa não é proporcional à mesma pelas seguintes razões:

- A potência de 50 MVA no nível AT de 60 kV a que nos esperamos ligar, representa uma corrente nominal de aproximadamente 480 A, sendo esta uma corrente relativamente baixa para os condutores que certamente serão exigidos pelo ORD, E-Redes para esta linha a construir. Neste sentido, e considerando que os condutores de 60 kV requisitados pela E-Redes serão standard e que deverão ter uma secção de 1000 mm² considera-se que do ponto de vista económico não seja relevante a redução da potência requisitada;
- A aparelhagem de AT que constitui a subestação (exceto o Transformador de Potência), possuem características elétricas normalizadas, sendo que o valor mínimo de corrente nominal para o qual são fabricados é de 1250 A, valor bastante superior aos 480A solicitados;
- O custo de um Transformador de Potência não é diretamente proporcional à potência do mesmo, justificando-se por isso instalar um transformador único com uma potência superior, podendo-se, no entanto, optar por uma solução de ventilação forçada no transformador, permitindo que a potência do mesmo com ventilação natural seja cerca de 20% inferior aos 50MVA requisitados, neste caso 40MVA;
- No caso em que se pretende-se construir uma subestação de potência inferior e no futuro fosse requerido um reforço de potência, os custos associados ao aumento do Edifício e à aquisição de equipamentos suplementares seriam bastante superiores ao custo de instalar um transformador de potência superior.

3.6. DEFINIÇÃO DA SOLUÇÃO DE LIGAÇÃO À RESP

Face à estimativa de potência de 50 MVA obtida no ponto anterior, pretende-se nesta fase definir qual a melhor solução de ligação à Rede Elétrica de Serviço Público (RESP) para a instalação em causa.

Conforme representado na Figura 3.9, a rede elétrica a construir iniciar-se-á na RESP, tudo indica no nível de 60 kV pelo facto da potência instalada prevista ser de 50 MVA, estando prevista a construção de uma linha elétrica de 60 kV desde uma instalação do Operador da Rede de Distribuição (ORD), E-Redes até uma subestação isolada a Gás SF₆ (GIS), propriedade da APL, a construir num edifício criado para o efeito, juntamente com os diversos equipamentos elétricos que a constituem. A jusante prevê-se a criação de uma rede elétrica de 10 kV em anel, da qual farão parte dois (2) postos de seccionamento cuja função é a distribuição de energia a cada terminal. Em função da análise de viabilidade económica desenvolvida no ponto 3.8, em cada terminal serão instaladas o número de subestações de conversão (*shore-side substations*) necessárias.

Para a determinação da solução de ligação à RESP, foram analisadas as disponibilidades de potência das subestações e postos de seccionamento nos arredores dos terminais da zona oriental do Porto de Lisboa. Para o efeito, foi consultada a plataforma com a representação da rede de distribuição de energia, disponibilizada pela E-Redes no seu site [39]. Foram ainda consultados os seguintes documentos disponibilizados pelas empresas responsáveis pelas redes de distribuição e transporte de energia, à data E-Redes e REN, respetivamente:

- Caracterização das redes de distribuição, situação a 31 dezembro de 2020 [40];
- Caracterização da rede nacional de transporte para efeitos de acesso à rede, situação a 31 dezembro de 2020 [41].

De acordo com [39] e conforme o representado na Figura 3.10, existem nas proximidades dos terminais em estudo, as seguintes instalações pertencentes à Rede Nacional de Distribuição (RND):

- Subestação da Marvila de 60/10 kV e 80 MVA de potência instalada;
- Subestação de Vale Escuro de 60/10 kV e 40 MVA de potência instalada;

- Subestação da Praça da Figueira de 60/10 kV e 40 MVA de potência instalada;
- Subestação da Boavista de 60/10kV e 60MVA de potência instalada;
- Posto de Seccionamento 60 kV do Alto de São João, diretamente alimentado pela RNT através da Subestação 220/60 kV do Alto de São João da REN, com uma potência instalada de 340MVA;



Figura 3.10-Mapa da Rede de Distribuição nas redondezas do Porto de Lisboa [39]

Na Tabela 3.31 resumem-se as características elétricas e a capacidade disponível em cada uma das instalações acima mencionadas.

Tabela 3.31-Instalações da RESP nas imediações do Porto de Lisboa

INSTALAÇÃO	REDE	TENSÃO (kV)	POTÊNCIA INSTALADA (MVA)	POTÊNCIA DISPONÍVEL EM AT (MVA)	POTÊNCIA DISPONÍVEL EM MT (MVA)
<i>Subestação da Marvila</i>	RND	60/10	80	0	38
<i>Subestação de Vale Escuro</i>	RND	60/10	40	0	8,2
<i>Subestação da Praça da Figueira</i>	RND	60/10	40	0	0
<i>Subestação da Boavista</i>	RND	60/10	60	0	29,2
<i>Posto de Seccionamento do Alto de São João</i>	RND	60	-	Sem informação	Não aplicável
<i>Subestação do Alto de São João</i>	RNT	220/60	340	Sem informação	Não aplicável

Quanto à RNT, verifica-se que a instalação mais próxima, conforme dito anteriormente, é a Subestação 220/60 kV do Alto de São João - REN, com uma potência instalada de 340 MVA.

No que diz respeito a linhas elétricas, após verificação de [39] [40], verificou-se a inexistência de linhas elétricas de 60 kV a passar nas proximidades da instalação com potência suficiente para alimentar a mesma.

Face ao exposto, a instalação que se considera mais adequada para o fornecimento de energia à nova subestação do Porto de Lisboa, é o Posto de Seccionamento do Alto de São João, pertencente à RND e propriedade da E-Redes. Pelo facto desta instalação ser recente, permitir a instalação de painéis de 60 kV complementares e ser diretamente alimentada pela RNT, considera-se que em comparação com as restantes, é a instalação que garante a potência necessária no nível AT e a maior fiabilidade ao Porto de Lisboa. Convém também referir que as restantes instalações se caracterizam por serem subestações de consumo, cuja potência disponível é ao nível dos 10 kV, nível de tensão que se considera muito baixo para o trânsito de uma potência de 50 MVA.

Por fim e para concluir esta análise, procedeu-se ao pedido de ligação à rede dirigido à E-Redes, de acordo com o formulário apresentado no Anexo II, para uma potência instalada de 50 MVA e uma tensão de ligação de 60 kV. O pedido foi, entretanto, respondido pela mesma, tendo sido atribuído como ponto de ligação o Posto de Seccionamento 60 kV do Alto de São João, vindo desta forma a E-Redes validar a análise efetuada anteriormente.

3.7. PROJETO BASE DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

Neste ponto, pretende-se, a nível de projeto base, dimensionar e caracterizar as infraestruturas elétricas mais relevantes para todo o sistema de *Shore-to-Ship* dos terminais em estudo.

Conforme referido na secção 3.6 e indicado na Figura 3.9, a rede elétrica a construir iniciar-se-á na RESP, no nível de 60 kV, no Posto de Corte do Alto de S. João - E-Redes. Para interligar esta instalação com a nova infraestrutura a criar no Porto de Lisboa, será construída uma linha elétrica de 60 kV, com um comprimento estimado de 3,3 km, cujo destino é a Subestação Isolada a Gás SF₆ (*Gas Insulated Substations* - GIS), propriedade da APL, a construir num edifício criado para o efeito, juntamente com os diversos equipamentos elétricos que a

constituem. A jusante desta subestação, prevê-se a criação de uma rede elétrica de 10 kV em anel, da qual farão parte dois postos de seccionamento cuja função é a distribuição de energia a cada terminal.

Seguidamente, serão abordadas as seguintes instalações:

- Linha Elétrica 60 kV;
- Subestação Principal 60/10 kV 50 MVA;
- Rede de Distribuição e Postos de Seccionamento de 10 kV;
- Subestações *shoreside* MT, *high voltage shore connection* (HVSC);
- Subestações *shoreside* BT, *low voltage shore connection* (LVSC);
- Sistemas de gestão de cabos até aos navios, *cable management system* (CMS);

3.7.1. LINHA ELÉTRICA 60 kV

De acordo com o definido anteriormente, o fornecimento de energia aos terminais da zona oriental do Porto de Lisboa, será realizado através de uma nova linha subterrânea de 60 kV, com início no Posto de Seccionamento do Alto de São João e fim na nova Subestação 60/10kV 50 MVA do Porto de Lisboa. Esta linha terá um comprimento aproximado de 3,3 km e um traçado estimado de acordo com a Figura 3.11.



Figura 3.11-Traçado previsto para a linha subterrânea de 60 kV

Sendo esta uma linha de serviço público, integrada na rede nacional de distribuição de energia, concessionada à E-Redes, o seu projeto, licenciamento e construção serão realizados pela E-Redes, sendo o custo da mesma completamente participado pela APL. Não obstante, e com o objetivo de estimar os custos associados à sua construção, pretendeu-se nesta fase definir de forma preliminar os principais fatores que condicionam o custo da linha, nomeadamente o traçado escolhido e o condutor a utilizar.

Para efeitos de definição do traçado, e tendo em conta que a zona a afetar pela linha elétrica é de carácter urbano e uma das zonas mais nobres da cidade de Lisboa, pretendeu-se que a construção da mesma causasse o menor impacto possível à cidade e que tivesse o menor comprimento possível para efeitos de redução de custo. Assim, como ponto de partida, foram analisados os traçados das linhas existentes, por forma a tentar aproveitar os mesmos para a nova linha a construir. Para este efeito, e de acordo com [39], verificou-se que nas proximidades do projeto só existe uma linha de 60 kV cuja origem é também o Posto de Seccionamento do Alto do São João e o destino a Subestação de Marvila, podendo o traçado da mesma pode ser observado na Figura 3.12. Comparando a Figura 3.11 e a Figura 3.12, percebe-se que o traçado de ambas linhas será coincidente em grande parte do percurso, prevendo-se a separação das mesmas na zona próxima ao Museu Nacional do Azulejo.



Figura 3.12-Traçado da linha 60 kV entre PS Alto de S. João e SE Marvila [39]

No que diz respeito às características da linha elétrica a construir, de acordo com o quadro B.1, apresentado na Figura 3.13, extraído do documento normativo “DMA-C33-281/N - CONDUTORES ISOLADOS E SEUS ACESSÓRIOS PARA REDES DE DISTRIBUIÇÃO, Cabos isolados de alta tensão, Características e ensaios” [42], para uma potência de 50 MVA e uma corrente de serviço de 481 A, considerando-se uma instalação enterrada no solo com dois (2) circuitos em paralelo pelo facto de parcialmente se usar o mesmo traçado da atual linha de 60 kV entre o PS do Alto de S. João e a SE de Marvila, recomenda-se a instalação de condutores com secção de 630 ou 1000 mm² com uma intensidade máxima admissível de 505 e 613 A respetivamente. Tendo em conta a dificuldade para a construção da linha na cidade de Lisboa, bem como a possível necessidade futura de interseção desta linha para a alimentar outros consumidores na zona em estudo, considera-se mais prudente a instalação de um condutor de secção 1000mm².

Secção do condutor (mm ²)	Enterrado no solo (1 circuito)		Enterrado no solo (2 circuitos)		Ar livre		Em tubos	
	Calor	Frio	Calor	Frio	Calor	Frio	Calor	Frio
400	474	582	400	496	630	689	393	429
630	599	740	505	629	831	909	491	535
1000	725	899	613	766	1048	1147	585	639

Figura 3.13-Intensidades máximas de corrente em regime permanente dos cabos [42]

Face ao exposto anteriormente e de acordo com a DMA-C33-C281/N” [42], prevê-se a instalação de condutores do tipo LXHIOLE (cbe) 1x1000/135 36/60(72,5) kV. No que diz respeito ao método de instalação dos condutores, o mesmo seguirá as regras da E-Redes, sendo a sua instalação de acordo com o pormenor apresentado na Figura 3.14, em concordância com o pormenor “C68-024B-2006 - Perfil tipo de vala para cabos de 60 kV e telesserviços” [43].

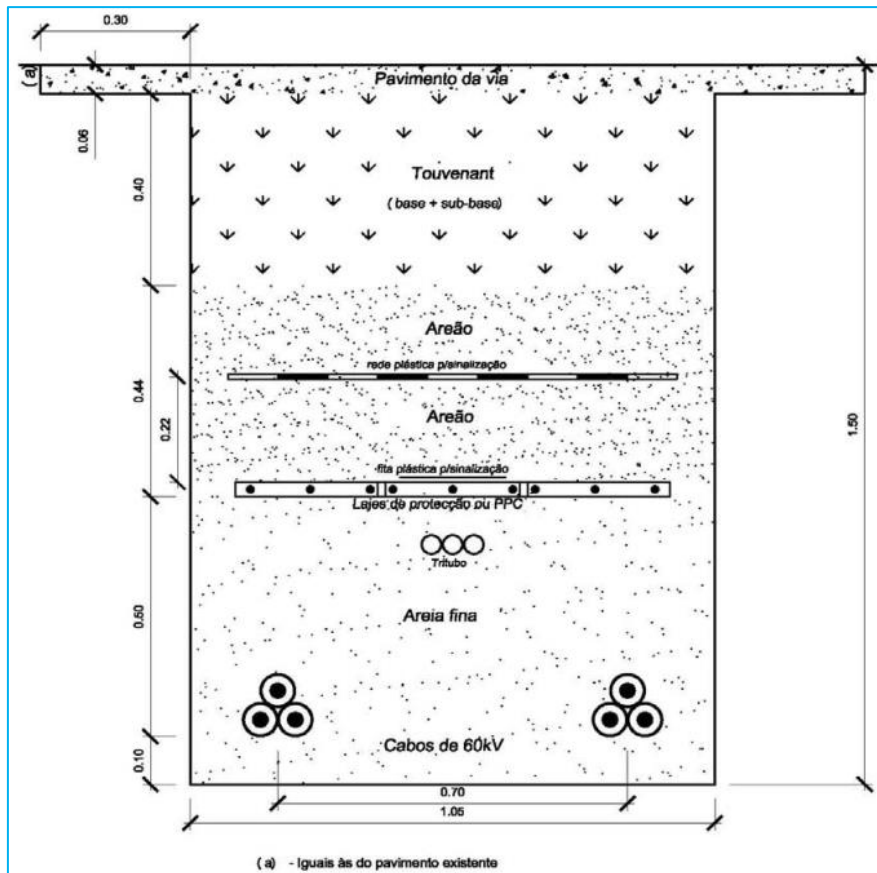


Figura 3.14-Pormenor de instalação de cabos de 60 kV em pavimento [43]

3.7.2. SUBESTAÇÃO PRINCIPAL 60/10 kV

Dando seguimento ao realizado nos pontos anteriores, pretende-se nesta fase caracterizar e dimensionar a subestação elétrica de 60/10 kV e 50 MVA a construir no Porto de Lisboa, que terá por principal objetivo alimentar todas as infraestruturas *Shore-to-Ship* (STS) a construir no terminal de cruzeiros (LCP) e nos cinco (5) terminais de mercadorias do Porto de Lisboa. A conceção geral do projeto deverá ser regida pela satisfação simultânea dos seguintes princípios básicos:

- Segurança geral das pessoas e bens;
- Simplificação e padronização da construção;
- Modularidade da solução;
- Facilidade de manutenção;
- Minimização do impacte ambiental e visual no meio envolvente;
- Otimização do espaço para a sua instalação;

- Otimização de custos de construção e exploração.

Nos seguintes pontos, será realizada uma descrição resumida das características técnicas que a subestação deverá respeitar, bem como os seus diversos equipamentos e materiais constituintes e as regras que deverão ser cumpridas na construção das instalações elétricas de Alta Tensão (AT), Média Tensão (MT) e Serviços Auxiliares (SA).

3.7.2.1. TECNOLOGIA

O primeiro passo para a definição prévia da subestação, passa pela análise e comparação das tecnologias de equipamentos que melhor se adequam à instalação em causa, tendo por base todos os critérios anteriormente definidos.

Neste sentido, e sem realizar uma análise exaustiva às diversas tecnologias e fabricantes, será realizada uma comparação simples entre subestações isoladas a ar, *Air Insulated Substations (AIS)*, representadas pela Figura 3.15 e subestações blindadas isoladas a gás de Hexafluoreto de Enxofre (SF_6), Subestação Isolada a Gás SF_6 (*GIS*), representadas na Figura 3.16.



Figura 3.15-Subestação de Benavente do tipo AIS, E-Redes [44]



Figura 3.16-Subestação tipo GIS, Superbock Group, Leça do Balio

Para que se possa tomar uma decisão sustentada sobre a tecnologia a escolher para a subestação do Porto de Lisboa, faz-se uma análise comparativa de cada uma das soluções, tendo por base os critérios acima elencados.

Segurança geral das pessoas e bens

No que diz respeito à segurança de pessoas e bens, pode afirmar-se que ambas as tecnologias são maduras e que cumprem com todos os requisitos normativos que permitam a operação das mesmas em segurança. No entanto, considerando o fator de erro humano e a possibilidade de existirem incumprimentos dos procedimentos de segurança dentro dos recintos das instalações, pode considerar-se que as subestações GIS são mais seguras que as AIS, se tivermos em conta que as primeiras não têm visível e acessível qualquer ponto em tensão, não permitindo por isso que um erro humano possa levar um acidente grave.

Simplificação e padronização da construção

Quanto à simplificação e padronização da construção, pode-se por um lado afirmar que as subestações AIS são mais flexíveis enquanto à diversidade de equipamentos disponíveis no mercado face às soluções GIS, no entanto, estas últimas, por tratar-se de módulos completos

com todos os equipamentos no seu interior, são muito mais simples no que diz respeito à sua forma de instalação, requerem menos espaço e reduzem em muito o tempo de montagem face a soluções convencionais AIS. A desvantagem das soluções GIS face às AIS prende-se com o facto de em modificações ou ampliações da subestação, ser necessária a aquisição de equipamentos compatíveis com os existentes em funcionamento, obrigando desta forma a que a entidade responsável pela exploração da subestação adquira os novos equipamentos ao mesmo fabricante do GIS atualmente em funcionamento.

Modularidade da solução

Conforme explicado no ponto anterior, do ponto de vista da modularidade, as soluções GIS, por se tratarem efetivamente de soluções modulares, apresentam algumas vantagens face às soluções AIS.

Facilidade de manutenção

No que diz respeito à manutenção, um dos critérios mais importantes na toma de decisão sobre a tecnologia da subestação, pelo facto das subestações AIS serem compostas por múltiplos equipamentos isolados no exterior, pode afirmar-se que as subestações AIS requerem mais horas anuais de manutenção em comparação com uma subestação GIS. Por outro lado, para realizar a manutenção a uma subestação GIS, são requeridos técnicos com um grau de especialização superior ao das subestações AIS, sendo estes normalmente técnicos do fabricante dos equipamentos. No entanto e de uma forma global, as subestações GIS requerem menos manutenção do que uma subestação AIS.

Minimização do impacte ambiental e visual no meio envolvente

Face à localização nobre do Porto de Lisboa e especialmente do terminal de cruzeiros (LCP) e à importância do impacto ambiental deste projeto, é primordial que a solução tecnológica escolhida para a subestação leve em conta estes dois fatores tão relevantes. Neste sentido e comparando ambas as soluções, é relativamente fácil concluir que uma subestação GIS terá muito menor impacto visual e ambiental do que uma subestação AIS, contribui para esta afirmação o facto da subestação GIS poder ser totalmente instalada no interior de um edifício e ocupar muito menos espaço, quando comparada com uma solução AIS, sendo, portanto, relativamente fácil concluir que face às preocupações arquitetónicas e de impacto visual deste projeto face às atuais instalações do Terminal de Cruzeiros de Lisboa, cuja arquitetura é obra

do Arquiteto João Luís Carrilho da Graça, uma subestação GIS é de facto a única opção para este espaço.

De ressaltar, no entanto, que do ponto de vista ambiental, se excluirmos os impactos da construção de ambas as soluções, a tecnologia GIS apresenta maiores riscos face à tecnologia AIS, nomeadamente pelo facto da redução de espaço ser garantida pela instalação de todos os equipamentos necessários dentro de compartimentos isolados a gás de hexafluoreto de enxofre (SF₆), sendo este prejudicial, em caso de fuga, para o meio ambiente. De qualquer forma, há a referir que os níveis de segurança implementados nas subestações GIS, garantem que raramente existe uma fuga de SF₆, não obstante e no caso de existir, a mesma é detetada inicialmente e a tempo de ser corrigida sem representar nenhum impacto relevante para o meio ambiente.

Otimização do espaço para a sua instalação

Conforme já referido no ponto anterior, a solução GIS é de facto aquela que apresenta uma menor necessidade de espaço para a sua implementação, podendo inclusive ser instalada dentro de um edifício.

Otimização de custos de construção e exploração

Do ponto de vista do custo de construção, uma das razões pela qual normalmente se opta pela construção de uma subestação AIS em detrimento de uma GIS, é efetivamente porque no cômputo geral, incluindo todos os equipamentos, trabalhos de construção civil e montagem, uma subestação AIS apresenta sempre um custo de construção bastante inferior ao de uma subestação GIS. A escolha de subestações GIS está normalmente relacionada com o facto dos locais de instalação serem reduzidos ou ser efetivamente necessário reduzir o impacto visual deste tipo de instalações, sendo, portanto, muito normal que dentro de cidades, a escolha recaia por subestações GIS.

Quanto ao custo de exploração, pode dizer-se que ambas as tecnologias apresentam baixos custos de exploração e manutenção, não sendo este um fator de decisão sobre uma ou outra solução.

Face ao exposto acima, pelo facto do Porto de Lisboa e o LCP estarem localizados numa zona nobre da cidade de Lisboa, pela relevância e cuidado arquitetónico do edificado nas

imediações do projeto e pelo pouco espaço existente para a construção de uma instalação com estas características, a tecnologia escolhida para este projeto foi a GIS.

3.7.2.2. LOCALIZAÇÃO

Por forma a poder iniciar o desenho de uma subestação apropriada a este projeto, é muito importante que seja realizada uma análise sobre a melhor localização possível para a mesma. Sabe-se, face à estimativa de consumos realizada anteriormente, que a subestação principal deverá ser localizada no centro de cargas, ou neste caso, como o consumo é desproporcional entre os diversos terminais, junto ao maior consumidor que é o LCP.

Após a análise detalhada de todas as possibilidades de localização, em conjunto com a APL, foi decidido que a subestação principal, bem como as subestações *shoreside* MT do LCP, ficarão localizadas no atual parque de estacionamento a este do edifício principal do LCP, conforme se pode visualizar na Figura 3.17 e no desenho “T2020-0359-01-PB-ELE-031-00” que faz parte das peças desenhadas do projeto e que podem ser consultadas no Anexo IV.



Figura 3.17-Localização da Subestação Principal

3.7.2.3. DESCRIÇÃO DA SUBESTAÇÃO

A Subestação (SE) 60/10 kV 50 MVA do Porto de Lisboa, será, como indicado anteriormente, alimentada por uma linha dedicada de 60 kV, proveniente do Posto de Seccionamento (PS) do Alto de S. João, E-Redes. Esta subestação será de carácter particular, enquanto a linha elétrica

de 60 kV será de serviço público e concessionada à E-Redes, atual operador da rede de distribuição.

A SE será do tipo interior, composta por dois escalões de tensão principais, um a 60 kV (nível AT) e outro a 10 kV (nível MT). A SE será essencialmente constituída por um edifício de dois pisos. Todos os equipamentos elétricos de AT, MT e BT, de proteção, comando e controlo, e os sistemas de alimentação serão instalados no interior do referido edifício. No piso superior, Piso 0, serão instalados o Posto Blindado de AT de 60 kV, o Quadro Metálico Blindado de MT de 10 kV, os armários dos serviços auxiliares e do SPCC, a Reatância de Neutro 10 kV, o Transformador de Serviços Auxiliares 10/0,4 kV e o Transformador de Potência 60/10 kV de 40/50 MVA (*ONAN/ONAF*), instalado em cela própria para o efeito. No piso inferior, Piso-1, serão realizadas todas as entradas e saídas de cabos elétricos AT, MT e BT que serão do tipo subterrâneo.

Esta subestação albergará igualmente o sistema de filtros para evitar a circulação de harmónicas na rede de distribuição, causados pelas cargas não lineares (sistemas de conversão de frequência), e que podem causar não só a deterioração da qualidade de energia (forma de onda e frequência), mas também dar origem as perdas nos diversos equipamentos da rede, tais como condutores e transformadores.

No trabalho desenvolvido no âmbito da presente dissertação, por consulta técnica a fabricantes, nomeadamente à Schneider Electric, considerou-se que o sistema de filtros se encontra incluído no Sistema de Conversão de Frequência. Contudo, dependendo da solução técnica final e do fabricante escolhido, este sistema poderá ter de ser instalado numa cela própria adicional no QMMT de 10 kV da SE.

O edifício proposto terá uma área bruta de construção de 710 m², desenvolver-se-á num único piso e será composto pelas seguintes salas:

- Sala do GIS 60 kV – 43 m²;
- Transformador de potência – 69 m²;
- Instalações sanitárias (WC) – 19 m²;
- Armazém – 17 m²;
- Sala técnica – 67 m²;

- Sala de média tensão – 263 m²;
- Sala do TSA – 13 m²;
- Três salas dos transformadores redutores das subestações *shoreside* MT – 3 x 22 m²;
- Três salas dos transformadores elevadores das subestações *shoreside* MT – 3 x 22 m².

Todos os equipamentos elétricos de AT, MT e BT, serão instalados no interior do referido edifício, conforme se pode visualizar na Figura 3.18 e no desenho “T2020-0359-01-PB-ELE-032” apresentado no Anexo IV. A preto estão representados os equipamentos correspondentes à primeira fase a instalar e que garantirão o perfeito funcionamento da instalação e a alimentação a um posto de alimentação MT a navios de cruzeiros, a vermelho e a azul estão representados os equipamentos que, dependendo do estudo económico a realizar, podem ser instalados numa segunda e terceira fase, permitindo desta forma a redução do investimento inicial.

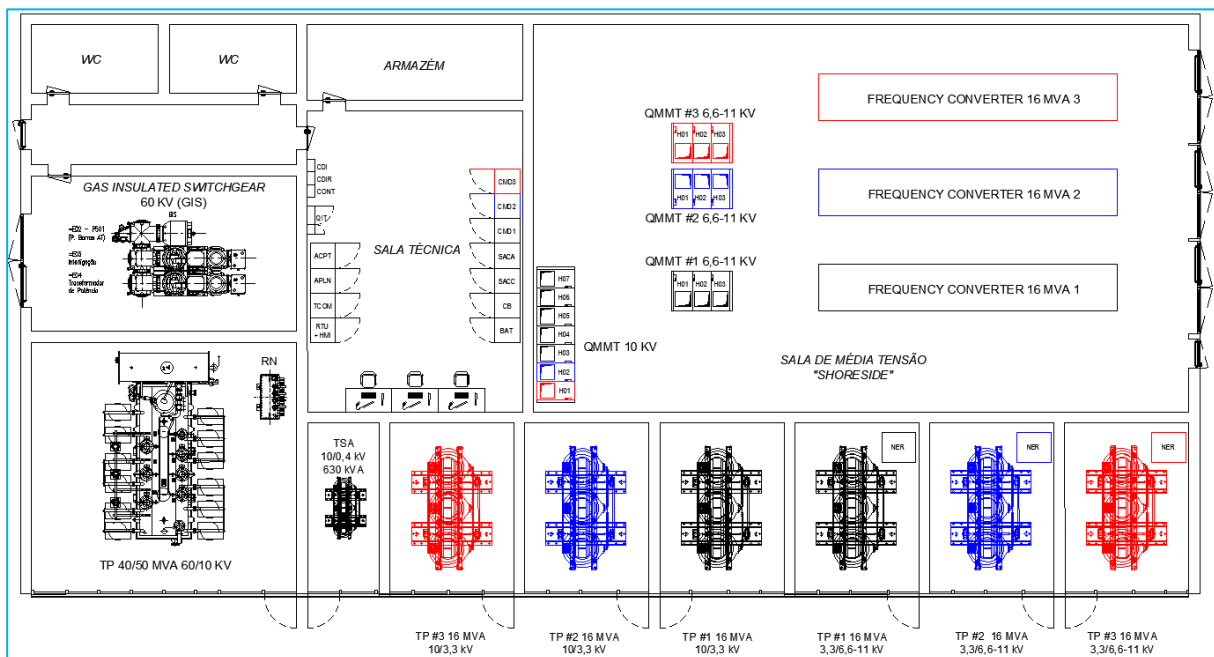


Figura 3.18-Disposição em planta dos equipamentos da Subestação Principal

O escalão de AT será composto por um Posto Blindado de 60 kV (adiante designado GIS 60 kV), isolado para uma tensão estipulada de 72,5 kV, de tecnologia GIS (*Gas Insulated Substation*), constituído por três (3) celas modulares, sendo uma (1) para a proteção ao Transformador de Potência, uma (1) para proteção da chegada de linha de 60 kV e outra para o potencial de barras.

Para a redução de tensão do escalão AT para o MT será instalado um Transformador de Potência hermético, isolado a óleo de 60/10 kV e 40/50 MVA (*ONAN/ONAF*), cuja função é a de reduzir a tensão de 60 para 10 kV, nível de tensão escolhido para a distribuição de energia deste projeto.

O escalão de MT será constituído por um Quadro Metálico Blindado de Média Tensão (QMMT) de 10 kV, isolado a gás SF₆, constituído por sete (7) celas modulares (no caso de não se considerar uma cela para o Sistema de Filtros), com barramento simples, isolado para uma tensão estipulada de 12 kV, com todos os equipamentos/sistemas constituintes de MT e BT dispostos no interior de compartimentos distintos e completamente fechados em todas as suas faces por divisórias metálicas.

Serão previstos sistemas de encravamentos elétricos entre os dois níveis de tensão, necessários ao funcionamento da instalação em condições de segurança e que impeçam a realização de falsas manobras da aparelhagem AT e MT. Deste modo, existirão conjuntos de encravamentos, para os níveis de tensão de AT e MT, destinados a garantir que a manobra de um aparelho esteja condicionada ao cumprimento de determinadas condições, tais como a posição de outros aparelhos da mesma cela ou de celas distintas do mesmo ou de outro quadro elétrico.

O regime de neutro considerado no escalão AT, será de neutro isolado, enquanto o escalão MT será de ligação através de criação de um neutro artificial, que será assegurada por uma reactância de neutro artificial de 10 kV.

O Sistema de Proteção, Comando e Controlo (SPCC) será baseado em equipamentos de tecnologia digital, aplicados de uma forma integrada, sendo constituído por uma Unidade Central que incluirá uma RTU e um Posto de Comando Local (PCL). Estes equipamentos serão interligados através da rede Ethernet em fibra ótica com as unidades de comando, controlo e proteção dos painéis do GIS de 60 kV e do QMMT de 10 kV.

O local de implantação da subestação classificou-se, para a definição de isoladores, caixas terminais e descarregadores de sobretensões exteriores, como um local com nível de poluição muito forte, de acordo com os níveis definidos na norma IEC 60815-1 [45], esta escolha deve-se à proximidade da instalação ao mar, o que representa níveis de poluição e oxidação muito

elevados. Esta classificação obrigará à utilização de aparelhagem elétrica com uma linha de fuga nominal específica mínima entre fase e terra de 31 mm/kV.

Na construção do edifício deverão ser adotadas medidas construtivas que permitam um nível de isolamento térmico de forma a garantir uma temperatura média interior entre os 15 °C e os 20 °C. De modo a melhorar o comportamento interior do edifício, será instalado um sistema de climatização com capacidade para manter no interior do mesmo, valores de temperatura e de humidade controlados.

3.7.2.4. CONDIÇÕES AMBIENTAIS

As condições ambientais de serviço previstas para a instalação, de acordo com o Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA), são as indicadas na Tabela 3.32.

Tabela 3.32-Condições ambientais [46]

CARACTERÍSTICAS	VALORES
Altitude	3 m
Temperatura máxima do ar ambiente	29,1 °C
Temperatura média máxima anual	22,4 °C
Temperatura mínima do ar ambiente	8,4 °C
Humidade relativa do ar máxima	95 %
Nível de poluição	Muito Forte

3.7.2.5. CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS GERAIS

A SE Principal terá as seguintes características elétricas gerais apresentadas na Tabela 3.33, compatíveis com as das redes elétricas de AT e MT que irá integrar, sendo que o escalão MT possui as mesmas características do escalão MT da Sala de Média Tensão, integrada na SE Principal, referente à Subestação *shoreside* MT.

Tabela 3.33-Características elétricas gerais da SE Principal

CARACTERÍSTICAS	ESCALÃO		
	AT	MT	SALA MT
<i>Número de Fases</i>	3	3	3
<i>Tensão Nominal (Un)</i>	60 kV	10 kV	6,6-11 kV
<i>Tensão máxima para os equipamentos (Um)</i>	72,5 kV	12 kV	12 kV
<i>Valor eficaz da corrente estipulada de curta duração (3s)</i>	25 kA	25 kA	25 kA
<i>Valor de pico da corrente estipulada de curta duração</i>	63 kA	63 kA	63 kA
<i>Frequência nominal</i>	50 Hz	50 Hz	50/60 Hz

CARACTERÍSTICAS	ESCALÃO		
	AT	MT	SALA MT
<i>Regime de Neutro</i>	Isolado	Impedante	Impedante

3.7.2.6. NÍVEIS DE ISOLAMENTO ESTIPULADOS

De acordo com o Regulamento de Segurança de Subestações e Postos de Transformação e de Seccionamento (RSSPTS) [47], os níveis mínimos de isolamento estipulados da aparelhagem e restantes partes sob tensão a adotar para o presente projeto são apresentados na Tabela 3.34.

Tabela 3.34-Níveis de isolamento estipulados para a aparelhagem AT e MT

CARACTERÍSTICAS	ESCALÃO		
	AT (kV)	MT (kV)	SALA MT (kV)
<i>Tensão Nominal (Un)</i>	60	10	6,6-11
<i>Tensão máxima de serviço (Um)</i>	72,5	12	12
<i>Valor estipulado da tensão suportável à frequência industrial (durante 1 min) (valor eficaz)</i>	140	28	28
<i>Valor estipulado da tensão suportável ao choque atmosférico (valor de pico)</i>	325	75	75

3.7.2.7. SEGURANÇA CONTRA CONTACTOS DIRETOS COM PEÇAS EM TENSÃO

No que respeita ao equipamento de AT e MT na subestação, nomeadamente ao que se refere ao QMMT e ao GIS 60 kV, o tipo de proteção adotada será o de “proteção por obstáculo”, que consiste essencialmente na colocação de todas as partes em tensão no interior dos diversos compartimentos completamente fechados e selados em SF6.

Este tipo de equipamento será dotado de um sistema de encravamentos que impedirá a realização de qualquer falsa manobra ou contacto acidental com peças em tensão. Complementarmente, os seus compartimentos serão dimensionados para resistirem a um arco no seu interior, sem permitirem a propagação dos seus efeitos aos compartimentos vizinhos, nem provocar lesões em pessoas que se encontrem nas suas imediações.

O critério adotado com vista à garantia dum elevado grau de segurança das pessoas que desempenham atividades/trabalhos na cela do Transformador de Potência 60/10 kV sob as mais diversas condições de exploração será o de “segurança por afastamento”, que consiste no cumprimento das distâncias de isolamento e de segurança recomendadas, através da

colocação dos condutores não isolados em tensão a distâncias que impossibilitem contactos acidentais diretos.

A disposição dos equipamentos AT e MT associados ao Transformador de Potência 60/10 kV efetuou-se de acordo com as recomendações e distâncias propostas no RSSPTS [47]. Na Tabela 3.35 apresentam-se as principais distâncias de isolamento e segurança considerados para o presente projeto:

Tabela 3.35-Distâncias de isolamento e segurança no ar para instalações interiores

TIPO DE DISTÂNCIAS MÍNIMAS	TENSÃO NOMINAL (Valor Eficaz)	
	60 kV	10 kV
<i>Distância de isolamento Fase-Fase ou Fase-Terra (d)</i>	470 mm	125 mm
<i>Distância partes ativas ao solo (d+1cm/kV), mínimos 2500mm</i>	2800 mm	2500 mm
<i>Distância a tetos, paredes, pavimentos, ou peças metálicas ligadas à terra ou a outra fase (d)</i>	470 mm	125 mm
<i>Distância a portas ou vedações (d+100)</i>	570 mm	225 mm
<i>Distância a cancelas de chapa ou de rede, ou balaustradas (d+1000)</i>	1470 mm	1125 mm

3.7.2.8. POSTO BLINDADO GIS DE 60 kV

O Escalão de 60 kV da subestação será estabelecido por um Posto Blindado de 60 kV (GIS 60 kV), constituído por barramento simples dimensionado para uma corrente nominal de 1250 A e para um valor eficaz de corrente de curta duração de 25 kA, durante 3s.

O GIS 60 kV será de montagem interior, isolado a gás SF6, constituído por 3 celas modulares, equipadas com disjuntores fixos de corte em atmosfera SF6 e seccionadores de linha e de terra com poder de fecho para a corrente de pico estipulada de curta duração.

O GIS 60 kV será constituído pelas seguintes celas modulares:

- Uma (1) cela de Chegada de Linha;
- Uma (1) cela de Potencial de Barras;
- Uma (1) cela de Transformador de Potência 60/10 kV.

A constituição das celas que constituem o GIS 60 kV relativamente à aparelhagem que neles se encontra montada é estabelecido no esquema unifilar geral da subestação, plano “T2020-0359-01-PB-ELE-001-00” e que pode ser encontrado no Anexo IV deste documento.

3.7.2.8.1. CORRENTES NOMINAIS E DE CURTA DURAÇÃO

As correntes nominais para os quais serão dimensionadas as celas e os barramentos do GIS 60 kV são as indicadas na Tabela 3.36.

Tabela 3.36-Correntes nominais painéis AT

CELA	CORRENTE DE SERVIÇO	CORRENTE NOMINAL
<i>Barramento AT</i>	482 A	1250 A
<i>Linha AT</i>	482 A	1250 A
<i>Transformador de potência (TP)</i>	482 A	1250 A
<i>Potencial de barras AT</i>	Não aplicável	Não aplicável

Todo o GIS 60 kV e todos os equipamentos que o constituem serão dimensionados para um valor eficaz de corrente de curta duração de 25 kA, durante 3s.

3.7.2.8.2. TRANSFORMADORES DE CORRENTE AT

Os transformadores de corrente AT que equiparão as celas que constituem o GIS 60 kV terão as características elétricas definidas na Tabela 3.37.

Os valores das potências dos enrolamentos secundários dos transformadores de corrente, referidas no quadro respetivo deverão, em função do projeto dos Sistemas de Proteção, Comando e Controlo (SPCC), ser alterados para valores ajustados às suas cargas. Esses valores serão no máximo 25% superiores aos valores da potência das cargas alimentadas pelos respetivos enrolamentos.

Tabela 3.37- Características principais dos transformadores de corrente AT

CARACTERÍSTICAS	PAINEL LINHA	PAINEL TRANSFORMADOR
<i>Relação de Transformação</i>	600/1-1A	600/1-1A
<i>Valor da corrente estipulada de curta duração (valor eficaz)</i>	25 kA (3s)	25 kA (3s)
<i>Enrolamento secundário contagem</i>	1x	0x
<i>Potência de precisão</i>	2,5 VA	-
<i>Classe de precisão</i>	0,2s	-
<i>Fator de segurança (FS)</i>	5	-
<i>Enrolamento secundário medida</i>	0x	1x
<i>Potência de precisão</i>	-	10 VA
<i>Classe de precisão</i>	-	0,5
<i>Fator de segurança (FS)</i>	-	5
<i>Enrolamento secundário proteção</i>	1x	1x
<i>Potência de precisão</i>	30 VA	30 VA

CARACTERÍSTICAS	PAINEL LINHA	PAINEL TRANSFORMADOR
<i>Classe de precisão</i>	5 P	5 P
<i>Fator de segurança (FS)</i>	20	20

3.7.2.8.3. TRANSFORMADOR DE TENSÃO AT

Os transformadores de tensão AT que equiparão as celas que constituem o GIS 60 kV terão as características elétricas definidas na Tabela 3.38.

Os valores das potências dos enrolamentos secundários dos transformadores de tensão, referidas no quadro respectivo deverão, deverão, em função do projeto do SPCC e do Sistema de Telecontagem, ser alterados para valores ajustados às suas cargas. Esses valores serão no máximo 50% superiores aos valores da potência das cargas por eles alimentadas pelos respectivos enrolamentos.

Tabela 3.38- Características principais dos transformadores de tensão AT

CARACTERÍSTICAS	PAINEL LINHA	PAINEL POTENCIAL DE BARRAS
<i>Tensão primária nominal</i>	60/√3 kV	60/√3 kV
<i>Enrolamento secundário Nº1</i>	1x	0x
<i>Tensão nominal</i>	100/√3 V	-
<i>Potência de precisão</i>	10 VA	-
<i>Classe de precisão</i>	0,2	-
<i>Enrolamento secundário Nº2</i>	1x	1x
<i>Tensão nominal</i>	100/√3 V	100/√3 V
<i>Potência de precisão</i>	10 VA	10 VA
<i>Classe de precisão</i>	0,5/3P	0,5/3P
<i>Enrolamento secundário - tensão residual</i>	1x	1x
<i>Tensão nominal</i>	100/3 V	100/3 V
<i>Potência de precisão</i>	120 VA	120 VA
<i>Classe de precisão</i>	3 P	3 P

3.7.2.9. TRANSFORMADOR DE POTÊNCIA

O transformador de potência AT/MT (TP) a instalar será de montagem exterior, trifásico, com enrolamentos com isolamento uniforme, separados, em cobre, imersos em óleo mineral, devendo cumprir as normas nacionais e internacionais aplicáveis. Este TP apresentará uma configuração para uma potência de 40 MVA em regime ONAN (*Oil Natural Air Natural*) e 50 MVA em regime ONAF (*Oil Natural Air Forced*).

O TP a instalar apresentará as características elétricas definidas na Tabela 3.39.

Tabela 3.39- Características principais do Transformador de Potência AT/MT

CARACTERÍSTICAS	VALOR
<i>Potência nominal</i>	40/50 MVA
<i>Relação de transformação</i>	60/10 kV
<i>Regulação de transformação</i>	Comutador de regulação em carga (60 kV \pm 12 \times 1,25%)
<i>Tensão de curto-circuito da tomada principal</i>	12,5% (ONAN)
<i>Grupo de ligação</i>	YNd11
<i>Tipo de refrigeração</i>	Óleo Natural Ar Forçado (ONAF)

3.7.2.10. QUADRO METÁLICO BLINDADO DE MT (QMMT)

O escalão de 10 kV da subestação será constituído por um quadro metálico blindado de 10 kV (QMMT), do tipo “Metal-Clad”, “Metal-Enclosed” e “Gas-Insulated”, isolado para 12 kV, constituído por um barramento dimensionado para uma corrente nominal de 3150 A e para um valor eficaz de corrente de curta duração de 25 kA, durante 3 s.

O QMMT será de montagem interior, isolado em SF6, constituído por celas modulares equipadas com disjuntores fixos de corte no vácuo e seccionadores de terra com poder de fecho para a corrente de pico estipulada de curta duração.

O QMMT 10 kV será constituído pelas seguintes celas modulares:

- Uma (1) cela de chegada do Transformador de Potência 60/10 kV + TT's de Barra;
- Três (3) celas de saída para os Transformadores das Subestações *Shoreside* MT;
- Duas (2) celas de saída para os Postos de Seccionamento 10 kV;
- Uma (1) cela de saída para o Transformador de Serviços Auxiliares 10/0,4 kV.

A constituição das celas que constituem o QMMT 10 kV relativamente à aparelhagem que neles se encontra montada é estabelecido no esquema unifilar geral da subestação, plano “T2020-0359-01-PB-ELE-001-00” e que pode ser encontrado no Anexo IV deste documento.

3.7.2.10.1. CORRENTES NOMINAIS E DE CURTA DURAÇÃO

As correntes nominais para os quais serão dimensionados as celas e barramentos do QMMT 10 kV são a indicadas na Tabela 3.36.

Tabela 3.40-Correntes nominais painéis MT

CELA	CORRENTE DE SERVIÇO	CORRENTE NOMINAL
<i>Barramento AT</i>	2886 A	3150 A
<i>Transformador de potência (TP)</i>	2886 A	3150 A
<i>Saída SE's Shoreside</i>	924 A	1250 A
<i>Saída Postos Seccionamento</i>	635 A	1250 A
<i>Saída TSA</i>	36 A	1250 A

Todo o QMMT 10 kV e todos os equipamentos que o constituem serão dimensionados para um valor eficaz de corrente de curta duração de 25 kA, durante 3 s.

3.7.2.10.2. TRANSFORMADORES DE CORRENTE MT

Os transformadores de corrente que equipam as celas que constituem o QMMT terão as características elétricas apresentadas na Tabela 3.41.

Os valores das potências dos enrolamentos secundários dos transformadores de corrente, referidas na tabela respectiva deverão, em função do projeto do SPCC e do sistema de telecontagem, ser alterados para valores ajustados às suas cargas. Esses valores serão no máximo 25% superiores aos valores da potência das cargas alimentadas pelos respectivos enrolamentos.

Tabela 3.41- Características principais dos transformadores de corrente MT

CARACTERÍSTICAS	CHEGADA TRANSFORMADOR	SAÍDA SE's SHORESIDE E PS	SAÍDA TSA
<i>Relação de Transformação</i>	3000/1-1A	500-1000/1-1A	50/1-1A
<i>Valor da corrente estipulada de curta duração (valor eficaz)</i>	25 kA (3s)	25 kA (3s)	25 kA (3s)
<i>Enrolamento secundário contagem</i>	0x	0x	0x
<i>Potência de precisão</i>	-	-	-
<i>Classe de precisão</i>	-	-	-
<i>Fator de segurança (FS)</i>	-	-	-
<i>Enrolamento secundário medida</i>	1x	1x	1x
<i>Potência de precisão</i>	10 VA	10 VA	10 VA
<i>Classe de precisão</i>	0,5	0,5	0,5
<i>Fator de segurança (FS)</i>	5	5	5
<i>Enrolamento secundário proteção</i>	1x	1x	1x
<i>Potência de precisão</i>	30 VA	30 VA	30 VA
<i>Classe de precisão</i>	5 P	5 P	5 P
<i>Fator de segurança (FS)</i>	20	20	20

3.7.2.10.3. TRANSFORMADOR DE TENSÃO MT

Os transformadores de tensão MT que equiparão as celas que constituem o QMMT 10 kV terão as características elétricas definidas na Tabela 3.42.

Os valores das potências dos enrolamentos secundários dos transformadores de tensão, referidas no quadro respectivo deverão, deverão, em função do projeto do SPCC e do Sistema de Telecontagem, ser alterados para valores ajustados às suas cargas. Esses valores serão no máximo 50% superiores aos valores da potência das cargas por eles alimentadas pelos respectivos enrolamentos.

Tabela 3.42- Características principais dos transformadores de tensão MT

CARACTERÍSTICAS	SAÍDA POSTOS SECCIONAMENTO	BARRAMENTO
<i>Tensão primária nominal</i>	10/ $\sqrt{3}$ kV	10/ $\sqrt{3}$ kV
<i>Enrolamento secundário</i>	1x	1x
<i>Tensão nominal</i>	100/ $\sqrt{3}$ V	100/ $\sqrt{3}$ V
<i>Potência de precisão</i>	20 VA	20 VA
<i>Classe de precisão</i>	0,5/3P	0,5/3P
<i>Enrolamento secundário - tensão residual</i>	1x	1x
<i>Tensão nominal</i>	100/3 V	100/3 V
<i>Potência de precisão</i>	50 VA	50 VA
<i>Classe de precisão</i>	3 P	3 P

3.7.2.11. REATÂNCIA DE NEUTRO (RN)

A reatância limitadora da corrente de defeito à terra, normalmente designada por reatância de neutro (RN) a instalar será de montagem interior, trifásica, com enrolamentos com isolamento uniforme, separados, em cobre, imersos em óleo mineral, herméticos à penetração do ar exterior. A RN a instalar apresentará as características elétricas indicadas na Tabela 3.43.

Tabela 3.43- Características principais da Reatância de Neutro

CARACTERÍSTICAS	VALOR
<i>Tensão nominal (U_n)</i>	10 kV
<i>Tensão máxima (U_m)</i>	12 kV
<i>Corrente estipulada de curta duração do neutro – $3xI_0$</i>	1000 A (5s)
<i>Impedância homopolar (Z_0)</i>	52 Ω
<i>Grupo de ligação</i>	ZN
<i>Tipo de refrigeração</i>	Óleo Natural Ar Natural (ONAN)

Ao neutro da RN, descrita anteriormente, será associada um transformador de corrente do tipo toroidal, para a respetiva proteção, com as características indicadas na Tabela 3.44.

Tabela 3.44- Características principais do transformador de corrente toroidal para neutro da RN

CARACTERÍSTICAS	VALOR
<i>Relação de Transformação</i>	50/1A
<i>Enrolamento secundário proteção</i>	1x
<i>Potência de precisão</i>	2,5 VA
<i>Classe de precisão</i>	5 P
<i>Fator de segurança (FS)</i>	20

3.7.2.12. TRANSFORMADOR DE SERVIÇOS AUXILIARES (TSA)

O transformador de serviços auxiliares (TSA) a instalar será de montagem interior, trifásico, do tipo seco, com enrolamentos com isolamento uniforme, separados e em cobre. O TSA a instalar apresentará as características elétricas indicadas na Tabela 3.45.

Tabela 3.45- Características principais do Transformador de Serviços Auxiliares

CARACTERÍSTICAS	VALOR
<i>Potência nominal</i>	630 kVA
<i>Relação de transformação</i>	10/0,4 kV
<i>Regulação de transformação</i>	Comutador de regulação fora de carga ($Un \pm 2 \times 2,5 \%$)
<i>Tensão de curto-circuito da tomada principal</i>	5%
<i>Grupo de ligação</i>	Dyn11
<i>Tipo de refrigeração</i>	Ar Natural

3.7.2.13. REDE DE TERRAS

A rede geral de terras será concebida de forma a constituir uma rede equipotencial, reduzindo os riscos de tensões de passo e de contacto e limitando-as a valores não perigosos, em caso de defeito à terra.

A rede geral de terras será um conjunto interligado formado por:

- Terra de proteção, destinada a contribuir para a segurança das pessoas nas proximidades de um objeto metálico da instalação suscetível de colocação acidental sob tensão em caso de defeito de isolamento;
- Terra de serviço, destinada a influenciar o comportamento da rede em caso de defeito à terra.

A subestação será dotada de uma rede de terras única, reunindo as funções de terra de serviço e de proteção. A rede geral de terras será essencialmente constituída por uma malha de terras subterrânea e por um circuito de terra à superfície, ligados entre si de através de ligadores amovíveis, também designados por repartidores de terra.

A rede de terras subterrânea será constituída por uma malha em cabo de cobre nu de secção de 95 mm², enterrado em vala à profundidade mínima de 0,8m ou abaixo das fundações quando aplicável. A malha será formada por troços de cabo longitudinais e transversais, que se estenderão de um lado ao outro da instalação, numa quadrícula com um máximo de cerca de 2 m de lado, cobrindo todo o recinto da subestação de modo a garantir a não existência de tensões de passo perigosas, não podendo apresentar descontinuidades ou emendas, sendo formados por apenas um troço de cabo. A interligação entre os vários troços longitudinais e transversais será assegurada por ligadores de aperto por compressão, do tipo "C".

Na malha anteriormente descrita serão introduzidos e ligados quatro (4) eléctrodos em aço cobreado de 254 µm, com um diâmetro 16mm e 6m de comprimento, dispostos na vertical, em caixas de visita localizadas nos extremos da malha. A ligação do eléctrodo com o condutor de cobre nu será executada através de abraçadeiras adequadas para o efeito.

O dimensionamento da rede de terras subterrânea a instalar na SE baseou-se na norma IEEE Std 80-2013 [48]. Para o efeito, utilizou-se o programa computacional *Safegrid Earthing*. A utilização deste software permitiu uma análise mais detalhada e exata, nomeadamente, na determinação da resistência da rede de terras, cujo objetivo é que seja inferior a 1ohm, e na verificação das tensões de contacto e de passo, cumprindo assim com as recomendações expressas na norma IEEE Std 80-2013 [48] e no regulamento de segurança de subestações e postos de transformação e seccionamento [47].

O dimensionamento da rede de terras subterrânea dependerá de vários fatores, condicionados essencialmente pela localização da subestação e do sistema elétrico no qual a subestação será integrada. Na Tabela 3.46 são apresentados os parâmetros assumidos para o dimensionamento da rede de terras subterrânea da Subestação Principal e Subestações *Shoreside* MT.

Tabela 3.46-Parâmetros de dimensionamento da rede de terras subterrânea

PARÂMETRO	SÍMBOLO	VALOR
<i>Corrente de defeito à terra</i>	I_f	12,9 kA [41]
<i>Duração do defeito (tempo de atuação das proteções)</i>	t_f	0,5 s
<i>Resistividade do solo (valor estimado)</i>	ρ	100 Ω .m
<i>Resistência do corpo humano (IEEE Std80-2013)</i>	R_B	1000 Ω
<i>Profundidade de enterramento da malha de terra</i>	H	0,8 m
<i>Espessura da camada superficial de proteção (Betuminoso – Exterior do edifício)</i>	h_s	0,1 m
<i>Resistividade da camada superficial de betuminoso (com base nos valores de referência da norma IEEE Std 80-2013)</i>	ρ_s	10000 Ω .m [48]
<i>Área total ocupada pela rede de terras</i>	A	2016 m ²
<i>Comprimento total do cabo da malha de terras</i>	L_C	2132 m
<i>Comprimento total de elétrodos verticais</i>	L_R	24m (4x6m)
<i>Comprimento total efetivo de condutores da rede de terras, incluindo cabos e elétrodos</i>	L_T	2156 m

Por se desconhecer a corrente de defeito à terra no PS do Alto de S. João da E-Redes, considerou-se de forma conservadora a corrente de defeito máxima no nível de 63 kV da Subestação 220/63 kV de Alto São João - REN, de acordo com o documento “Caracterização da rede nacional de transporte para efeitos de acesso à rede” [41].

Com base nas condições atrás apresentadas foram calculados os valores da resistência, das tensões de contacto e de passo esperadas para a rede geral de terras da Subestação, cujo cálculo detalhado pode ser consultado no Anexo III da presente dissertação.

Na Figura 3.19 pode ser encontrada a rede de terras estimada para a subestação principal e subestações *shoreside* MT a construir no terminal de cruzeiros do Porto de Lisboa.

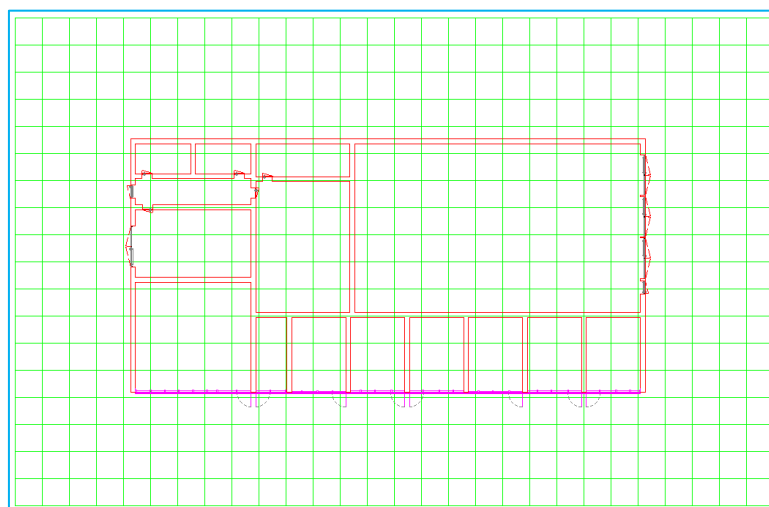


Figura 3.19-Rede de Terras da SE Principal

Perante os resultados obtidos através do *Software Safegrid*, verificou-se que é esperada uma resistência global da rede de terras de aproximadamente $0,939 \Omega$, inferior ao valor de 1Ω requerido no RSSPTS [47]. Verifica-se também que não serão esperadas, dentro das instalações, tensões de contacto e de passo superiores ao valor admissível pelo corpo humano. Todavia, verificou-se, através das simulações realizadas, que poderão eventualmente existir tensões de contacto nos limites da malha de terras, devendo garantir-se que nesta zona não são instaladas estruturas metálicas que possam colocar em perigo qualquer indivíduo que circule nessa zona.

Na Figura 3.20 pode analisar-se graficamente a magnitude e localização das tensões de passo esperadas, verificando-se que as mesmas são em toda a área inferiores às máximas admitidas pelo corpo humano, cujo valor é de 6519 V.

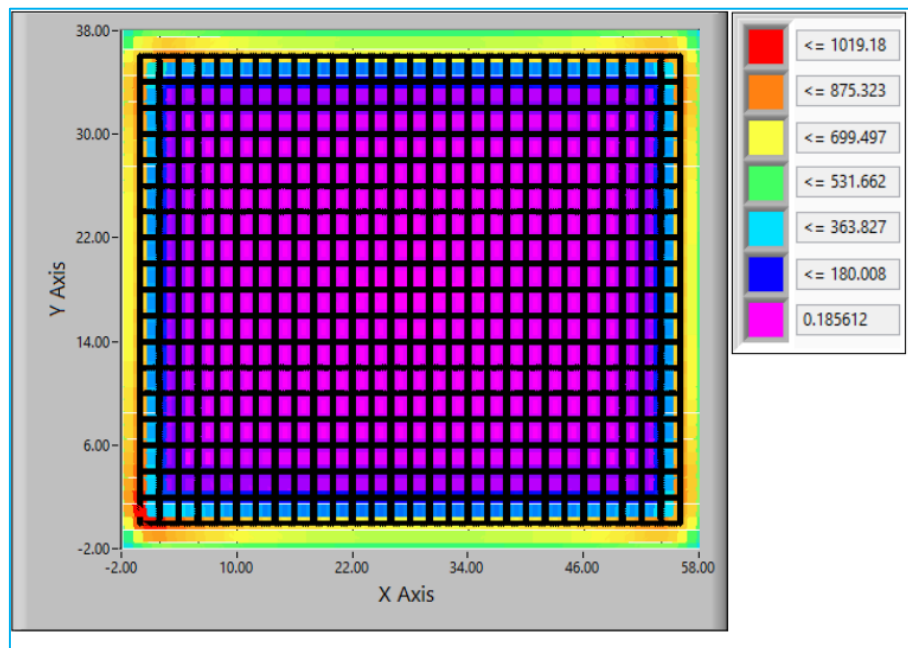


Figura 3.20-Tensões de passo esperadas na subestação

Na Figura 3.21 pode encontrar-se a representação gráfica das tensões de contacto perigosas esperadas na área da subestação. Como é possível visualizar, no interior das instalações não são esperadas tensões de contacto superiores às admissíveis pelo corpo humano que assumem o valor máximo de 1745 V. Verificam-se, no entanto, alguns problemas no limite da instalação, devendo por isso limitar-se a instalação de estruturas metálicas nessa zona.

Alerta-se, no entanto, que os cálculos realizados foram conservadores, não tendo sido considerado, por não ser conhecido, o valor de defeito à terra esperado na instalação a

construir. No entanto, de acordo com a experiência na realização de projetos similares a este, a magnitude da corrente de defeito esperada será bastante inferior ao considerado neste cálculo.

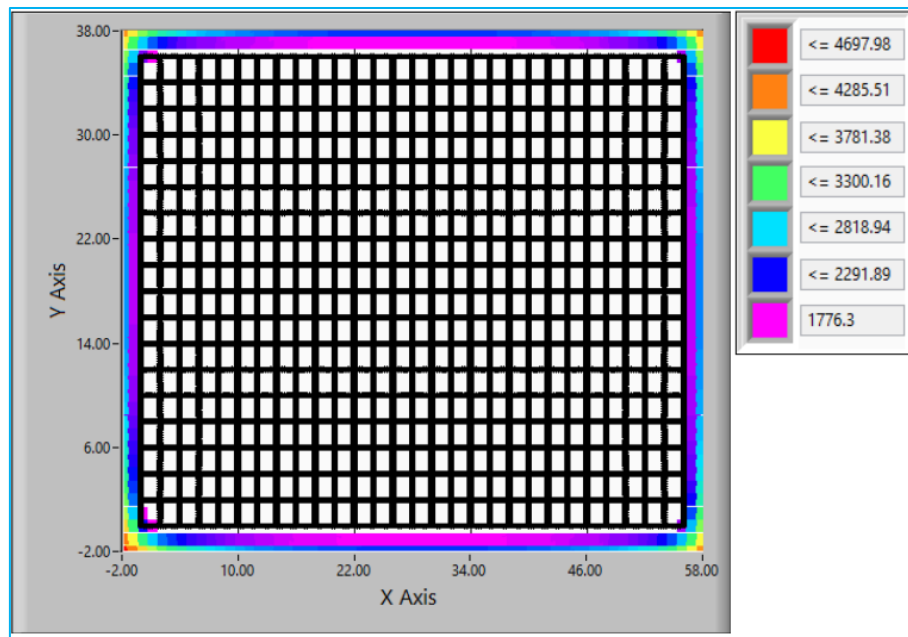


Figura 3.21-Tensões de contacto perigosas esperadas na subestação

À rede de terras subterrânea serão ligados repartidores no interior do edifício da subestação. Estes repartidores, que constituirão a “interface” com a rede de terras exterior, serão derivados da rede de terras subterrânea, a partir de ligação dupla realizada em cobre nu de 95 mm², protegido por tubo VD com 50 mm de diâmetro até à superfície, ou através de condutor de cobre isolado de 95 mm².

A partir destes repartidores principais será desenvolvida a rede de terras exterior, distribuída por todo o edifício assegurando a equipotencialização de todas as massas metálicas da instalação que não estejam em tensão, nomeadamente:

- Portas e portões metálicos interiores e exteriores;
- Armários, quadros e chassis metálicos;
- Barramentos de terra dos quadros metálicos de AT, de MT e de BT;
- Armaduras metálicas dos cabos de AT, MT e BT;
- Equipamentos BT com estrutura metálica;
- Terminais de terra de toda a aparelhagem de AT, de MT e de BT;

- Neutros da reatância limitadora de neutro;
- Descarregadores de sobretensão,
- Seccionadores de terra;
- Armaduras metálicas embebidas em betão do edifício da subestação;
- Estruturas metálicas de apoio dos cabos e equipamentos de AT, de MT e de BT.
- Caminhos de cabos, esteiras ou calhas quando metálicas;
- Antena do sistema de receção "G.P.S." do sinal de sincronização horária;
- Baixadas do para-raios.

As ligações entre condutores ou barra de cobre com estruturas metálicas, realizadas à superfície, serão executadas através de ligadores em bronze com características e dimensões adequadas, enquanto que as ligações entre condutores ou barra de cobre com estruturas em alumínio serão executadas através de ligadores bimetálicos, também com características e dimensões adequadas.

O anel exterior de terra a instalar no interior da subestação será constituído barra de cobre de 40x5mm, fixa às paredes através de isoladores apropriados, integrando repartidores secundários distribuídos sempre que necessário, para que sejam efetuadas as ligações de terra de todas as massas metálicas descritas anteriormente.

3.7.2.14. **PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS**

A subestação será protegida contra descargas atmosféricas diretas por meio de um para-raios do tipo ionizante não radioativo (captura por "avanço à ignição"), de acordo com a norma NP 4426-2013: "Proteção contra descargas atmosféricas – sistemas de proteção com dispositivo de ionização não radioativo" [49], instalado na cobertura, ligado à terra através de duas baixadas exteriores ao edifício.

Para conceção do sistema de para-raios e avaliação das zonas envolventes de proteção do mesmo, considerou-se o nível de proteção I definido na NP 4426 [49]. Considerou-se ainda que o para-raios ionizante a instalar, apresentará um tempo de avanço à ignição mínimo de 60 μ s.

3.7.2.14.1. CAPTOR

O sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA) será constituído por um para-raios ionizante do tipo IONIFLASH MACH 60, ou equivalente, com tempo de avanço à ignição de 60 μ s, testados até 200 kA (na onda 10/350 μ s), de acordo com a NP4426:2013 [49].

O captor deverá ser constituído em aço inox 316L, garantindo uma elevada resistência à corrosão. De forma a garantir características superiores de fiabilidade e durabilidade, serão isentos de elementos eletrónicos e o seu princípio de funcionamento terá como base a tecnologia tipo dielétrico.

O elemento captor será instalado em mastro com uma altura total de 3 m por forma a garantir um raio de proteção de 47 m. Deverá ser confirmado que este conjunto de captor e mastro será instalado pelo menos 2 metros acima de qualquer outra estrutura a proteger. O mastro será fixo à cobertura do edifício através de uma base de suporte em aço inox com respetivas buchas e parafusos e interligados com as baixadas por meio de abraçadeiras em aço inox.

3.7.2.14.2. BAIXADAS

O traçado da prumada do condutor de descarga deverá ser o mais retilíneo possível evitando-se ao máximo o aparecimento de ângulos ou curvas pronunciadas entre o elemento captor e as ligações à terra previstas.

Serão realizadas duas baixadas de acordo com a norma NP4426 [49]. Será utilizado condutor plano maciço \varnothing 8mm em cobre revestido com uma camada de estanho. Para fixação do condutor na fachada e na cobertura serão utilizados “clips” em aço inox a uma razão de 3 fixações por metro linear de condutor.

Será instalado em cada prumada a 2,10 m do pavimento um ligador amovível em aço inox como ponto de medição da resistência de terra, lateralmente a este será colocada uma placa em polietileno com inscrição “PARA-RAIOS”, o símbolo eletrotécnico de terra e campos para marcação da data de instalação e próxima manutenção.

Com vista ao cumprimento da periodicidade de manutenção de acordo com as recomendações da NP 4426 [49], na base do mastro do para-raios, será instalado um contador

de descargas inteligente, com comunicação Bluetooth e aplicação para smartphone que possibilita o acesso aos dados registrados. Com capacidade de registro da data, hora e valor de corrente das descargas atmosféricas, autoteste e controle de manutenção do sistema, de acordo com o nível de proteção definido para a instalação. A baixada será protegida mecanicamente por uma calha com 2 metros em aço inox.

3.7.2.14.3. ELÉTRODO DE TERRA DO PARA-RAIOS

Será instalado um elétrodo de terra por baixada a uma profundidade não inferior a 0,8m.

Estes serão do tipo pata de galo constituídos por três piquet's, L2 m $\varnothing 5/8''$, em aço com um revestimento de cobre eletrolítico de 250 μm colocado sobre uma camada de níquel.

Em cada elétrodo de terra será instalada uma caixa de visita em plástico 285x240x205 mm com uma barra coletora em cobre para ligação do elétrodo de terra do para-raios à rede geral de terras subterrânea.

Para orientação das varetas serão instaladas patas de galo constituídas por troços de condutor redondo de $\varnothing 8\text{mm}$ em cobre revestido com uma camada de estanho. Estes elétrodos serão também interligados com a malha geral de terras da subestação.

Deverá ser medido o valor de resistência de terra de cada elétrodo independente da ligação com a rede de terras da subestação. Se estes apresentarem um valor superior a 10Ω , os elétrodos deverão ser reforçados com a colocação de mais varetas em profundidade ou, caso necessário, deverão ser utilizados produtos de melhoria das terras.

3.7.2.15. PROTEÇÃO CONTRA SOBRETENSÕES

Uma vez que a interligação da SE Principal com o exterior, é realizada através de ligações subterrâneas ao nível dos 60 e dos 10 kV, não se prevê necessária a instalação de dispositivos de proteção contra sobretensões, nomeadamente descarregadores de sobretensões.

O Transformador de Potência 60/10 kV será objeto de proteção especial através da montagem de descarregadores de sobretensões cuja função será a de limitar as sobretensões incidentes a valores compatíveis com os níveis de isolamento da aparelhagem a proteger. Estes

descarregadores de sobretensões serão montados no escalão AT e no escalão MT, do tipo óxido de zinco (ZnO) sem explosores, constituídos por uma só unidade de descarregador com um invólucro em material polimérico de silicone. Estes descarregadores devem possuir um dispositivo limitador de pressão, de forma a evitar a rotura explosiva do invólucro devido à passagem prolongada de uma corrente de defeito ou de um contornamento no interior do descarregador, e possuir um dispositivo de sinalização (indicação de avaria) detetável e visível à distância, que forneça uma indicação visual, e sem ambiguidade, de que o equipamento está avariado.

Entre os descarregadores de sobretensões e a rede geral de terras serão intercalados equipamentos de monitorização de descargas (contadores de descargas), permitindo nomeadamente, através de um sistema de contagem à base de dígitos numéricos, a contagem de descargas dos descarregadores e a leitura do valor da corrente de fuga.

Para a seleção dos descarregadores de sobretensões, recorreu-se ao documento normativo da E-Redes “DMA-C65-110/N-MATERIAIS PARA PROTEÇÃO DE REDES- Descarregadores de sobretensões de óxido de zinco sem explosores para redes de corrente alternada” [50]. As características dos descarregadores de sobretensões a instalar são apresentadas na Tabela 3.47.

Tabela 3.47- Características dos descarregadores de sobretensões AT e MT

CARACTERÍSTICAS	DST 60 KV FASE-TERRA	DST 60 KV NEUTRO-TERRA	DST 10 KV FASE-TERRA
<i>Tensão estipula (Ur)</i>	≥ 72 kV	≥ 44 kV	≥ 12.0 kV
<i>Tensão de operação contínua (UC)</i>	≥ 44 kV	P/ fabricante	≥ 7,3 kV
<i>Corrente nominal de descarga (In)</i>	10 kA	10 kA	10 kA
<i>Classe de descarga</i>	2	2	2

Os sistemas de alimentação de baixa tensão serão protegidos por sistemas de proteção contra sobretensões. Na alimentação de corrente alternada deverá ser prevista a instalação de três níveis de proteção (nível de proteção de alta capacidade, nível de proteção primária, ou média e nível de proteção secundária, ou fina) e na alimentação de corrente contínua deverão ser instalados dois níveis de proteção (nível de proteção de alta capacidade, nível de proteção primária, ou média).

3.7.2.16. BARRAMENTOS, DERIVAÇÕES E ACESSÓRIOS PARA LIGAÇÃO DE APARELHAGEM AT E MT

3.7.2.16.1. LIGAÇÃO DO TRANSFORMADOR DE POTÊNCIA 60/10 kV

Os condutores que materializam as ligações entre as travessias dos transformadores e os cabos isolados de AT e MT foram dimensionados de forma a suportar as correntes de serviço contínuo, resistir aos esforços térmicos e eletromecânicos das correntes de curto-circuito previsíveis de os percorrerem, de acordo com os métodos e recomendações das normas IEEE Std 605 [51] e IEC 60865-1 [52].

A ligação entre as travessias dos transformadores e os cabos isolados de AT e MT, materializadas através de barra de cobre, serão realizadas com o auxílio de estruturas metálicas, devidamente dimensionadas para o seu peso próprio, o peso dos acessórios de ligação, peso dos cabos de AT e de MT e para os esforços eletrodinâmicos que possam estar sujeitas durante a ocorrência de um curto-circuito. As ligações entre o barramento e os acessórios serão realizadas através de ligadores e parafusaria apropriada em tipo e dimensão.

Os barramentos AT e MT em barra de cobre, apoiados em isoladores de suporte (com as características apresentadas na secção 3.7.2.17), apresentarão as características indicadas na Tabela 3.48 de acordo com o *Switchover Manual* da ABB [53].

Tabela 3.48- Características da barra de cobre [53]

CARACTERÍSTICAS	BARRAS 60 kV	BARRAS 10 kV
<i>Liga</i>	Cu-ETP R300	Cu-ETP R300
<i>Largura</i>	60 mm	200 mm
<i>Espessura</i>	10 mm	10 mm
<i>Secção</i>	600 mm ²	2000 mm ²
<i>Densidade específica</i>	8,9 kg/dm ³	8,9 kg/dm ³
<i>Condutividade elétrica (20°C)</i>	48 m/Ωmm ²	48 m/Ωmm ²
<i>Resistência elétrica específica (20°C)</i>	0,0178 Ω mm ² /m	0,0178 Ω mm ² /m
<i>Massa por unidade de comprimento</i>	5,33 kg/m	17,8 kg/m
<i>Módulo de elasticidade final</i>	110000 N/mm ²	110000 N/mm ²
<i>Tensão mecânica correspondente ao limite elástico</i>	260 N/mm ²	260 N/mm ²
<i>Corrente suportável em regime permanente</i>	1180 A (pintada)	3290 A (pintada)
<i>Corrente suportável em regime de curto-circuito</i>	42,8 kA (3s)	156,8 kA (3s)

3.7.2.16.2. LIGADORES AT E MT

Todos os ligadores de AT e MT, necessários para estabelecer a ligação entre condutores, e entre estes e os terminais da aparelhagem, deverão ser desenhados para a tensão em que serão aplicados, as correntes nominais e de curto-circuito relativos à ligação que estão a efetuar.

O aperto dos ligadores deve ser efetuado por parafusos ou estribos de aço inoxidável, com rosca métrica, de alta resistência mecânica e possuidores de características técnicas, tais que os aquecimentos admissíveis não conduzam a afrouxamento ou solicitações de aperto de contacto que ponham em perigo a segurança de funcionamento dos ligadores.

Devem ser utilizados parafusos de maior diâmetro possível, para melhor repartição de esforços, permitindo que os parafusos trabalhem a uma carga mais reduzida (longe do limite elástico). Os estribos e parafusos devem ser em aço inoxidável e ser equipados com porcas e anilhas de retenção do mesmo material.

O aperto dos ligadores deve ser sempre efetuado colocando as porcas pelo lado de baixo, para facilitar possíveis trabalhos em tensão.

Os ligadores devem obedecer às características elétricas e mecânicas a seguir descritas.

Características elétricas:

- Assegurar uma distribuição uniforme da corrente elétrica nos condutores a ligar;
- Não aumentar a resistência elétrica dos elementos do circuito que estiverem inseridos em relação ao condutor de referência;
- Não originar aquecimentos suplementares em qualquer ponto do circuito durante a passagem de corrente elétrica;
- Não dar origem a uma queda de tensão superior à queda de tensão observada num comprimento equivalente de condutor da mesma capacidade, quando percorrido pela mesma intensidade (condição a respeitar após um ensaio de 25 ciclos de aquecimento a 120 °C e arrefecimento até à temperatura ambiente);
- Assegurar a existência do menor número possível de eflúvios e de perturbações radioelétricas.

Características mecânicas:

- Ser imune a balanços e às vibrações dos condutores, assim como às variações de tensão mecânica e de temperatura;
- Resistir, em serviço, aos fenómenos de corrosão e aquecimento;
- Não provocar a deterioração, mesmo ao longo do tempo, dos condutores por ele ligados.

Após a montagem, os ligadores devem possuir uma carga de rotura superior ou igual à dos condutores, exceto nas derivações de tração mecânica reduzida, onde a sua carga de rotura pode ser na ordem dos 10% da carga de rotura dos condutores.

Os metais e as ligas usados no fabrico de ligadores para condutores nus devem ser inalteráveis ao tempo, quer por natureza quer em consequência de tratamento efetuado durante ou após o fabrico. Devem, por outro lado, ter uma textura homogénea e apresentar superfícies regulares e contínuas, devidamente maquinadas.

Os ligadores não podem apresentar deficiências de fundição, porosidades e chochos. Os ligadores a utilizar nas ligações entre condutores e entre estes e a diversa aparelhagem devem ser construídos por vazamento em coquilha e com tratamento térmico.

Em todas as situações que surjam ligações entre condutores de alumínio e cobre, estas devem ser executadas por meio de ligadores ou casquilhos bimetálicos.

3.7.2.17. ISOLADORES DE SUPORTE DE AT E MT

Os isoladores de suporte dos barramentos de AT e MT para ligação do transformador de potência deverão ser especificados tendo em conta os esforços mecânicos estáticos e eletrodinâmicos de curto-circuito suscetíveis de ocorrerem, de acordo com o imposto pelas normas aplicáveis, designadamente a IEC 60865-1 [52].

Tendo em conta os esforços mecânicos estáticos e eletrodinâmicos de curto-circuito suscetíveis de percorrerem os barramentos de AT e MT, cujos cálculos são apresentados no Anexo III, os isoladores de suporte deverão cumprir com características principais mínimas indicadas na Tabela 3.49.

Tabela 3.49- Características principais dos isoladores de suporte AT e MT

CARACTERÍSTICAS	60 kV	10 kV
<i>Tensão máxima de serviço (Um)</i>	72,5 kV	12 kV
<i>Valor estipulado da tensão suportável ao choque atmosférico</i>	325 kV	75 kV
<i>Tipo</i>	C4-325	C8-75
<i>Carga rotura à flexão</i>	4000 N	8000 N
<i>Linha de fuga mínima (31mm/kV)</i>	2247,5 mm	372 mm

3.7.2.18. CABOS ISOLADOS DE AT, MT E BT

3.7.2.18.1. CABOS DE ALTA TENSÃO (AT)

Os cabos isolados de alta tensão (AT) a utilizar serão do tipo unipolar, com alma condutora em alumínio, multifilar, compactado, isolamento de polietileno reticulado (PEX), blindagem em fios de cobre envolvidos em fita de igual material e bainha exterior constituída por composto de polietileno de alta densidade, dito PEAD. O isolamento exterior dos cabos de AT será da cor preta e todos os cabos isolados AT terão a blindagem ligada à terra em ambas as extremidades.

As características dos cabos AT a utilizar no presente projeto são apresentadas na Tabela 3.50, sendo as mesmas de acordo com a DMA C33-281/N [42].

Tabela 3.50- Caracterização das ligações de AT na Subestação

<i>Origem</i>	GIS 60 KV
<i>Destino</i>	TP 60/10 kV
<i>Nível de isolamento</i>	36/60 kV
<i>Nº de condutores por fase</i>	1
<i>Secção do condutor principal</i>	400 mm ²
<i>Secção da blindagem</i>	135 mm ²
<i>Designação do cabo de acordo com NP 665</i>	LXHIOLE (cbe) 3x(1x400/135 mm ²) 36/60 kV
<i>Modo de instalação</i>	Caleira (ao ar)
<i>Intensidade nominal admissível</i>	630 A
<i>Comprimento aproximado</i>	30 m

3.7.2.18.2. CABOS DE MÉDIA TENSÃO (MT)

Os cabos isolados de média tensão (MT) a utilizar serão do tipo monopolar, com alma condutora em alumínio, multifilar, compactado, isolação de polietileno reticulado (PEX), blindagem em fios de cobre envolvidos em fita de igual material e bainha exterior de poliolefina (PO) com baixo teor de halogéneos. O isolamento exterior dos cabos de MT será

da cor preta e todos os cabos isolados terão a blindagem ligada à terra em ambas as extremidades.

As características dos cabos MT a utilizar no presente projeto são apresentadas na Tabela 3.51, sendo as mesmas de acordo com a DMA C33-251/N [54]. Os cálculos justificativos relativos ao dimensionamento destes cabos podem ser encontrados no Anexo III deste documento.

Tabela 3.51- Caracterização das ligações de MT na Subestação

Circuito	TP -> QMMT	QMMT -> TSA	TP -> RN
Origem	TP 60/10 kV	QMMT 10 kV	TP 60/10 kV
Destino	QMMT 10 kV	TSA 10/0,4 kV	RN 10 kV
Nível de isolamento	6/10 kV	6/10 kV	6/10 kV
Nº de condutores por fase	4	1	1
Secção do condutor principal	500 mm ²	120 mm ²	120 mm ²
Secção da blindagem	16 mm ²	16 mm ²	16 mm ²
Designação do cabo de acordo com NP 665	LXHIOZ1 (cbe) 4x[3x(1x500/16 mm ²)] 6/10 kV	LXHIOZ1 (cbe) 3x(1x120/16 mm ²) 6/10 kV	LXHIOZ1 (cbe) 3x(1x120/16 mm ²) 6/10 kV
Modo de instalação	Caleira (ao ar)	Caleira (ao ar)	Caleira (ao ar)
Intensidade nominal admissível	2888 A	300 A	351 A
Comprimento aproximado	50 m	30 m	10 m

3.7.2.18.3. CABOS DE BAIXA TENSÃO (BT)

Os cabos isolados de baixa tensão (BT) que assegurarão os circuitos de corrente alternada e os circuitos de corrente contínua serão do tipo XZ1 (sem revestimento metálico), XAZ1 (com armadura de aço) e XHZ1 (com armadura em fita de cobre), possuindo tensão nominal de 0,6/1 kV e secção de acordo com as funções que irão desempenhar, devendo o seu revestimento metálico, quando exista, ser ligado à terra nas duas extremidades.

Os cabos devem ser isentos de halogéneos, resistentes ao fogo e não propagadores da chama. A bainha exterior dos cabos do tipo XZ1 deve ser de cor branca e nos restantes tipos, deve ser de cor preta.

A escolha do tipo e secção dos cabos isolados BT será efetuada de acordo com a função a desempenhar, tendo como mínimo as secções de 2,5 mm² para circuitos de força motriz,

comando, sinalização, medida e proteção, e restantes circuitos de acordo com as normativas aplicáveis, nomeadamente, no que se refere às RTIEBT.

No interior do edifício de comando os cabos isolados de BT ficarão instalados em tubos e canais reservados para o efeito, sob o piso falso ou galeria técnica.

De acordo com o estabelecido anteriormente, os circuitos elétricos de BT que deverão ser executados através da utilização de cabos isolados do tipo XAZ1, são os seguintes:

- Circuito de alimentação geral dos serviços auxiliares de corrente alternada entre o transformador de serviços auxiliares e o respetivo armário dos SACA;
- Circuitos de força motriz, comando, sinalização e todas as alimentações realizadas a partir do SACA/SACC.

De modo a assegurar um melhor isolamento eletromagnético, os circuitos de medida de corrente e tensão deverão ser executados exclusivamente através da utilização de cabos isolados do tipo XHZ1, traduzindo-se nos seguintes circuitos:

- Circuitos de correntes e tensões entre os transformadores de medida de AT, instalados no GIS 60 kV, e os respetivos compartimentos de BT;
- Circuitos de correntes e tensões entre compartimentos de BT e entre estes e os respetivos armários de reagrupamento de BT do GIS 60 kV.
- Circuitos de correntes e tensões entre armários de comando;
- Circuitos de correntes e tensões entre os transformadores de medida de MT e os respetivos compartimentos de BT.

Os circuitos correspondentes às instalações elétricas gerais (IEG), nomeadamente, circuitos de iluminação, de tomadas monofásicas e trifásicas de usos gerais alimentadas a partir do QIT, serão executados em cabos do tipo XZ1, não propagadores da chama (frt) e isentos de halogéneo (zh).

3.7.2.19. SERVIÇOS AUXILIARES DE CORRENTE ALTERNADA

Os Serviços Auxiliares de Corrente Alternada (SACA) da Subestação estão previstos para 400/230 V AC, 50 Hz, sendo a sua alimentação assegurada por três fontes distintas:

- Barramento de cobre eletrolítico;
- Descarregadores de sobretensões;
- Amperímetros e voltímetros;
- Aparelhos de medida;
- Sinalizadores luminosos de presença de tensão;
- Disjuntores magnetotérmicos tetrapolares e bipolares;
- Interruptores sensíveis à corrente diferencial - residual, com uma sensibilidade média (300 mA);
- Contactores auxiliares;
- Réguas de bornes para eletrificação geral;
- Unidade de aquisição de sinais e medidas.

A proteção de pessoas contra contactos indiretos na rede dos SACA da subestação será garantida pela adoção do sistema TT, cujas normas de concepção se encontram dentro das disposições regulamentares, nomeadamente:

- Disparo ao primeiro defeito;
- Neutro de baixa tensão do TSA ligado à rede geral de terras;
- Massas da instalação ligadas à rede geral de terras;
- Utilização de disjuntores diferenciais de média sensibilidade, montados de forma seletiva, assegurando o corte dos circuitos em caso de defeitos à terra;
- Existência de terra geral com resistência inferior a 1 Ω .

Todos os circuitos que derivam do quadro dos SACA serão protegidos por interruptores sensíveis à corrente diferencial - residual com uma sensibilidade "média". A jusante desses deverão ser montados, por circuito, disjuntores de corte bipolar ou tetrapolar, conforme o caso, com um poder de corte adequado e não inferior a 10 kA.

Na porta do quadro dos SACA será montada uma unidade de aquisição de sinais e medidas, que terá como finalidade o envio à distância dos estados dos equipamentos de comando e proteção instalados no quadro SACA, bem como as medidas das grandezas elétricas.

Conforme descrito na secção 3.7.2.15, o sistema de alimentação de baixa tensão será protegido por um sistema de proteção contra sobretensões, considerando a instalação de três níveis de proteção: proteção de alta capacidade (ou do tipo I), proteção de média capacidade (ou do tipo II), e proteção fina (ou do tipo III).

3.7.2.20. **SERVIÇOS AUXILIARES DE CORRENTE CONTÍNUA**

Os Serviços Auxiliares de Corrente Contínua (SACC) da subestação estão previstos para os 110V. A sua alimentação será assegurada a partir de um sistema de alimentação DC 110 V, instalado num armário metálico do tipo "Rittal", no qual serão instalados os equipamentos de proteção, comando, sinalização e medida de todos os circuitos de corrente contínua, sendo este quadro metálico constituído por um sistema de retificadores de alimentação AC/DC 400-230 Vac/110 Vdc e uma bateria do tipo alcalina com capacidade de 200 Ah/8 h, sem manutenção.

Em condições de funcionamento normal, os módulos retificadores ligados em paralelo entre si e as baterias garantem uma tensão nominal de saída constante, dentro dos limites eletromagnéticos definidos pelas cargas, independentemente das suas variações. Os módulos retificadores fornecerão a potência necessária à carga de utilização e à recarga das baterias. A sua tensão de saída, aplicada à bateria em regime flutuante, deverá ser continuamente regulada em função da temperatura, medida junto desta, de acordo com as especificações do fabricante da mesma.

A bateria, do tipo alcalino, será constituída por um conjunto de 86 elementos de 1,2 V, com uma capacidade de 200 Ah permitindo debitar 20 A durante 10 h, mantendo a tensão de saída dentro dos limites eletromagnéticos definidos para os equipamentos alimentados. Em situação de falha da rede, as baterias passarão a fornecer a potência à carga sem qualquer interrupção, o sistema DC deverá possuir um dispositivo de proteção à descarga total das baterias para garantir a proteção das mesmas.

O sistema de alimentação DC será composto por um painel CA, módulos retificadores AC/DC, dimensionados para a carga total DC, 100% redundantes, com um número mínimo de 4, de 25 A de corrente nominal de saída, um módulo ondulator DC/AC de 10 kVA, um módulo de supervisão e controlo, com telegestão, e por uma bateria, serão instalados no interior de dois

armários metálicos com portas de acesso frontal, adaptados para os equipamentos em questão. Os armários que alojam as baterias terão uma conceção que facilitarão as manobras de inspeção e manutenção, possuindo uma estrutura em escada fixa e rígida, que permita o fácil acesso aos módulos que compõem a bateria.

Com a finalidade de alimentar algumas cargas AC prioritárias, designadamente o sistema de iluminação de emergência, tomadas monofásicas prioritárias e ventiladores de desenfumagem, o sistema de alimentação DC será equipado com um ondulador DC/AC, 110 VCC/400-230 AC de 10 kVA.

Com o objetivo de conceber um sistema modular, flexível, e de fácil expansão, os módulos retificadores e outros que compõem os armários de alimentação DC serão do tipo *switching* concebidos em *racks* normalizadas, que garantam uma fácil instalação e eventual substituição.

Os SACC da subestação serão equipados com um dispositivo de controlo permanente do isolamento dos circuitos, para deteção e sinalização de ocorrência de defeitos à terra. Em caso de defeitos o disparo automático não será provocado devido a imperativos de exploração.

Conforme descrito na secção 3.7.2.15, a alimentação de corrente contínua será protegida por um sistema de proteção contra sobretensões, considerando a instalação de dois níveis de proteção, nível I e nível II.

3.7.3. REDE DE DISTRIBUIÇÃO E POSTOS DE SECCIONAMENTO 10 kV PARA OS TERMINAIS DE MERCADORIAS

De forma a conduzir a energia até aos navios, será construída uma rede de distribuição em média tensão, no nível de tensão de 10 kV. Desta rede farão parte os cabos elétricos de média tensão e os postos de seccionamento, cuja função é a de alimentar individualmente cada uma das subestações *shoreside* a instalar nos terminais de mercadorias do Porto de Lisboa.

A configuração da rede de distribuição, é a que se apresenta no diagrama da Figura 3.23 e na planta geral da Figura 3.24.

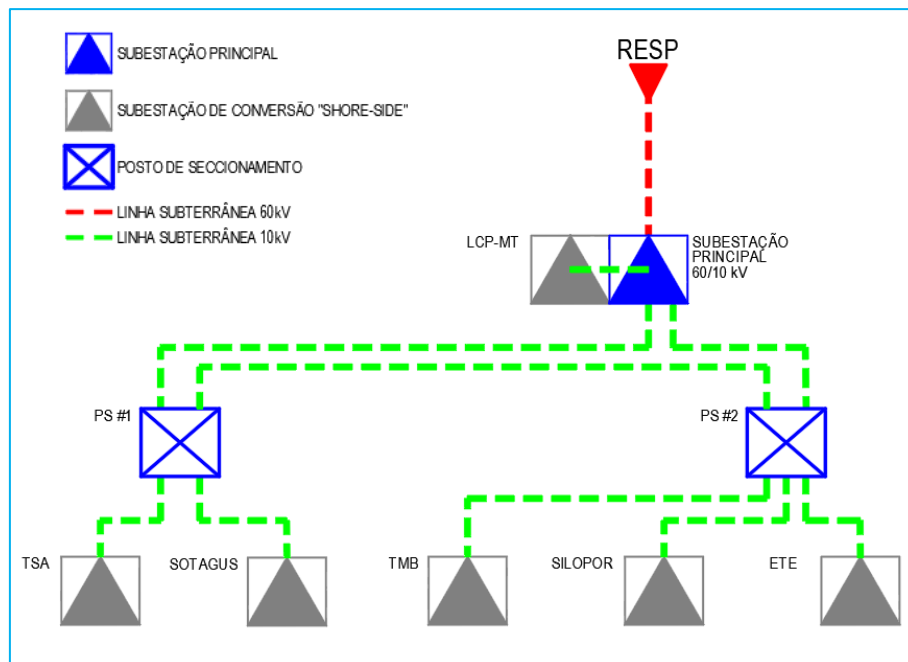


Figura 3.23-Diagrama unifilar simplificado da rede de distribuição de energia

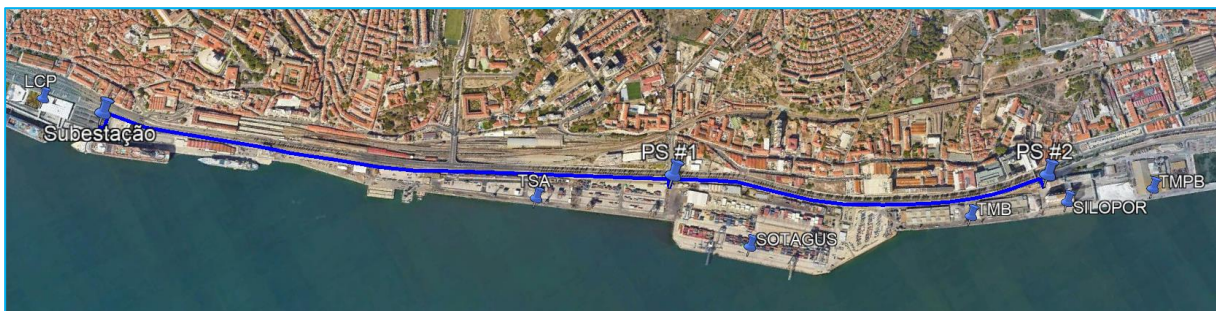


Figura 3.24-Traçado previsto para a rede interna de 10 kV e Postos de Seccionamento

A escolha da localização dos Postos de Seccionamento (PS) #1 e #2 foi alvo de uma análise criteriosa das cargas requeridas em cada terminal, no número de subestações *shoreside* previstas em cada terminal e da localização geográfica dos mesmos entre si. Assim, o PS #1 ficará instalado no Terminal de Contentores de Santa Apolónia (SOTAGUS) e o PS #2 localizar-se-á no Terminal de Granéis Alimentares do Beato (SILOPOR).

No que diz respeito ao nível de tensão da rede de distribuição interna do Porto de Lisboa, foi escolhida a tensão de 10 kV. Apesar de tecnicamente não ser a melhor solução, pelo facto das correntes nominais serem muito elevadas, decidiu-se construir uma instalação que a qualquer momento pudesse ser interligada na Rede Elétrica de Serviço Público (RESP), sem para tal serem necessárias grandes adaptações. Neste sentido e porque toda a rede de distribuição da

cidade de Lisboa é realizada em 10 kV, decidiu-se usar para esta instalação o mesmo nível de tensão.

Pelo mesmo princípio, todos os equipamentos empregados na rede de distribuição, nomeadamente os cabos MT e os Postos de Seccionamento, devem respeitar o estabelecido pelas recomendações e normativas do Operador da Rede de Distribuição (ORD), nomeadamente a E-Redes.

3.7.3.1. REDE INTERNA DE MÉDIA TENSÃO 10 kV

A rede interna de MT, que interligará a SE Principal aos Postos de Seccionamento, e dos mesmos às Subestações *Shoreside*, será realizada a 10 kV. Os cabos a utilizar serão do tipo LXHIOZ1, para as tensões estipuladas de 6/10 (12) kV, de acordo com a DMA C33-251/N [54].

Na maior parte da sua extensão, a rede interna de 10 kV será constituída por uma ligação em anel entre a SE Principal e os dois PS. É ainda constituída pelas ligações entre os PS #1 e #2 e as Subestações *Shoreside* de cada terminal de mercadorias.

Os cabos serão entubados e enterrados, exceto no Terminal de Cruzeiros de Lisboa (LCP) devido a limitações construtivas da laje do terminal, e percorrerão um caminho que se deve otimizar no sentido de facilitar a instalação dos mesmos. Face à grande concentração de linhas férreas ao longo de todos os terminais de mercadorias, será necessário realizar o menor número possível de cruzamentos das valas de cabos elétricos com as mesmas, devendo o traçado, sempre que possível, ser realizado entre os terminais e as linhas férreas.

Os cabos isolados de MT (6/10 kV) a utilizar serão do tipo monopolar, com alma condutora em alumínio, multifilar, compactado, isolamento de polietileno reticulado (PEX), blindagem em fios de cobre envolvidos em fita de igual material e bainha exterior de poliolefina (PO) com baixo teor de halogéneos. O isolamento exterior dos cabos será da cor preta e todos eles terão a blindagem ligada à terra em ambas as extremidades.

Apesar desta infraestrutura ser de carácter particular, pelo facto de mais tarde poder ser convertida numa infraestrutura de serviço público, o dimensionamento dos condutores a instalar deverá respeitar as condições técnicas estabelecidas pelo ORD. Assim e no que diz respeito às características da linha elétrica a construir, de acordo com o quadro B.1,

apresentado na Figura 3.25, extraído do documento normativo “DMA-C33-251/N - CONDUTORES ISOLADOS E SEUS ACESSÓRIOS PARA REDES DE DISTRIBUIÇÃO, Cabos isolados de Média Tensão, Características e ensaios” [54], para uma potência de 6,8 MVA e uma corrente de serviço de 392,6 A, considerando-se uma instalação enterrada no solo com dois circuitos em paralelo pelo facto do anel poder ter dois conjuntos de cabos em paralelo, recomenda-se a instalação de condutores com secção de 500 mm² com uma intensidade máxima admissível de 482 A.

Para os alimentadores das subestações *shoreside* BT a instalar nos terminais de mercadorias e cuja potência máxima é de 1MVA e a corrente de serviço de 57,7 A, considerando-se uma instalação enterrada no solo com dois (2) circuitos em paralelo, recomenda-se a instalação de condutores com secção de 240 mm² com uma intensidade máxima admissível de 329 A. Apesar de pela corrente máxima em regime permanente, ser claramente possível a instalação de um condutor de secção inferior, como é o caso do de 120 mm², verifica-se que de acordo com o quadro B.2, apresentado na Figura 3.26, para uma duração de curto-circuito de um (1) segundo (duração normal para o dimensionamento de condutores MT), o cabo de 120 mm² não suporta os 16 kA estabelecidos nos critérios de dimensionamento do projeto, sendo por isso necessário usar a secção de 240 mm².

Secção do condutor (mm ²)	Enterrado no solo (1 circuito)		Enterrado no solo (2 circuitos)		Ar livre		Em tubos	
	Calor	Frio	Calor	Frio	Calor	Frio	Calor	Frio
120 Al	266	325	226	279	307	336	262	288
240 Al	391	477	329	408	475	520	380	419
500 Al	576	712	482	600	750	822	556	615
500 Cu	718	887	600	748	935	1025	693	767

Figura 3.25-Correntes máximas admissíveis dos cabos em regime permanente [54]

Secção do condutor (mm ²)	Duração do curto circuito (s)					
	0,5	1	1,5	2,0	2,5	3,0
120 Al	16,0	11,3	9,3	8,0	7,2	6,5
240 Al	32,1	22,7	18,5	16,0	14,3	13,1
500 Al	66,8	47,2	38,6	33,4	29,9	27,3
500 Cu	101,2	71,5	58,4	50,6	45,2	41,3

Figura 3.26-Correntes máximas admissíveis dos cabos em regime de curto-circuito [54]

Serviços Auxiliares será assegurada através de um equipamento combinado interruptor-seccionador-fusível dimensionado para a potência do transformador.

O Posto de Seccionamento #1, a construir no Terminal de Contentores de Santa Apolónia (SOTAGUS), alimentará dois terminais de mercadorias, o Terminal *Multipurpose* de Lisboa (TSA) e o Terminal de Contentores de Santa Apolónia (SOTAGUS), sendo equipado com nove (9) celas MT conforme indicado abaixo:

- Uma (1) entrada proveniente da Subestação Principal + TT's de Barra;
- Três (3) saídas para as subestações *shoreside* BT do TSA;
- Três (3) saídas para as subestações *shoreside* BT da SOTAGUS;
- Uma (1) saída para o Transformador de Serviços Auxiliares 10/0,4 kV; 25 kVA;
- Uma (1) saída para o Posto de Seccionamento #2;

O Posto de Seccionamento #2, a construir no Terminal de Granéis Alimentares do Beato (SILOPOR), alimentará três (3) terminais de mercadorias, o Terminal de Granéis Alimentares do Beato (SILOPOR), o Terminal Multiusos do Beato (TMB) e o Terminal Multiusos de Poço do Bispo (ETE), sendo equipado com oito (8) celas MT conforme indicado abaixo:

- Uma (1) entrada proveniente do Posto de Seccionamento #1;
- Duas (2) saídas para as subestações *shoreside* BT do TMB;
- Uma (1) saída para a subestação *shoreside* BT da SILOPOR;
- Duas (2) saídas para as subestações *shoreside* BT do ETE;
- Uma (1) saída para o Transformador de Serviços Auxiliares 10/0,4 kV 25 kVA;
- Uma (1) saída para a Subestação Principal + TT's de Barra;

Cada Posto de Seccionamento possuirá um Transformador de Serviços Auxiliares 10/0,4 kV de 25 kVA, com o objetivo de alimentar os Serviços Auxiliares dos mesmos.

A constituição das celas que equipam os PS #1 e #2 relativamente à aparelhagem que neles se encontra montada é estabelecido no esquema unifilar geral, plano "T2020-0359-01-PB-ELE-003-00" e que pode ser encontrado no Anexo IV deste documento.

3.7.3.2.1. CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS GERAIS

Os PS terão as seguintes características elétricas gerais apresentadas na Tabela 3.52, compatíveis com as das redes elétricas MT que irão integrar.

Tabela 3.52- Características elétricas gerais dos PS

CARACTERÍSTICAS	VALOR
<i>Número de Fases</i>	3
<i>Tensão Nominal (Un)</i>	10 kV
<i>Tensão máxima para os equipamentos (Um)</i>	12 kV
<i>Valor eficaz da corrente estipulada de curta duração (3s)</i>	16 kA
<i>Valor de pico da corrente estipulada de curta duração</i>	40 kA
<i>Frequência nominal</i>	50 Hz
<i>Regime de Neutro</i>	Impedante

3.7.3.2.2. NÍVEIS DE ISOLAMENTO ESTIPULADOS

De acordo com o Regulamento de Segurança de Subestações e Postos de Transformação e de Seccionamento [47], os níveis mínimos de isolamento estipulados da aparelhagem e restantes partes sob tensão a adotar para o presente projeto são apresentados na Tabela 3.53.

Tabela 3.53- Níveis de isolamento estipulados para a aparelhagem MT

CARACTERÍSTICAS	VALOR
<i>Tensão Nominal (Un)</i>	10 kV
<i>Tensão máxima de serviço (Um)</i>	12 kV
<i>Valor estipulado da tensão suportável à frequência industrial (valor eficaz)</i>	28 kV
<i>Valor estipulado da tensão suportável ao choque atmosférico (valor de pico)</i>	75 kV

3.7.3.2.3. CORRENTES NOMINAIS E DE CURTA DURAÇÃO

As correntes nominais para os quais serão dimensionados as celas e barramentos do QMMT 10 kV são a indicadas na Tabela 3.54.

Tabela 3.54- Correntes nominais painéis MT

CELA	CORRENTE DE SERVIÇO	CORRENTE NOMINAL
<i>Barramento</i>	392,6 A	630 A
<i>Celas de Anel – 6,8MVA</i>	392,6 A	630 A
<i>Saída SE's Shoreside BT – 1MVA</i>	57,7 A	400 A
<i>Saída TSA – 25 kVA</i>	1.4 A	200 A

Todo o QMMT 10 kV e todos os equipamentos que o constituem serão dimensionados para um valor eficaz de corrente de curta duração de 16 kA, durante 3s.

3.7.3.2.4. CARACTERIZAÇÃO DOS PAINÉIS

Relativamente à aparelhagem a instalar nos painéis MT do posto de seccionamento, conforme estabelecido no esquema unifilar do projeto, será a que se indica na Tabela 3.55.

Tabela 3.55-Constituição dos painéis MT dos PS#1 e PS#2

EQUIPAMENTO	ENTRADAS E SAÍDAS DO ANEL	SAÍDA SE's SHORESIDE	SAÍDA TSA
<i>Seccionador motorizado de três posições com ligação à terra</i>	1	1	0
<i>Interruptor manual de três posições com ligação à terra e fusíveis incorporados</i>	0	0	1
<i>Divisor capacitivo com sinalizador luminoso</i>	1	1	1
<i>Disjuntor motorizado</i>	1	1	0
<i>Transformador de corrente</i>	3	3	0
<i>Transformador de tensão</i>	3	0	0

3.7.3.2.5. EDIFÍCIO

O Edifício dos Postos de Seccionamento, apresentará um aspeto semelhante ao da Figura 3.28.



Figura 3.28-Imagem referencial de edifício do tipo PUCBET da EFACEC [57]

As características construtivas dos edifícios a utilizar para os Postos de Seccionamento #1 e #2, são apresentadas ao longo desta secção.

3.7.3.2.5.1. DIMENSÃO

O Posto de Seccionamento será instalado em cabinas monobloco, de dimensões mínimas de 8x2,5x3,6m, e o edifício será destinado unicamente a esta finalidade.

A referida cabina será de construção pré-fabricada com uma porta de acesso para a exploração com as dimensões 885x2250 mm (acesso APL), e uma porta de acesso ao transformador de 1840x2250 mm. Ambas as portas deverão ser munidas de fechadura de segurança.

3.7.3.2.5.2. EQUIPOTENCIALIDADE

A armadura da malha eletrosoldada do edifício em betão deverá garantir a perfeita equipotencialidade de todo o conjunto. Seguindo a regulamentação, todas as portas e grelhas de ventilação estarão ligadas ao sistema equipotencial.

Entre a armadura equipotencial, embebida no betão e as portas e grelhas existirá uma resistência elétrica superior a 10 kΩ.

Nenhum elemento metálico ligado ao sistema equipotencial deverá acessível do exterior.

3.7.3.2.5.3. IMPERMEABILIDADE

A estrutura do monobloco, não deve permitir a utilização de juntas garantindo assim uma elevada robustez e a total ausência de infiltrações.

Os tetos deverão ser concebidos para impedir a acumulação de água e quaisquer infiltrações, escoando-se a água diretamente para o exterior.

O índice de proteção do envolvente exterior do edifício pré-fabricado será no mínimo IP44D, exceto as grelhas de ventilação cujo índice de proteção será o IP43D.

3.7.3.2.5.4. COMPONENTES DO EDIFÍCIO

Os principais componentes que formarão o edifício serão:

- Base e cuba de recolha de óleo;
- Teto e paredes;
- Pavimento;
- Portas e grelhas de ventilação.

3.7.3.2.5.5. BASE E CUBA DE RECOLHA DE ÓLEO

A base deverá ser pré-fabricada em monobloco de betão com malha eletrosoldada de aço, montada em mesa vibratória.

A base deverá dispor de orifícios para a entrada e saída de cabos de MT e BT, e na zona imediatamente inferior da posição do transformador deverá conter uma cuba de recolha de óleo.

3.7.3.2.5.6. TETOS E PAREDES

Os tetos deverão ter características em tudo semelhantes às das paredes. O conjunto no seu todo deve garantir a estanquidade da união entre as paredes e teto.

3.7.3.2.5.7. PAVIMENTO

O pavimento deverá ser constituído por um elemento plano pré-fabricado de aço e colocado sobre a base por gravidade. Sobre este elemento colocar-se-ão as celas de MT, quadros de BT e restantes elementos do Posto de Seccionamento. Neste pavimento existirão orifícios que permitem a passagem de cabos para as celas e quadros elétricos. Na parte central dispor-se-ão tampas que permitam o acesso à galeria de cabos.

3.7.3.2.5.8. PORTAS E GRELHAS DE VENTILAÇÃO

As portas e as grelhas de ventilação deverão ser de chapa de aço galvanizada com uma espessura mínima de 2 mm, pintada por eletrolisação com epoxy polimerizada a quente.

Deverão também ser previstas malhas metálicas que impeçam a penetração de pequenos insetos ou outros animais de pequeno porte, sem diminuir a capacidade de ventilação do edifício.

3.7.3.2.6. APARELHAGEM DE MÉDIA TENSÃO

A aparelhagem de média tensão que equipa o QMMT, nomeadamente os seccionadores e interruptores de três posições e os disjuntores MT, com câmaras de corte em vácuo que irão

equipar todas as celas, serão de montagem interior, devendo apresentar as características elétricas principais apresentadas na Tabela 3.56.

Tabela 3.56- Características principais da aparelhagem MT

CARACTERÍSTICAS	VALOR
<i>Tensão nominal (U_n)</i>	10 kV
<i>Tensão mais elevada (U_m)</i>	12 kV
<i>Corrente nominal (I_n)</i>	630/1250 A
<i>Corrente estipulada de curto-circuito</i>	16 kA (3 s)
<i>Corrente de pico estipulada de curta duração</i>	40 kA
<i>Tensão nominal de alimentação de comando</i>	230 Vac ininterruptos
<i>Tensão nominal de alimentação de força motriz</i>	230 Vac ininterruptos
<i>Tensão nominal de alimentação de aquecimento e iluminação do armário de comando</i>	230 Vac

3.7.3.2.7. TRANSFORMADORES DE CORRENTE MT

Os transformadores de corrente que equipam as celas que constituem o QMMT terão as características elétricas apresentadas na Tabela 3.57.

Os valores das potências dos enrolamentos secundários dos transformadores de corrente, referidas na tabela respectiva deverão, em função do projeto do SPCC e do sistema de telecontagem, ser alterados para valores ajustados às suas cargas. Esses valores serão no máximo 25% superiores aos valores da potência das cargas alimentadas pelos respectivos enrolamentos.

Tabela 3.57- Características principais dos transformadores de corrente MT

CARACTERÍSTICAS	ENTRADAS E SAÍDAS DO ANEL	SAÍDA SE's SHORESIDE
<i>Relação de Transformação</i>	400/1-1A	100/1-1A
<i>Valor da corrente estipulada de curta duração (valor eficaz)</i>	16 kA (3s)	16 kA (3s)
<i>Enrolamento secundário medida</i>	1x	0x
<i>Potência de precisão</i>	10 VA	-
<i>Classe de precisão</i>	0,5	-
<i>Fator de segurança (FS)</i>	5	-
<i>Enrolamento secundário proteção</i>	1x	1x
<i>Potência de precisão</i>	10 VA	10 VA
<i>Classe de precisão</i>	5 P	5 P
<i>Fator de segurança (FS)</i>	20	20

Uma vez que a proteção dos transformadores de serviços auxiliares é realizada através de fusíveis, as celas MT correspondentes não dispõem de transformadores de corrente.

3.7.3.2.8. TRANSFORMADOR DE TENSÃO MT

Os transformadores de tensão MT que equiparão as celas que constituem o QMMT 10 kV terão as características elétricas definidas na Tabela 3.58.

Os valores das potências dos enrolamentos secundários dos transformadores de tensão, referidas no quadro respectivo deverão, deverão, em função do projeto do SPCC e do Sistema de Telecontagem, ser alterados para valores ajustados às suas cargas. Esses valores serão no máximo 50% superiores aos valores da potência das cargas por eles alimentadas pelos respectivos enrolamentos.

Tabela 3.58- Características principais dos transformadores de tensão MT

CARACTERÍSTICAS	ENTRADAS E SAÍDAS DO ANEL
<i>Tensão primária nominal</i>	10/√3 kV
<i>Enrolamento secundário medida e proteção</i>	1x
<i>Tensão nominal</i>	100/√3 V
<i>Potência de precisão</i>	10 VA
<i>Classe de precisão</i>	0,5/3P
<i>Enrolamento secundário amortecimento</i>	1x
<i>Tensão nominal</i>	100/3 V
<i>Potência de precisão</i>	50 VA
<i>Classe de precisão</i>	3 P

3.7.3.2.9. TRANSFORMADOR DE SERVIÇOS AUXILIARES (TSA)

Os transformadores de serviços auxiliares (TSA) a instalar serão de montagem interior, trifásicos, com enrolamentos com isolamento uniforme, separados, em cobre, imersos em óleo mineral, herméticos à penetração do ar exterior.

Os TSA a instalar apresentará as características elétricas indicadas na Tabela 3.59.

Tabela 3.59- Características principais do Transformador de Serviços Auxiliares dos PS

CARACTERÍSTICAS	VALOR
<i>Potência nominal</i>	25 kVA
<i>Relação de transformação</i>	10/0,4 kV
<i>Regulação de transformação</i>	Comutador de regulação fora de carga ($U_n \pm 2 \times 2,5\%$)
<i>Tensão de curto-circuito da tomada principal</i>	5%
<i>Grupo de ligação</i>	Dyn11
<i>Tipo de refrigeração</i>	Ar Natural

3.7.3.2.10. REDE DE TERRAS

A rede geral de terras será concebida de forma a constituir uma rede equipotencial, reduzindo os riscos de tensões de passo e de contacto e limitando-as a valores não perigosos, em caso de defeito à terra.

A rede geral de terras será um conjunto formado por:

- Terra de proteção, destinada a contribuir para a segurança das pessoas nas proximidades de um objeto metálico da instalação suscetível de colocação acidental sob tensão em caso de defeito de isolamento;
- Terra de serviço, destinada a influenciar o comportamento da rede em caso de defeito à terra.

De acordo com o Regulamento de Segurança de Subestação e Postos de Transformação e Seccionamento [47], as redes de terras de proteção e de serviço podem ser uma terra única, desde que o seu conjunto atinga um valor de resistência inferior a 1Ω .

Como tal é quase impossível numa instalação desta dimensão, opta-se por manter as duas terras em separado, não podendo, em momento algum, a resistência da terra serviço ultrapassar os 20Ω .

3.7.3.2.11. SERVIÇOS AUXILIARES

Os Serviços Auxiliares dos Postos de Seccionamento (PS) estão dotados de um Quadro Geral de Baixa Tensão (QGBT) previsto para 400/230 Vac, 50 Hz, sendo a sua alimentação assegurada pelo Transformador de Serviços Auxiliares (TSA) 10/0,4 kV de 25 kVA. Adicionalmente, para alimentar as cargas críticas dos PS, o QGBT será dotado de uma Unidade de Alimentação Ininterrupta (UPS) de 230 Vac, 50 Hz de 5 kVA com uma autonomia de duas (2) horas.

Todos os equipamentos de proteção, comando, sinalização e medida do QGBT serão instalados no interior de um armário metálico do tipo mural, com dimensões a definir posteriormente. Este quadro será equipado com:

- Interruptor de corte geral;

- Barramento de cobre eletrolítico;
- Descarregadores de sobretensões;
- Amperímetros e voltímetros;
- Aparelhos de medida;
- Sinalizadores luminosos de presença de tensão;
- Disjuntores magnetotérmicos tetrapolares e bipolares;
- Interruptores sensíveis à corrente diferencial - residual, com uma sensibilidade média (300 mA);
- Contactores auxiliares;
- Réguas de bornes para eletrificação geral;
- Unidade de aquisição de sinais e medidas.

Todos os circuitos que derivam do quadro dos QGBT serão protegidos por interruptores sensíveis à corrente diferencial - residual com uma sensibilidade "média". A jusante desses deverão ser montados, por circuito, disjuntores de corte bipolar ou tetrapolar, conforme o caso, com um poder de corte adequado e não inferior a 10 kA.

3.7.4. SUBESTAÇÕES *SHORESIDE* MT, *HIGH VOLTAGE SHORE CONNECTION* (HVSC)

As Subestações *Shoreside* relativas à alimentação de navios de cruzeiro em Média Tensão, i.e., a 11 ou a 6,6 kV, encontram-se incorporadas na Subestação Principal, localizada no Terminal de Cruzeiros de Lisboa (LCP), numa sala própria para o efeito denominada “Sala de Média Tensão *Shoreside*”. Esta sala será constituída por equipamentos cuja quantidade dependerá do cenário de instalação considerado: 1, 2 ou 3. As Subestações *shoreside* MT, deverão em tudo respeitar o definido nas normas IEC 80005-1 [13] e IEC 80005-2 [14], respeitantes aos sistemas de conexão a navios em alta tensão, *High Voltage Shore Connection* (HVSC).

Na Tabela 3.60 encontra-se um resumo da quantidade de equipamento a instalar, por cenário, na Sala de Média Tensão *Shoreside*, estando a implantação destes equipamentos representada na Figura 3.29 e no desenho “T2020-0359-01-PB-ELE-032” peça constituinte do Anexo IV. A quantidade e tipo de equipamentos que constituem as subestações *shoreside* MT

pode ser encontrada no esquema unifilar, desenho “T2020-0359-01-PB-ELE-011”, também apresentado no Anexo IV.

Tabela 3.60-Quantidade de equipamentos a instalar na Sala de Média Tensão *Shoreside*, por cenário

CARACTERÍSTICAS	CENÁRIO 1	CENÁRIO 2	CENÁRIO 3
Celas do QMMT 10 kV da SE Principal	6	7	8
Transformador redutor 10/TCF kV	1	2	3
Transformador elevador TCF/6,6-11 kV	1	2	3
Conversor de Frequência 50/50 - 50/60 Hz - 16 MVA	1	2	3
QMMT 6,6-11 kV	1	2	3

A preto estão representados os equipamentos correspondentes à primeira fase a instalar desde o início e que garantirão o perfeito funcionamento da instalação e a alimentação a um posto de alimentação MT a navios de cruzeiros, a vermelho e a azul estão representados os equipamentos que, dependendo do estudo económico a realizar, podem ser instalados numa segunda e terceira fase, permitindo desta forma a redução do investimento inicial.

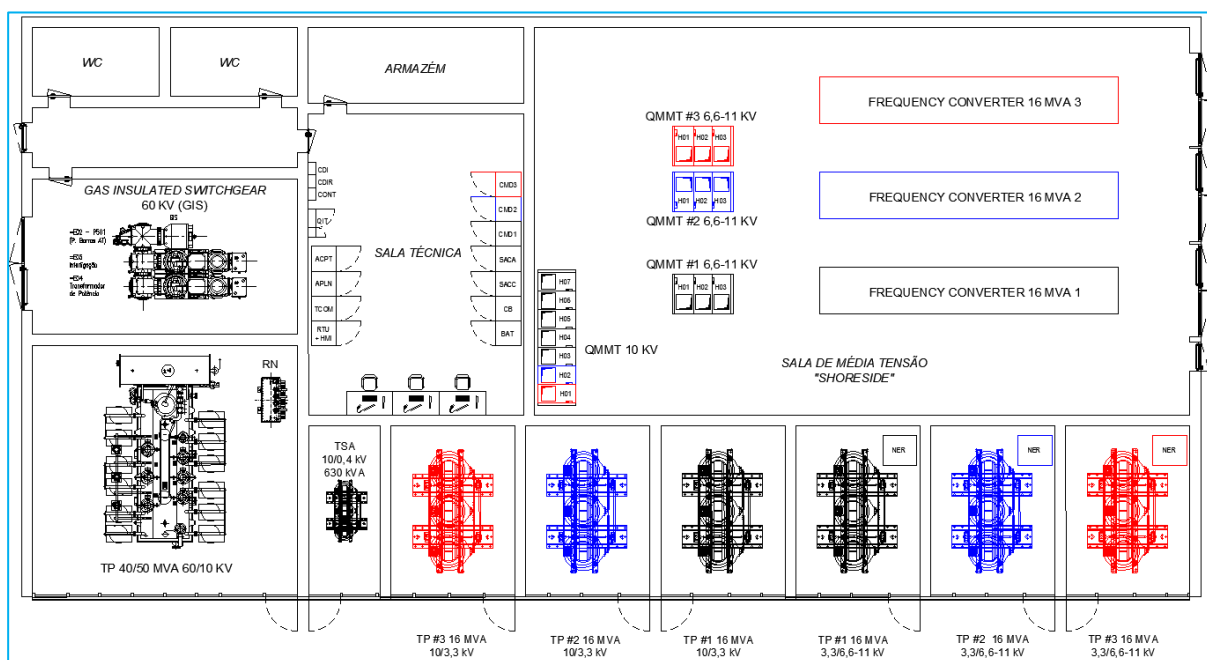


Figura 3.29-Disposição em planta dos equipamentos das Subestações *Shoreside* MT

Assim, cada sistema de alimentação em Média Tensão *onshore* ou Subestação *Shoreside* MT possuirá:

- Uma (1) cela individual no QMMT de 10 kV da Subestação Principal, cujas características são definidas na secção 3.7.2 correspondente ao projeto da Subestação Principal de 60/10 kV e que serve para alimentar os equipamentos abaixo indicados;

- Um (1) transformador redutor de dois (2) enrolamentos, o primário de 10 kV e o secundário com a tensão a determinar para o conversor de frequência (TCF) que dependerá da solução do fabricante do mesmo;
- Um (1) conversor de frequência de média tensão com 16 MVA de potência nominal, tensão a definir pelo fabricante e com possibilidade de ajustar as frequências de saída a 50 ou 60 Hz de acordo com as necessidades dos navios. A este conversor de frequência poderá, dependendo da solução do fabricante, estar associado um filtro de harmônicos que limitará os efeitos dos mesmos na rede, permitindo a redução do impacto destes sistemas na Rede Elétrica de Serviço Público (RESP);
- Um (1) transformador elevador de três (3) enrolamentos, o secundário com a tensão do conversor de frequência e os dois (2) enrolamentos primários, um com 6,6 kV e outro com 11 kV, dependendo da tensão do navio. Aos neutros dos primários serão associadas resistências de terra de 540 Ω com a função de proteção dos navios e pessoas contra defeitos à terra. Este transformador servirá também para realizar o isolamento galvânico dos navios ao sistema elétrico em terra e dos navios entre si;
- Um (1) QMMT preparado para 6,6 e 11 kV constituído por três (3) celas, uma (1) de saída para o navio e duas (2) de chegada do Transformador Elevador, uma para o nível de 6,6 kV e outra para o nível de 11 kV;
- Um (1) armário de comando, controlo e proteção de cada sistema, que por sua vez será interligado com o Sistema de Aquisição de Dados (SCADA) global da instalação, cuja caracterização é feita na secção 3.7.7 corresponde aos Sistemas de Proteção, Comando e Controlo (SPCC);
- Conjunto de cabos Média e Baixa Tensão que interligam todos estes sistemas e cujas característica construtivas são as já indicadas nos pontos 3.7.2.18 referentes ao projeto da Subestação Principal.

Cabe referir que por questões de confidencialidade e imaturidade dos sistemas, a informação disponível sobre os mesmos é pouca e a que existe é confidencial, pelo que a descrição dos equipamentos realizada abaixo é simplista e visa unicamente demonstrar ao leitor a tipologia de equipamentos que constituem o sistema.

O dimensionamento e especificação detalhada destes equipamentos, deve ser realizada pelo fabricante da solução e deve ser validada por estudos elétricos que simulem todos os cenários do ciclo de operação dos navios e que demonstrem a compatibilidade destes com a RESP.

3.7.4.1. TRANSFORMADOR REDUTOR

Os transformadores redutores a instalar serão de montagem interior, trifásicos, do tipo seco, com dois (2) enrolamentos com isolamento uniforme, separados e em cobre. As características destes transformadores são apresentadas na Tabela 3.61.

Tabela 3.61- Características principais do transformador redutor das subestações *shoreside* MT

CARACTERÍSTICAS	VALOR
<i>Potência nominal</i>	16 MVA
<i>Relação de transformação</i>	10/TCF kV
<i>Regulação de transformação</i>	Comutador de regulação fora de carga ($U_{n\pm 2 \times 2,5\%}$)
<i>Tensão de curto-circuito da tomada principal</i>	8%
<i>Grupo de ligação</i>	Dy11
<i>Tipo de refrigeração</i>	Ar Natural

3.7.4.2. CONVERSOR DE FREQUÊNCIA

Os conversores de frequência, são uma peça integrante do sistema de abastecimento de energia a navios. Pelo facto de os navios poderem operar com frequências de 50 ou 60 Hz, estes equipamentos assumem um papel fundamental no sistema *Shore-to-Ship*. No caso dos navios de cruzeiros, pela potência e níveis de tensão envolvidos, os conversores de frequência serão de média tensão e com características que dependem muito da solução do fabricante.

Ao longo deste trabalho, fui apoiado por dois dos principais fabricantes dos sistemas de fornecimento de energia a navios, nomeadamente a *Schneider Electric* e a *Siemens Energy*, tendo ambos soluções distintas para este equipamento.

Por exemplo, a *Schneider Electric* associa ao conversor de frequência, filtros de harmónicas à entrada e saída dos conversores, enquanto a *Siemens Energy* opta por instalar filtros de harmónicas de média tensão independentes e diretamente ligados ao barramento de 10 kV da Subestação Principal.

3.7.4.3. TRANSFORMADOR ELEVADOR

Os transformadores elevadores a instalar serão de montagem interior, trifásicos, do tipo seco, com três (3) enrolamentos com isolamento uniforme, separados e em cobre. As características destes transformadores são apresentadas na Tabela 3.62.

Tabela 3.62- Características principais do transformador elevador das subestações *shoreside* MT

CARACTERÍSTICAS	VALOR
<i>Potência nominal</i>	16 MVA
<i>Relação de transformação</i>	TCF/6,6-11 kV
<i>Regulação de transformação</i>	Comutador de regulação fora de carga ($Un \pm 2 \times 2,5 \%$)
<i>Tensão de curto-circuito da tomada principal</i>	8%
<i>Grupo de ligação</i>	YNYNd5
<i>Tipo de refrigeração</i>	Ar Natural

3.7.4.4. QUADRO METÁLICO DE MT (QMMT)

Para realizar a interligação com os navios e o sistema de alimentação em média tensão que tem sido descrito nesta secção, será instalado um quadro metálico blindado de 6,6/11 kV (QMMT), do tipo “Metal-Clad”, “Metal-Enclosed” e “Gas-Insulated”, isolado para 12 kV, constituído por um barramento dimensionado para uma corrente nominal de 1250 A e para um valor eficaz de corrente de curta duração de 25 kA, durante 3 s.

O QMMT será de montagem interior, isolado em SF6, constituído por celas modulares equipadas com disjuntores fixos de corte no vácuo e seccionadores de terra com poder de fecho para a corrente de pico estipulada de curta duração.

O QMMT 10 kV será constituído pelas seguintes celas modulares:

- Uma (1) cela de chegada do Transformador Elevador do enrolamento de 6,6 kV;
- Uma (1) cela de chegada do Transformador Elevador do enrolamento de 11 kV;
- Uma (1) cela de saída para as caixas de conexão a instalar no exterior para um nível de isolamento de 11 kV;

A constituição das celas que constituem o QMMT 10 kV relativamente à aparelhagem que neles se encontra montada é estabelecido no esquema unifilar geral, plano “T2020-0359-01-PB-ELE-011-00” e que pode ser encontrado no Anexo IV deste documento.

3.7.4.4.1. CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS GERAIS

O QMMT 6,6/11 kV terá as características elétricas gerais apresentadas na Tabela 3.63.

Tabela 3.63- Características elétricas gerais do QMMT das subestações *shoreside* MT

CARACTERÍSTICAS	VALOR
<i>Número de Fases</i>	3
<i>Tensão Nominal (Un)</i>	6,6-11 kV
<i>Tensão máxima para os equipamentos (Um)</i>	12 kV
<i>Valor estipulado da tensão suportável à frequência industrial (durante 1 min) (valor eficaz)</i>	28 kV
<i>Valor estipulado da tensão suportável ao choque atmosférico (valor de pico)</i>	75 kV
<i>Valor eficaz da corrente estipulada de curta duração (3s)</i>	25 kA
<i>Valor de pico da corrente estipulada de curta duração</i>	63 kA
<i>Frequência nominal</i>	50/60 Hz
<i>Regime de Neutro</i>	Impedante

3.7.4.4.2. CORRENTES NOMINAIS E DE CURTA DURAÇÃO

As correntes nominais para os quais serão dimensionados as celas e barramentos do QMMT 6,6/11 kV são as indicadas na Tabela 3.64.

Tabela 3.64- Correntes nominais do QMMT das subestações *shoreside* MT

CELA	CORRENTE DE SERVIÇO	CORRENTE NOMINAL
<i>Chegada Transformador 6,6 kV – 9,6 MVA</i>	839,8 A	1250 A
<i>Chegada Transformador 11 kV – 16 MVA</i>	839,8 A	1250 A
<i>Saída Navio e Barramento a 6,6 ou 11 kV</i>	839,8 A	1250 A

Todo o QMMT 10 kV e todos os equipamentos que o constituem serão dimensionados para um valor eficaz de corrente de curta duração de 25 kA, durante 3s.

Por razões de dimensionamento elétrico, no nível de 6,6 kV a potência de alimentação será limitada aos 9,6 MVA que corresponde à mesma intensidade nominal do sistema de 11 kV com uma potência de 16 MVA.

3.7.4.5. REGIMES DE NEUTRO E REDE DE TERRAS

Para os sistemas HVSC, a norma IEC/ISO/IEEE 80005-1 especifica níveis de tensão e regimes de neutro para diferentes tipo de navios. De acordo com todas as partes da norma IEC 80005, a ligação de terra de um navio deverá ser similar um sistema de terras de baixa-resistência, com disparo ao primeiro defeito fase-terra.

Desta forma, o neutro do transformador elevador do sistema HVSC deve ser aterrado através de uma resistência de terra, não devendo a corrente nominal da mesma ser inferior a 1,25 vezes a corrente de carga do sistema. A corrente nominal da resistência deve em todo o caso ser dimensionada para um mínimo de 25A contínuos.

A continuidade da resistência de terra do neutro deve ser continuamente monitorizada e em caso de perda de continuidade, o disjuntor de saída da subestação *shoreside* MT deve disparar automaticamente.

Um defeito à terra não deve, em nenhum caso, criar uma tensão de passo ou contacto que exceda 30 V em qualquer local do sistema desde terra até ao navio.

Na Figura 3.30 apresenta-se uma imagem representativa de um esquema de ligação à terra aplicável a navios de cruzeiros.

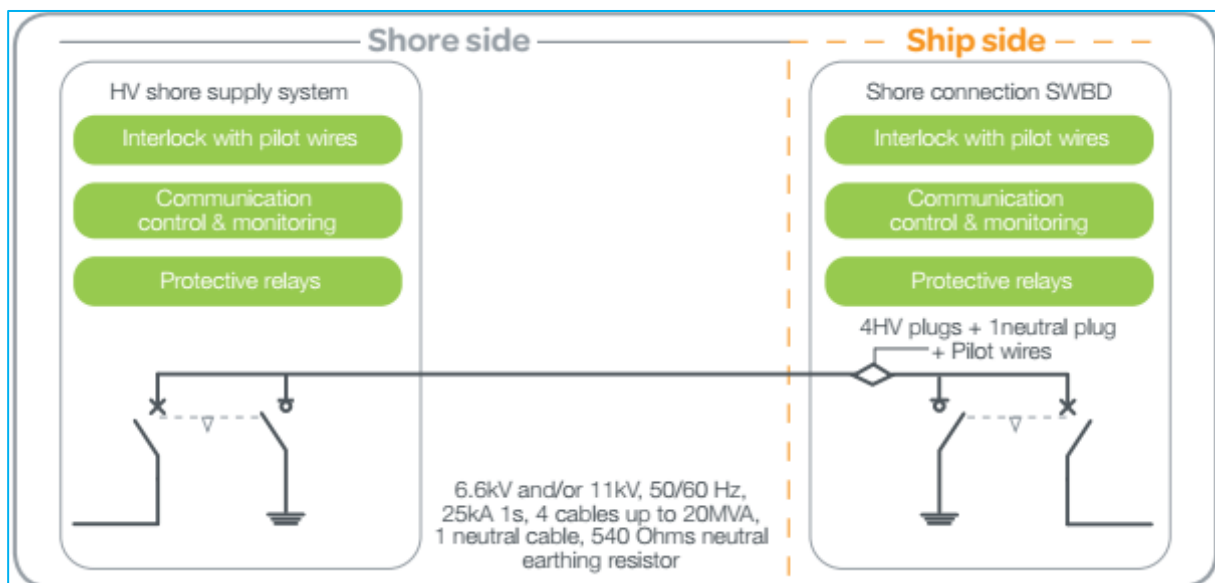


Figura 3.30 Esquema típico de ligação à terra de um navio de cruzeiros [58]

3.7.4.6. CABOS DE MÉDIA TENSÃO (MT) E BAIXA TENSÃO (BT)

Os cabos isolados de MT (6/10 kV) a utilizar serão do tipo monopolar, com alma condutora em alumínio, multifilar, compactado, isolamento de polietileno reticulado (PEX), blindagem em fios de cobre envolvidos em fita de igual material e bainha exterior de poliolefina (PO) com baixo teor de halogéneos. O isolamento exterior dos cabos de MT será da cor preta e todos os cabos isolados terão a blindagem ligada à terra em ambas as extremidades.

As características dos cabos MT a utilizar no presente projeto são apresentadas na Tabela 3.65, sendo as mesmas de acordo com a DMA C33-251/N [54]. Os cálculos justificativos relativos ao dimensionamento destes cabos podem ser encontrados no Anexo III.

Tabela 3.65- Caracterização das ligações de MT nas Subestações *Shoreside* MT

Circuito	QMMT SE Principal -> Transformador Redutor	Transformador Elevador -> QMMT <i>Shoreside</i> MT	QMMT <i>Shoreside</i> -> Caixas de Conexão
<i>Origem</i>	QMMT 10 kV	TP TCF/6,9-11 kV	QMMT 6,9/11 kV
<i>Destino</i>	TP 10/TCF kV	QMMT 6,9/11 kV	Caixas de conexão
<i>Nível de isolamento</i>	6/10 kV		
<i>Nº de condutores por fase</i>	4		
<i>Secção do condutor principal</i>	300 mm ²		
<i>Secção da blindagem</i>	16 mm ²		
<i>Designação do cabo de acordo com NP 665</i>	LXHIOZ1 (cbe) 4x[3x(1x300/16 mm ²)] 6/10 kV		
<i>Modo de instalação</i>	Caleira (ao ar)		
<i>Intensidade nominal admissível</i>	2496 A		
<i>Comprimento aproximado</i>	30 m	30 m	300 m

As ligações entre os transformadores redutores e elevadores e o conversor de frequência, devem ser dimensionadas pelo fabricante do sistema em função da tecnologia a escolher e do nível de tensão do mesmo.

Os cabos isolados de BT apresentarão as mesmas características dos cabos utilizados na subestação e que se encontram descritos no ponto 3.7.2.18.3.

3.7.5. SUBESTAÇÕES SHORESIDE BT, LOW VOLTAGE SHORE CONNECTION (LVSC)

Conforme referido anteriormente, a alimentação de energia aos navios de mercadorias, será assegurada por subestações *shoreside* de baixa tensão, com uma potência máxima de 1MVA, tensão de entrada de 10 kV, tensão e frequência de saída variáveis para 400, 440 e 690 V e 50 ou 60 Hz. Estas subestações deverão ser desenhadas de acordo com a norma IEC 8005-3 [15] respeitante aos sistemas de conexão a navios em baixa tensão, *Low Voltage Shore Connection (LVSC)*.

Estes tipos de subestações caracterizam-se pela sua modularidade e por serem instaladas dentro de contentores de 20 ou 40 pés, dependendo das suas potências e características

elétricas. Na Figura 3.31 pode encontrar-se uma imagem esquemática de uma subestação *shoreside* BT do Fabricante *Schneider Electric* e na Figura 3.32 a imagem real correspondente.

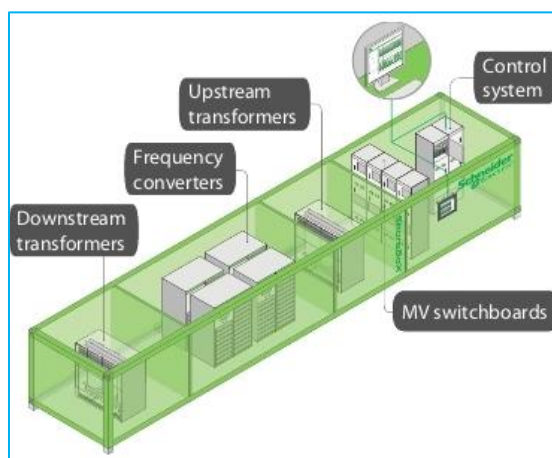


Figura 3.31-Imagem esquemática de subestação *shoreside* BT – Sistema ShoreBox da Schneider Electric [59]



Figura 3.32-Imagem real de subestação *shoreside* BT – Sistema ShoreBox da Schneider Electric [60]

A localização das subestações *shoreside* BT nos terminais de mercadorias é a que se apresenta na Tabela 3.66, dependendo do cenário proposto.

Tabela 3.66-Quantidade de Subestações *Shoreside* BT por terminal para cada cenário considerado

TERMINAL	CENÁRIO 1	CENÁRIO 2	CENÁRIO 3
<i>Terminal Multipurpose de Lisboa (TSA)</i>	1	2	3
<i>Terminal de Contentores de Santa Apolónia (SOTAGUS)</i>	1	2	3
<i>Terminal Multiusos do Beato (TMB)</i>	1	2	2
<i>Terminal de Granéis Alimentares do Beato (SILOPOR)</i>	1	1	1
<i>Terminal Multiusos do Poço do Bispo (ETE)</i>	1	2	2

Assim, cada sistema de alimentação BT *onshore* ou subestação *shoreside* BT será inserido num contentor marítimo adaptado para o efeito, onde estarão instalados os seguintes equipamentos:

- Um (1) QMMT de 10 kV constituído por duas (2) celas, uma (1) de chegada do Posto de Seccionamento e uma (1) de proteção do transformador redutor;
- Um (1) transformador redutor de dois (2) enrolamentos, o primário de 10 kV e secundário de 400 V que servirá para alimentar o conversor de frequência;
- Um (1) conversor de frequência de baixa tensão com 1 MVA de potência nominal, 400 V de tensão de entrada e a possibilidade de ajustar as frequências de saída a 50 ou 60 Hz de acordo com as necessidades dos navios. A este conversor de frequência poderá, dependendo da solução do fabricante, estar associado um filtro de harmónicos que limitará os efeitos dos mesmos na rede, permitindo a redução do impacto destes sistemas na Rede Elétrica de Serviço Público (RESP);
- Um (1) transformador elevador de três (3) enrolamentos, com 400 V no secundário e 400/440 ou 690 V no primário, dependendo da tensão dos navios. Aos neutros dos primários serão associadas resistências de terra de 25 Ω com a função de proteção dos navios e pessoas contra defeitos à terra. Este transformador servirá também para realizar o isolamento galvânico dos navios ao sistema elétrico em terra;
- Um (1) Quadro Geral de Baixa Tensão (QGBT) preparado para a tensão mais elevada do sistema, 690 V e constituído por um conjunto de dois (2) interruptores de chegada do transformador elevador que deverão estar encravados mecanicamente entre si e seis (6) disjuntores de saída, um (1) para o descarregador de sobretensões e cinco (5) de saída para os navios.
- Um (1) armário de comando, controlo e proteção de cada sistema, que por sua vez será interligado com o Sistema de Aquisição de Dados (SCADA) global da instalação, cuja caracterização é feita na secção 3.7.7 corresponde aos Sistemas de Proteção, Comando e Controlo (SPCC);

Em resumo, as características elétricas gerais das subestações *shoreside* BT podem encontrar-se na Tabela 3.67.

Tabela 3.67- Características elétricas gerais das Subestações *Shoreside* BT

CARACTERÍSTICAS	ESCALÃO MT	ESCALÃO BT (1)	ESCALÃO BT (2)
<i>Número de Fases</i>	3	3	3
<i>Tensão nominal (U_n)</i>	10 kV	0,4 kV	0,4/0,44/0,69 kV
<i>Tensão máxima para os equipamentos (U_m)</i>	12 kV	1 kV	1 kV
<i>Valor eficaz da corrente estipulada de curta duração (3s)</i>	16 kA	10 kA	10 kA
<i>Valor de pico da corrente estipulada de curta duração</i>	40 kA	25 kA	25 kA
<i>Frequência nominal</i>	50/60 Hz	50/60 Hz	50/60 Hz
<i>Regime de Neutro</i>	Impedante	Aterrado	Aterrado através de resistência de terra

A quantidade e tipo de equipamentos que constituem as subestações *shoreside* MT pode ser encontrada nos esquemas unifilares do projeto, desenhos “T2020-0359-01-PB-ELE-002/012/013/014/015”, apresentados no Anexo IV.

3.7.5.1. TRANSFORMADOR REDUTOR

Os transformadores redutores a instalar serão de montagem interior, trifásicos, do tipo seco, com dois (2) enrolamentos com isolamento uniforme, separados e em cobre. As características destes transformadores são apresentadas na Tabela 3.68.

Tabela 3.68- Características principais do transformador redutor das subestações *shoreside* BT

CARACTERÍSTICAS	VALOR
<i>Potência nominal</i>	1,1 MVA
<i>Relação de transformação</i>	10/0,4 kV
<i>Regulação de transformação</i>	Comutador de regulação fora de carga ($U_n \pm 2 \times 2,5\%$)
<i>Tensão de curto-circuito da tomada principal</i>	5%
<i>Grupo de ligação</i>	Dyn5
<i>Tipo de refrigeração</i>	Ar Natural

3.7.5.2. CONVERSOR DE FREQUÊNCIA

Os conversores de frequência das subestações *shoreside* BT têm a mesma função e princípio de funcionamento dos das subestações *shoreside* MT caracterizados no ponto 3.7.4.2. A diferença entre eles é que estes últimos são de menor potência e alimentados em baixa tensão.

3.7.5.3. TRANSFORMADOR ELEVADOR

Os transformadores elevadores a instalar serão de montagem interior, trifásicos, do tipo seco, com três (3) enrolamentos com isolamento uniforme, separados e em cobre. As características destes transformadores são apresentadas na Tabela 3.69.

Tabela 3.69- Características principais do transformador elevador das subestações *shoreside* BT

CARACTERÍSTICAS	VALOR
<i>Potência nominal</i>	1 MVA
<i>Relação de transformação</i>	0,4/0,42-0,69 kV
<i>Regulação de transformação</i>	Comutador de regulação fora de carga ($Un \pm 2 \times 2,5\%$)
<i>Tensão de curto-circuito da tomada principal</i>	5%
<i>Grupo de ligação</i>	YNYNd5
<i>Tipo de refrigeração</i>	Ar Natural

Cabe referir que as subestações *shoreside* BT são geralmente comercializadas para permitirem na sua saída tensões de 440 e 690 V de forma a se poderem adequar aos diversos tipos de navios. No entanto, tendo em conta que nos inquéritos realizados se verificou que os navios de mercadorias que atracam no Porto de Lisboa, funcionam com uma tensão nominal de 400V, optou-se por especificar um transformador elevador com um primário de 420V, conseguindo-se, através do comutador de tomadas fora de carga, obter uma tensão nominal variável entre os 399 V e os 441 V. Com esta gama, o sistema consegue servir os atuais navios com uma tensão de alimentação de 400 V e futuros navios que venham a passar em algum dos terminais e que possua uma tensão nominal de 440 V.

3.7.5.4. QUADRO METÁLICO DE MT (QMMT)

Para realizar a interligação com os navios e o sistema de alimentação em média tensão que tem sido descrito nesta secção, será instalado um quadro metálico blindado de 10 kV (QMMT), do tipo “*Metal-Clad*”, “*Metal-Enclosed*” e “*Gas-Insulated*”, isolado para 12 kV, constituído por um barramento dimensionado para uma corrente nominal de 630 A e para um valor eficaz de corrente de curta duração de 16 kA, durante 3 s.

O QMMT será de montagem interior, isolado em SF₆, constituído por celas modulares equipadas com disjuntores fixos de corte no vácuo e seccionadores de terra com poder de fecho para a corrente de pico estipulada de curta duração.

O QMMT 10 kV será constituído pelos seguintes tipos de celas modulares:

- Uma (1) cela de chegada do Posto de Seccionamento;
- Uma (1) cela de saída e proteção do Transformador Redutor;

A constituição das celas que constituem o QMMT 10 kV relativamente à aparelhagem que neles se encontra montada é estabelecido nos esquemas unifilares de cada um dos terminais, desenhos “T2020-0359-01-PB-ELE-002/012/013/014/015”, apresentados no Anexo IV.

3.7.5.4.1. CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS GERAIS

O QMMT 10 kV terá as características elétricas gerais apresentadas na Tabela 3.70.

Tabela 3.70- Características elétricas gerais do QMMT das subestações *shoreside* BT

CARACTERÍSTICAS	VALOR
<i>Número de Fases</i>	3
<i>Tensão Nominal (Un)</i>	10 kV
<i>Tensão máxima para os equipamentos (Um)</i>	12 kV
<i>Valor estipulado da tensão suportável à frequência industrial (durante 1 min) (valor eficaz)</i>	28 kV
<i>Valor estipulado da tensão suportável ao choque atmosférico (valor de pico)</i>	75 kV
<i>Valor eficaz da corrente estipulada de curta duração (3s)</i>	16 kA
<i>Valor de pico da corrente estipulada de curta duração</i>	40 kA
<i>Frequência nominal</i>	50/60 Hz
<i>Regime de Neutro</i>	Impedante

3.7.5.4.2. CORRENTES NOMINAIS E DE CURTA DURAÇÃO

As correntes nominais para os quais serão dimensionados as celas e barramentos do QMMT 10 kV são as indicadas na Tabela 3.71.

Tabela 3.71- Correntes nominais do QMMT das subestações *shoreside* BT

CELA	CORRENTE DE SERVIÇO	CORRENTE NOMINAL
<i>Barramento</i>	63,5 A	630 A
<i>Chegada PS – 1,1 MVA</i>	63,5 A	630 A
<i>Saída Transformador 10/0,4 kV – 1,1 MVA</i>	63,5 A	630 A

Todo o QMMT 10 kV e todos os equipamentos que o constituem serão dimensionados para um valor eficaz de corrente de curta duração de 16 kA, durante 3s.

3.7.5.5. REGIMES DE NEUTRO E REDE DE TERRAS

Para os sistemas LVSC, a norma IEC/ISO/IEEE 80005-3 especifica níveis de tensão e regimes de neutro para diferentes tipo de navios. De acordo com todas as partes da norma IEC 80005, a ligação de terra de um navio deverá ser similar um sistema de terras de baixa-resistência, com disparo ao primeiro defeito fase-terra.

Desta forma, o neutro do transformador elevador do sistema LVSC dever ser aterrado através de uma resistência de terra, devendo a corrente nominal da mesma ser no mínimo de 16 A para um período de 5 segundos ou 5 A contínuos.

A continuidade da resistência de terra do neutro deve ser continuamente monitorizada e em caso de perda de continuidade, o disjuntor de saída da subestação *shoreside* BT deve disparar automaticamente.

Um defeito à terra não deve, em nenhum caso, criar uma tensão de passo ou contacto que exceda 25 V em qualquer local do sistema de fornecimento de energia desde terra até ao navio.

3.7.5.6. CABOS DE BAIXA TENSÃO (BT)

Entre as subestações *shoreside* BT e as caixas de conexão perto do navio, serão instalados cabos isolados BT, de tensão nominal de 0,6/1 kV e secção de 185 mm² de acordo com a norma IEC 80005-3 [15], ainda de acordo com a referida norma, cada cabo deve ser constituído por 3 condutores de fase, 1 condutor de terra e 4 condutores de controlo e sinalização. De acordo com a Tabela B.1 da referida norma e que pode ser encontrada na Figura 3.33, em função da potência e tensão do sistema, podem ser instalados até 5 cabos em paralelo, o que acontece no caso das subestações *shoreside* BT de 1 MVA que estão a ser utilizadas neste projeto.

Table B.1 – Number of feeders function of power demand and voltage

Power demand kVA	Voltage V		
	400	440	690
250	2	1	1
500	3	2	2
750	4	3	2
1 000	5	4	3

Figura 3.33-Número de cabos em função da potência e tensão [15]

Os cabos devem ser isentos de halogéneos, resistentes ao fogo e não propagadores da chama. A bainha exterior dos cabos deverá ser de cor preta e resistente ao óleo, atmosfera marítima, água do mar, radiação UV e bloqueio à água.

3.7.6. LIGAÇÃO SHIP-TO-SHORE

Para realizar a ligação entre cada Subestação *Shoreside* e o navio a alimentar atracado no cais/terminal, é necessária a utilização de um sistema de cabos, conhecido como *Cable Management System (CMS)*, que permitirá realizar a ligação entre a Subestação *Shoreside* e as caixas de conexão presentes em cada terminal e entre estas e os navios.

O CMS escolhido dependerá das características do navio a alimentar e das próprias características do terminal onde será inserido. Neste aspeto, o Terminal de Cruzeiros de Lisboa (LCP) possui algumas particularidades, nomeadamente a impossibilidade de realizar trabalhos de escavação e abertura de valas no seu cais, minimizando assim o número de soluções técnicas viáveis para este terminal.

Para os restantes terminais de mercadorias, a solução para o CMS poderá ser mais convencional, não existindo critérios de construção desfavoráveis.

Assim, o CMS selecionado, que variará entre o Terminal de Cruzeiros de Lisboa (LCP) e os restantes terminais de mercadorias, deverá cumprir com o definido no Capítulo 7 da norma IEC 80005-1 [13] (ligação em MT) e da IEC 80005-3 [15] (ligação em BT).

3.7.6.1. TERMINAL DE CRUZEIROS DE LISBOA (LCP)

Conforme referido anteriormente, pelo facto de na remodelação do terminal de cruzeiros não terem sido previstas infraestruturas para uma instalação futura de um sistema de alimentação *Shore-To-Ship*, é agora difícil adequar o tipo de sistemas a utilizar neste terminal. Para melhor enquadramento, na Figura 3.34 e no desenho “T2020-0359-01-PB-ELE-041” apresenta-se a localização e quantidade de equipamentos previstos no terminal de cruzeiros. Os círculos representados nesta figura indicam a título referencia a localização prevista para as caixas de conexão entre as Subestação Principal e o *Cable Management System (CMS)*, estando representados a amarelo os equipamentos a instalar na primeira fase, a azul numa segunda fase e a vermelho numa fase final.



Figura 3.34-Implantação de equipamentos no Terminal de Cruzeiros de Lisboa (LCP)

Neste terminal, o *Cable Management System* assentará, essencialmente, em veículos autopropulsores elétricos, comandados manualmente por um operador qualificado como o apresentado na Figura 3.35 da empresa *Stemman-Technik*. Assim, e sendo uma unidade móvel, previamente à ligação STS, é necessária a sua manobra até um local adequado para realização do ligação ao navio atracado. Esta mobilidade garante flexibilidade no local de ligação ao navio, se na proa, se a meio ou se na popa. Este veículo permitirá assim levar os cabos de alimentação em Média Tensão desde a caixa de conexão que por sua vez é alimentada pela subestação principal, até ao navio.



Figura 3.35-Veículo Shore CONNECT da Stemman-Technik [61]

Nas horas em que o veículo não esteja a ser utilizado para carregamento de navios de cruzeiro, o mesmo deverá ser conduzido para um local afastado do cais, de modo a permitir a livre movimentação das operações de carga e descarga.

Nas horas em que seja requerida a ligação aos navios, as características e posição do veículo deverão ser tais que não seja possível a existência de constrangimentos nas mais variadas operações de carga e descarga realizadas pelos navios acostados no terminal.

Devido à importante componente estética do Terminal de Cruzeiros de Lisboa (LCP), não se encontra considerada uma instalação fixa de caixas de conexão ao longo do cais, estando prevista a sua instalação junto à passerelle utilizada para a descarga de passageiros, tal como pode ser visualizado na Figura 3.36.



Figura 3.36-Localização prevista para as caixas de conexão

As caixas de conexão a instalar no Terminal de Cruzeiros serão semelhantes à apresentada na Figura 3.37 da empresa *Stemman-Technik*.

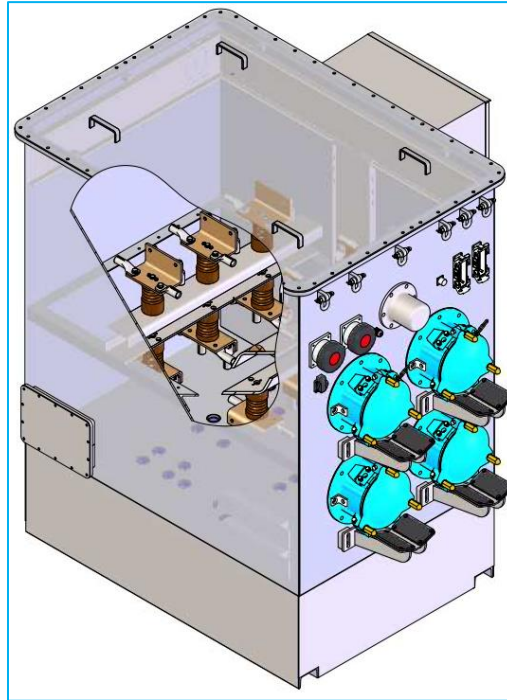


Figura 3.37-Caixa de conexão para 6,6/11 kV e 16 MVA da Stemman-Technik [62]

O número de caixas de conexão deverá ser de três por posição de navio, conforme se pode visualizar na Figura 3.34 de modo a garantir flexibilidade de ligação. Isto porque o local de ligação dos navios ao sistema *OPS (Onshore Power Supply)* poderá situar-se na proa, popa ou mesmo no centro do navio.

Idealmente, os cabos que interligam as caixas de conexão e os navios, deverão ter uma flexibilidade horizontal de 40m de posicionamento ao longo do cais, considerando adicionalmente uma distância máxima de 30m entre as caixas de conexão que se encontram por baixo da passerelle e o extremo longitudinal do cais. Assim, e no caso de um CMS com uma capacidade de 70m de cabo, são garantidos os 40m de flexibilidade horizontal em relação ao eixo da caixa de conexão.

Utilizando como exemplo um navio cruzeiro de 360 m de comprimento, aproximadamente o mesmo comprimento do cais mais a sul do LCP, é possível garantir, com três caixas de conexão, uma cobertura de cerca de 67% de todo o comprimento do navio. Considerando que o local de ligação do navio poderá situar-se na proa, popa ou mesmo no centro do navio, garantindo três pontos de ligação em terra, cada um com uma flexibilidade horizontal de 40m, garante-se uma cobertura de cerca de 240 m em todo o navio.

3.7.6.2. TERMINAIS DE MERCADORIAS

Nos terminais de mercadorias não são esperadas dificuldades construtivas que possam condicionar a utilização de soluções técnicas convencionais e já comumente utilizadas em outros portos Europeus e Mundiais.

Nas figuras abaixo apresentadas, pode ser visualizada a localização e quantidade de equipamentos elétricos previstos para cada terminal de mercadorias. O código de cores utilizado tem o mesmo significado do já utilizado no Terminal de Cruzeiros de Lisboa (LCP), estando representados a amarelo os equipamentos a instalar na primeira fase, a azul numa segunda fase e a vermelho numa fase final. No que diz respeito à simbologia utilizada, o quadrado representa os Postos de Seccionamento (PS), o retângulo as subestações *shoreside* BT e os triângulos as caixas de conexão BT instaladas junto ao cais.

Assim, na Figura 3.38 e desenho “T2020-0359-01-PB-ELE-042” encontra-se a implantação de equipamentos no Terminal *Multipurpose* de Lisboa (TSA), na Figura 3.39 e desenho “T2020-0359-01-PB-ELE-043” o mesmo para o Terminal de Contentores de Santa Apolónia (SOTAGUS), na Figura 3.40 e desenho “T2020-0359-01-PB-ELE-044” o Terminal Multiusos do Beato (TMB), na Figura 3.41 e desenho “T2020-0359-01-PB-ELE-045” o Terminal de Granéis Alimentares do Beato (SILOPOR) e na Figura 3.42 e desenho “T2020-0359-01-PB-ELE-046” o Terminal Multiusos do Poço do Bispo (ETE).

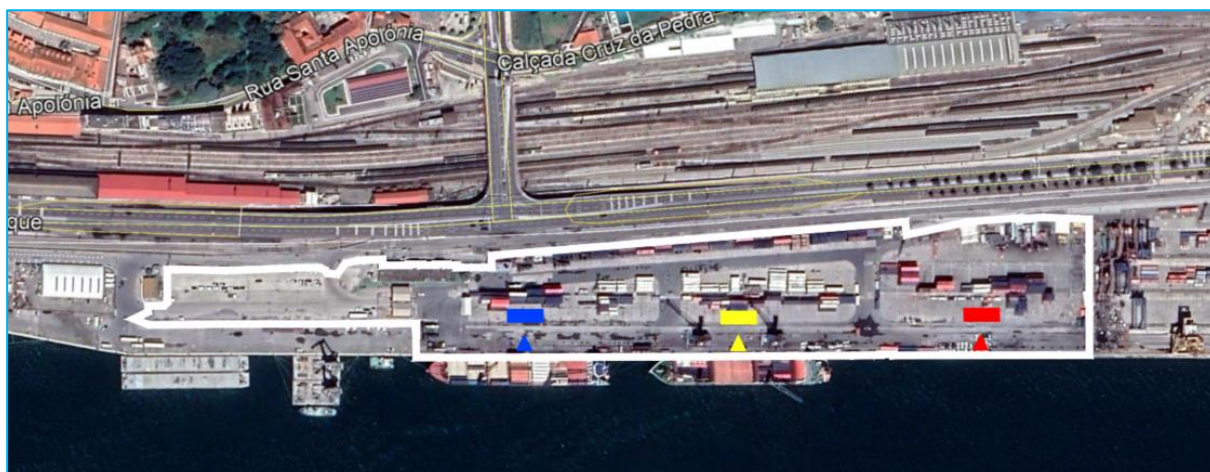


Figura 3.38-Implantação de equipamentos no Terminal *Multipurpose* de Lisboa (TSA)



Figura 3.39-Implantação de equipamentos no Terminal de Contentores de Santa Apolónia (SOTAGUS)



Figura 3.40-Implantação de equipamentos no Terminal Multiusos do Beato (TMB)



Figura 3.41-Implantação de equipamentos no Terminal de Granéis Alimentares do Beato (SILOPOR)



Figura 3.42-Implantação de equipamentos no Terminal Multiusos do Poço do Bispo (ETE)

À semelhança do terminal de cruzeiros, também nos terminais de mercadorias se requiere a instalação de caixas de conexão fixas junto ao cais e próximas aos habituais pontos de atracação dos navios. O tipo de caixas de conexão a utilizar pode ser encontrado na Figura 3.43, sendo a mesma referente a um sistema com 3 cabos em paralelo.

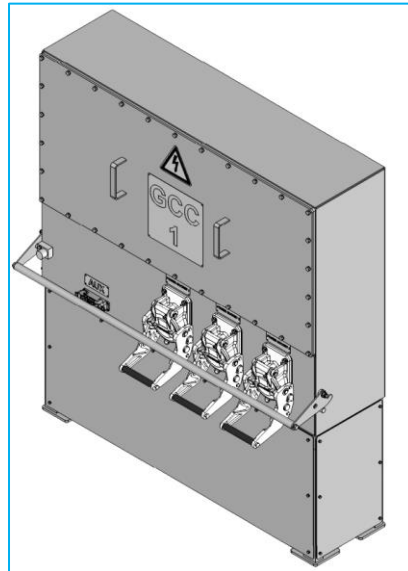


Figura 3.43-Caixa de conexão para 0,44/0,69 kV e 1 MVA da *Stemman-Technik* [63]

Para fazer chegar os cabos desde a caixa de conexão aos navios, podem ser utilizados vários tipos de sistemas, aquele que se considera mais adequado para os terminais em estudo é o apresentado na Figura 3.44 da empresa *Stemman-Technik* que pode ser transportado para junto do navio através de um empilhador ou porta paletes.

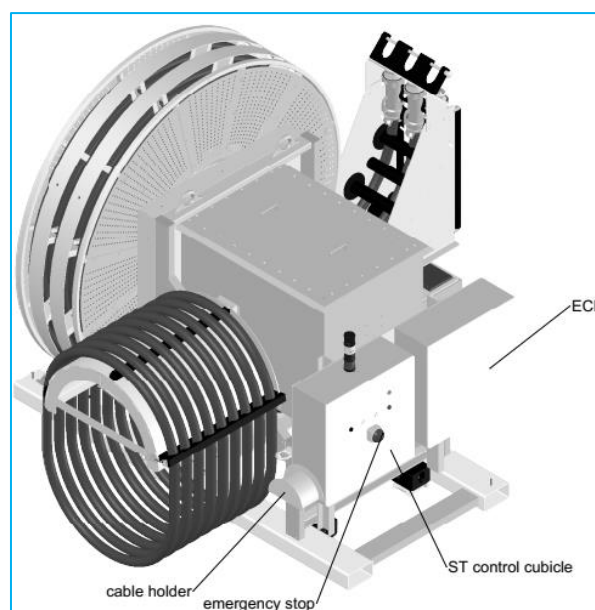


Figura 3.44-Sistema de gestão de cabos BT da *Stemman-Technik* [64]

3.7.7. SISTEMA DE PROTEÇÃO, COMANDO E CONTROLO (SPCC)

3.7.7.1. GENERALIDADES

A solução a implementar para o Sistema de Proteção, Comando e Controlo (SPCC) global deverá basear-se em equipamentos de tecnologia digital, aplicados de uma forma integrada, constituindo um sistema único que visa, fundamentalmente, a obtenção de:

- Uma estrutura do sistema de proteção, comando e controlo modular e flexível, facilmente adaptável às evoluções das instalações;
- Simplificação das interligações entre os diversos equipamentos de proteção, comando e controlo da Subestação, dos Postos de Seccionamento e das Subestações *Shoreside* MT e BT;
- Maior eficiência na supervisão da instalação, conseguida pela disponibilização à distância da informação adequada a um leque variado de agentes que nela intervêm (incluindo funções de autodiagnóstico), facilitando assim a realização de planificação, de controlo, de conservação e manutenção;
- Uma otimização do controlo de diversas funcionalidades do Sistema, como consequência da integração permitida pela tecnologia utilizada.

O Sistema de Proteção, Comando e Controlo para a Subestação e para o sistema *Shore-to-Ship* (STS) do Porto de Lisboa, será constituído por diversos equipamentos que serão interligados através da rede Ethernet em fibra ótica e cabos de pares, nomeadamente:

- Uma Unidade Central correspondente ao PLC Master, ou Software PLC;
- Um Servidor SCADA;
- Um Posto do Comando Local (PCL);
- Uma RTU para integração com sistemas SCADA e de Gestão externos;
- Consolas Gráficas Táteis de Visualização e Operação;
- PLC para Aquisição de Sinais e Comando dos vários subsistemas;
- Unidades de I/O Remoto (RIO);
- Unidades de Proteção (UP);
- Unidades de Comando e Proteção Multifunções (UCP);

- Contadores de Energia;
- Analisadores de Qualidade de Energia;
- Centrais de Medida;
- Gateways.

Além do equipamento principal da rede de energia serão também monitorizados os Sistemas de Alimentação e os Quadros de Serviços Auxiliares através de unidades RIO.

A rede LAN do SPCC deverá utilizar o protocolo de comunicação IEC 61850 para os IED associados ao Comando e Proteção dos equipamentos da infraestrutura de energia elétrica, e protocolos Ethernet tipicamente industriais para outros equipamentos do sistema, como sejam o PROFINET ou o MODBUS TCP.

Em casos particulares, para equipamentos muito específicos para os quais não seja possível disponibilizar portas de comunicação Ethernet, deverão ser utilizados protocolos série, preferencialmente suportados em canais físicos RS-485, como sejam o MODBUS RTU ou DNP3.

Os *switch* existentes na rede de comunicações deverão ser certificados para utilização dos protocolos de comunicação a utilizar, e dispor de portas de rede de cobre e de fibra ótica monomodo ou multimodo suficientes para a aplicação atual, e para expansões que venham a ocorrer no futuro.

A infraestrutura de rede que interligará as diversas instalações deverá recorrer a fibra ótica, com uma topologia em anel que assegure uma redundância de pelo menos N-1. Deverão existir anéis independentes para cada um dos subsistemas.

No plano “T2020-0359-01-PB-ELE-004” que pode ser encontrado no Anexo IV, apresenta-se um diagrama de arquitetura ilustrativo da solução a instalar. Ficará ao critério dos fornecedores dos equipamentos a eventual apresentação de soluções alternativas, desde que cumpram com os princípios acima descritos.

3.7.7.2. **ARQUITETURA E ORGANIZAÇÃO FUNCIONAL**

O SPCC será responsável pela proteção, comando e controlo de todos os órgãos da instalação, sendo constituído por diversos módulos de processamento de informação que, devidamente interligados, lhe permitem desempenhar as funções inerentes à operação uma Rede de Energia, nomeadamente no que se refere a:

- Aquisição de estados, sinais e alarmes;
- Aquisição de medidas;
- Controlo sobre os equipamentos com acionamento elétrico;
- Funções de proteção;
- Modo de funcionamento e encravamentos;
- Automatismos;
- Gestão da informação;
- Manutenção e teleparametrização;
- Interface humano-máquina;

Uma abordagem generalizada da arquitetura do sistema pode dividi-la em quatro níveis hierárquicos interligados entre si:

- Nível 0 - Processo - Equipamentos de AT, MT, e BT do OSPS com os quais o SPCC interage;
- Nível 1 - Unidades de Comando e Proteção, Dispositivos Eletrónicos Inteligentes (IED), PLC, Unidades RIO;
- Nível 2 – Posto de Comando Local, Consolas de Operação, Quadros de Comando;
- Nível 3 – Centro de Comando APL;

A interligação entre os níveis 0 e 1 será efetuada por intermédio de ligações elétricas cabladas.

A interligação entre os equipamentos do nível 1 e o nível 2 será efetuada por intermédio de uma rede local de comunicação de dados com suporte físico em fibra ótica e cabos de pares.

O SPCC assegurará continuamente que todos os dados provenientes da interação com a Subestação e por si gerados possam ser disponibilizados para um nível superior – Nível 3 -

Centro de Comando da APL - de modo a permitir que o comando e controlo de todo o sistema STS possa ser efetuado à distância.

Assim sendo, a arquitetura e organização funcional do SPCC deve seguir uma orientação modular, flexível e de fácil expansão, baseada em tecnologia digital de processamento distribuído.

No que diz respeito à organização funcional, apresentam-se de seguida as funções que deverão caracterizar cada um dos módulos que constituem o SPCC.

3.7.7.2.1. NÍVEL 1

3.7.7.2.1.1. IED

Os *Intelligent Electronic Device (IED)* englobados no STS estarão associados a equipamentos e processos específicos e serão responsáveis por desempenhar as funções de comando, controlo, supervisão particulares do equipamento ou processo correspondente, como por exemplo:

- Aparelhos de medida digitais;
- Equipamentos de monitorização de qualidade de energia;
- Conversores de medida;

Cada IED deverá conter um sistema de autodiagnóstico que continuamente verifique o estado do software e hardware de todos os módulos funcionais.

3.7.7.2.1.2. PLC E UNIDADES RIO

Os equipamentos do tipo *Programmable Logic Controller (PLC)* e *Remote Input Output (RIO)* serão responsáveis por desempenhar as funções de aquisição de sinais e analógicos de equipamentos conexos aos da rede de energia. Serão também responsáveis pelo seu comando e pela imposição de *setpoints* sobre as unidades que atuam diretamente sobre o processo.

Estes equipamentos serão compostos pelos seguintes Módulos Funcionais:

- Módulo de processamento;
- Módulo de comunicação;
- Módulo de interface humano – máquina;
- Módulos de entradas digitais;
- Módulos de entradas analógicas, com eventual recurso a conversores externos das grandezas de campo;
- Módulos de saídas digitais;
- Módulos de saídas analógicas.

Cada PLC e RIO deverá conter um sistema de autodiagnóstico que continuamente verifique o estado do software e hardware de todos os módulos funcionais.

3.7.7.2.1.3. UNIDADES DE COMANDO E PROTEÇÃO

As Unidades de Comando e Proteção (UCP), que serão responsáveis por desempenhar as funções de comando, controlo, supervisão e proteção elétrica dos equipamentos da rede de energia AT e MT, sendo constituídas pelos seguintes Módulos Funcionais:

- Módulo de processamento;
- Módulo de comunicação;
- Módulo de interface humano - máquina.
- Módulos de entradas digitais;
- Módulos de entradas analógicas diretas em CA;
- Módulos de entradas analógicas em CC, para aplicações específicas;
- Módulos de saídas digitais.

Cada UCP deverá conter um sistema de autodiagnóstico que continuamente verifique o estado do software e hardware de todos os módulos funcionais.

3.7.7.2.2. NÍVEL 2

Este nível deverá desempenhar as funções relacionadas com o comando e controlo centralizados de partes ou de todo o sistema STS, nomeadamente:

3.7.7.2.2.1. PLC MASTER

O PLC *Master* será responsável por:

- Supervisão e comando global do STS, diretamente através das suas próprias capacidades de entradas/saídas para os equipamentos localizados nas proximidades, ou através da rede de comunicações que o interligará aos outros PLC, RIO e IED da instalação;
- Implementação de algoritmos de operação automática de processos e subprocessos da instalação;
- Recolha e tratamento da informação gerada;
- Disponibilização da informação necessária à *Remote Terminal Unit (RTU)* e ao Servidor do Sistema de Supervisão e Aquisição de Dados (SCADA).

3.7.7.2.2.2. PLC DISTRIBUÍDOS

Existirão PLC Distribuídos pelos vários subsistemas do STS. Pretende-se desta forma que, em caso de falha do PLC Master, seja possível manter uma supervisão e comando efetivos dos subsistemas, tolerando-se nessa situação a perda de algum tipo de funções de alto nível implementadas no PLC Master como seja, por exemplo, a gestão inteligente de cargas.

Os PLC Distribuídos serão responsáveis por:

- Supervisão e comando global do subsistema respetivo, diretamente através das suas próprias capacidades de entradas/saídas para os equipamentos localizados nas proximidades, ou através da rede de comunicações que o interligará aos outros PLC, RIO e IED da instalação;
- Implementação de algoritmos de operação automática de processos e subprocessos do subsistema;
- Recolha e tratamento da informação gerada;
- Disponibilização da informação necessária à RTU e ao Servidor SCADA.

3.7.7.2.2.3. RTU

A *Remote Terminal Unit (RTU)* terá como função a implementação da interface de comunicação para integração do SPCC do sistema STS com o centro de comando da APL.

Esta ligação irá utilizar um protocolo suportado em Ethernet, compatível com o Software SCADA existente no centro de comando.

O protocolo a utilizar deverá disponibilizar funções avançadas de troca de informação, garantindo um elevado grau de funcionalidades, como sejam o envio de sequências de eventos e de listagem de alarmes, a disponibilização de medidas e estados em tempo quase-real, ou a implementação de mecanismos de controlo de hierarquia de comando.

Como exemplos de protocolos com este tipo de capacidades sugerem-se os seguintes: IEC 60870-5-104, DNP 3.0 TCP, OPC-UA.

A seleção do modo de funcionamento do sistema STS e dos seus parâmetros de operação será feita a partir do centro de comando da APL através do canal de comunicação existente entre este e a RTU.

A RTU será responsável pela transferência das ordens e *set-points* definidos pelo centro de comando da APL aos vários equipamentos do sistema STS, e pelo envio de toda a informação de funcionamento do STS requerida pelo centro de comando da APL.

Pretende-se que a RTU funcione de forma independente do Servidor SCADA, permitindo a interação direta do centro de comando da APL sobre qualquer um dos subsistemas de Nível 1 do STS.

3.7.7.2.2.4. SERVIDOR SCADA

O Servidor do Sistema de Supervisão e Aquisição de Dados (SCADA) deverá implementar de forma integrada o tratamento, armazenamento e apresentação de toda a informação relevante para a operação e supervisão em tempo real do estado de funcionamento do sistema STS, nomeadamente:

- Diagramas Gerais e Parciais dos elementos da instalação, com representação visual do estado de aparelhagem AT, MT e BT, estado de funcionamento dos conversores de frequência, estado de funcionamento dos serviços auxiliares, estado das comunicações e grandezas analógicas relevantes (tensão, corrente, potência, fator de potência, etc...).

Os diagramas deverão ser organizados de forma a simplificar a interpretação da informação durante a operação;

- Gestão de Alarmes: deverá existir uma interface de apresentação de alarmes, com possibilidade de filtragem (por nível de gravidade, por zona da instalação, por equipamento, por tipo de alarme, etc...). Deverá ser claro o estado de cada alarme (ativo, reconhecido, inativo, ...). Deverão ser atribuídos níveis de importância a cada um dos alarmes, que serão apresentados de forma evidente ao utilizador, recorrendo por exemplo a um código de cores.

O processo de interação com a gestão de alarmes deverá ser baseado nas definições da norma IEC 62682 [65];

- Registo de Sequência de Eventos: deverá existir um registo de sequência de eventos, com possibilidade de ordenação e filtragem (por nível de gravidade, por zona da instalação, por equipamento, por tipo de alarme, etc...). Deverão ser registadas as transições de estado de cada informação monitorizada, com datação temporal de cada transição;
- Registo de Históricos: deverão existir arquivos de registos históricos do funcionamento do STS que permitam a análise de nível superior sobre a performance global do sistema e individual de cada um dos seus elementos.

Deverá ser possível visualizar esses registos históricos de forma gráfica e de forma tabular.

3.7.7.2.2.5. POSTO DE COMANDO LOCAL

O Posto de Comando Local servirá como interface de operação alternativa (HMI Local) em caso de falha do centro de comando da APL, ou de falha de qualquer um dos quadros de comando do STS.

Deverá ser possível fazer a monitorização e controlo da totalidade do STS a partir deste posto de comando local. O mesmo poderá estar integrado no Servidor SCADA, no Posto de Engenharia ou num Computador Industrial dedicado em exclusivo a essa função.

A interface com o utilizador incluirá um monitor gráfico, um teclado e um rato. Este tipo de interface é comumente designado por *Human-Machine Interface (HMI)*.

3.7.7.2.2.6. POSTO DE ENGENHARIA

O Posto de Engenharia terá como principal função a configuração, parametrização e manutenção de todos os módulos funcionais do sistema, incluindo equipamentos ativos da rede de comunicação, devendo para isso ter instaladas todas as licenças de software necessárias às seguintes tarefas:

- Configuração dos Equipamentos;
- Parametrização das funções dos equipamentos;
- Recolha de registos de funcionamento.

Adicionalmente, deverá ser implementado ao nível do SPCC um processo de recolha automática dos registos de funcionamento de todos os equipamentos, que serão armazenados de forma organizada no Posto de Engenharia, facilitando o acesso imediato à informação sem necessidade de recolha de informação a pedido do utilizador.

Esses registos deverão ser acessíveis ao centro de comando da APL via rede de comunicações, pelo que deverá existir um servidor de *Secure File Transfer Protocol (SFTP)*. Este SFTP deverá ligar-se periodicamente de forma automática, ou, em alternativa, após um evento, a um servidor do centro de comando da APL e fazer uma cópia automática para esse repositório de todos os registos recolhidos.

Os registos relativos às proteções da linha 60 kV deverão também ser acessíveis ao Operador da Rede de Distribuição (ORD) via rede de comunicações, devendo para isso existir uma porta de rede dedicada ou um router para assegurar a separação entre as redes de comunicações.

Deverá existir um servidor de SFTP com *Internet Protocol* (IP) fixo. Este SFTP deverá ligar-se periodicamente de hora a hora de forma automática, ou, em alternativa, após um evento (receção de oscilografia), a um SFTP do ORD e colocar as oscilografias neste.

3.7.7.2.2.7. QUADROS DE COMANDO

Os Quadros de Comando servirão como interface de operação alternativa (HMI Local) em caso de falha do Centro de Comando da APL, ou de falha do Posto de Comando Local instalado na Subestação.

Deverá ser possível fazer a monitorização e controlo da totalidade do subsistema correspondente a partir do Quadro de Comando:

- Diagramas Gerais e Parciais dos elementos do subsistema instalação, com representação visual do estado de aparelhagem MT e BT, estado de funcionamento dos conversores de frequência, estado de funcionamento dos serviços auxiliares, estado das comunicações e grandezas analógicas relevantes (tensão, corrente, potência, fator de potência, etc...).

Os diagramas deverão ser organizados de forma a simplificar a interpretação da informação durante a operação;

- Gestão de Alarmes: deverá existir uma interface de apresentação de alarmes. Deverá ser claro o estado de cada alarme (ativo, reconhecido, inativo, ...). Deverão ser atribuídos níveis de importância a cada um dos alarmes, que serão apresentados de forma evidente ao utilizador, recorrendo por exemplo a um código de cores.

O processo de interação com a gestão de alarmes deverá ser baseado nas definições da norma IEC 62682.

- Registo de Sequência de Eventos: deverá existir um registo de sequência de eventos. Deverão ser registadas as transições de estado de cada informação monitorizada, com datação temporal de cada transição.

A interface com o utilizador será realizada por consolas gráficas, com operação por toque e/ou por botões. Caso se considere necessário por razões de segurança de operação, a interface gráfica poderá ser complementada com sinalizadores luminosos e botoneiras.

3.7.7.2.3. INTERLIGAÇÃO NÍVEIS 1 E 2 - REDE DE COMUNICAÇÃO LOCAL

A estrutura de rede que assegurará a comunicação horizontal entre as Unidades de Comando e Proteção (UCP), e a comunicação vertical entre estas e o Servidor SCADA ou RTU - deve ter como suporte físico a fibra ótica e assegurar obrigatoriamente a compatibilidade com o protocolo de comunicação IEC 61850 [66].

Será constituída por *switches* certificados para funcionamento com o protocolo IEC 61850, garantindo uma velocidade de transmissão adequada à realização das diferentes funções inerentes ao SPCC sem que ocorra limitação de funcionalidades em situações de avalanche de transferência de informação.

Na mesma rede circulará também a informação associada aos protocolos dos equipamentos de automação existentes, como por exemplo: PROFINET e MODBUS TCP.

3.7.7.2.4. INTERLIGAÇÃO NÍVEIS 2 E 3 - REDE DE COMUNICAÇÃO REMOTA

A estrutura que assegurará a comunicação da RTU com o Centro de Comando da APL deverá ter como suporte físico preferencial a fibra ótica, em canal redundante, e funcionar com o protocolo de comunicação que vier a ser escolhido para integração dos dois sistemas.

Estes canais de comunicação deverão ser independentes da infraestrutura de rede local, pelo que a RTU deverá ter portas de rede suficientes para todas as ligações de nível 2 e de nível 3.

3.7.7.2.5. PONTOS DE ACESSO DE REDE PARA NAVIOS

Para cada um dos navios atracados deverá ser disponibilizado um ponto de acesso à Internet.

O suporte físico para esta ligação consistirá numa ligação de fibra ótica. Esta ligação será fisicamente independente e isolada da rede de área local (LAN) utilizada para os equipamentos do STS, correspondendo a pares dedicados de fibras óticas nos cabos da rede LAN.

Devem ser previstos todos os equipamentos passivos e ativos para a implementação desta funcionalidade, nomeadamente:

- Posições de ligação nos repartidores de fibra ótica;

- *Switches, routers e firewalls*, independentes dos utilizados para o STS, que permitam a segregação das redes dos diferentes navios;
- Esta segregação poderá ser física, com equipamentos independentes para cada ponto de acesso disponibilizado, ou lógica, recorrendo a rede local virtual (VLAN).

3.7.7.2.6. SINCRONIZAÇÃO HORÁRIA

Tendo em conta os requisitos impostos por uma aplicação deste tipo para a organização da informação gerada pelo SCADA, torna-se necessária a existência de equipamentos para sincronização da data e hora de todos os equipamentos do STS.

Este sistema será composto por uma antena recetora, cabos de interligação, descarregador de sobretensões, e recetor *Global Position System* (GPS) com função de servidor de tempo via protocolo *Simple Network Time Protocol* (SNTP) ou *Precision Time Protocol* (PTP).

O servidor de tempo deverá dispor de pelo menos duas portas Ethernet:

- Uma porta para ligação à rede LAN do STS;
- Uma porta para ligação à rede LAN dos navios atracados;

Em caso de falha da receção de sinal dos satélites, o servidor de tempo deverá ter possibilidade de utilizar o servidor de tempo localizado no Centro de Comando da APL como fonte de sincronização alternativa.

Mesmo em caso de falha de todas as fontes de sincronismo, o servidor de tempo deverá continuar a difundir a hora interna, garantindo que todos os equipamentos do STS se encontram síncronos entre si.

Para todos os equipamentos dos subsistemas do STS a fonte de sincronismo principal deverá ser o servidor de tempo central, descrito acima.

A fonte de sincronismo secundária deverá ser o *switch* principal do subsistema respetivo, permitindo que seja mantida a coerência de sincronização entre todos os equipamentos nele incluídos, mesmo em caso de falha de comunicação com o servidor de tempo central.

Para implementar este mecanismo de redundância, o *switch* principal de cada subsistema deve ter a capacidade de funcionar simultaneamente como cliente e como servidor de tempo.

3.7.7.2.7. MONITORIZAÇÃO E GESTÃO DA REDE DE COMUNICAÇÃO

Todo o equipamento que compõe a rede de comunicações deverá ser monitorizado pelo SCADA, dado que faz parte integrante deste.

O nível de detalhe da monitorização deverá ser o mais granular possível, e permitir a identificação dos problemas por parte dos operadores de uma forma simples, auxiliando na decisão acerca do tipo de intervenção corretiva necessária, e da urgência dessa intervenção.

Deverão ser utilizados os processos de monitorização que sejam adequados à obtenção da informação necessária de cada um dos tipos de equipamentos, como por exemplo:

- Sinalizações de avaria interna cabladas a equipamentos de aquisição de sinais digitais;
- Informação de diagnóstico interno disponibilizado através do protocolo de comunicação com o SCADA (IEC 61850, PROFINET, MODBUS, etc...);
- Protocolos específicos de monitorização de equipamentos de rede: SNMP, CMIP, CMOT, WMI, NETCONF, gNMI, ...;

3.7.7.2.8. FUNÇÕES DE PROTEÇÃO E CONTROLO

Cada uma das Unidades de Comando e Proteção que integram o SPCC do STS deverá assegurar a vigilância do funcionamento da rede detetando defeitos e, por interação ou não com as funções de automatismo, procurar eliminá-los o mais rapidamente possível e de forma seletiva.

O objetivo principal será o de garantir simultaneamente uma exploração segura e uma elevada continuidade e qualidade de serviço.

Para atingir estes objetivos, as funções de proteção devem reger-se pelos seguintes princípios:

- Seletividade de atuação, minimizando a área afetada;
- Redundância na atuação, permitindo colmatar o deficiente funcionamento de qualquer componente isolado do sistema de proteções;

- Coexistência com as restantes funcionalidades do SPCC.

As funções de proteção associadas a cada tipo de painel e de cela, e as respetivas características, deverão obedecer a critérios de garantia da segurança de pessoas e equipamentos, de acordo com cada uma das aplicações específicas.

As unidades de proteção diferencial de linha, a instalar na GIS 60 kV, serão definidas de acordo com as especificações técnicas da E-Redes. Estas unidades, pelo facto de terem de ser necessariamente compatíveis com os equipamentos já instalados nos outros extremos de linha, deverão ser do mesmo tipo das instaladas no extremo da linha, no Posto de Seccionamento do Alto de S. João, e disporem de versão de *firmware* compatível com essas.

No que diz respeito às unidades de proteção e controlo de transformadores de potência ou distribuição, deverão as mesmas ter capacidade de entradas digitais suficiente para recolher todos os sinais de alarmes e disparos de proteções próprias do equipamento.

A função de falha de disjuntor e de teledisparo entre subsistemas deverá ser implementada em ambos os níveis de tensão através da rede de comunicações IEC 61850.

3.7.7.2.9. EQUIPAMENTOS DE MEDIDA

A aquisição de medidas será realizada nos seguintes pontos:

- Alimentadores de Transformadores 60 kV;
- Barramentos de todos os Níveis de Tensão;
- Todas as celas de Média Tensão;
- Barramentos dos Serviços Auxiliares de Corrente Alternada;
- Barramentos dos Serviços Auxiliares de Corrente Contínua;

As unidades destinadas a esta função deverão permitir a aquisição das medidas necessárias à supervisão do funcionamento dos respetivos equipamentos:

- Tensões (Simples e Compostas);
- Correntes;
- Potência Ativa, Reativa, Aparente e Fator de Potência;

- Contagem de Energia Ativa e Reativa (Bidirecional no caso das celas de anel).

A classe de precisão das unidades de medida deverá ser de 0,5 ou inferior.

A comunicação será preferencialmente suportada em Ethernet, utilizando um dos protocolos atualmente normalizado em sistemas de energia, como sejam o MODBUS TCP ou o IEC 61850.

Estes equipamentos ficarão integrados nos armários e quadros respetivos, por forma a que a aquisição seja feita o mais próximo possível da origem, reduzindo ao mínimo a necessidade de cablagens entre quadros.

3.7.7.2.10. SISTEMA DE CONTAGEM

A Contagem de Energia para Faturação por parte da E-Redes será realizada em AT, de acordo com os requisitos necessários e respetiva legislação em vigor.

O sistema de telecontagem de energia ativa e reativa, será feito através de um contador bidirecional a colocar no Armário de Interligação e acessível ao ORD, com características e instalação conforme “Guia de Medição Leitura e Disponibilização de Dados de Energia Elétrica”, aprovado pela ERSE, pela Diretiva nº 5/2016, publicada em Diário da República pelo Despacho nº 40/2016 (2ª série) em 26 de fevereiro de 2016 [67].

Todo o sistema de telecontagem e respetivas ligações deverão ser verificadas e aferidas por laboratório acreditado pelo Instituto Português de Acreditação (IPAC), devendo ainda o sistema ser selado. O equipamento a utilizar deverá fazer parte da lista homologada pelo ORD. Mais se especifica que os contadores do sistema deverão possuir uma classe de exatidão mínima de 0,2S em energia ativa e de 0,5 em energia reativa.

Os equipamentos que integram o sistema de telecontagem serão instalados no armário específico e destinado exclusivamente à função de interligação à Rede Elétrica de Serviço Público (RESP). Os equipamentos e o armário deverão cumprir com a descrição técnica disponibilizada pelo ORD.

Para possibilitar a integração com o Sistema de Telecontagem do ORD o sistema de telecontagem incluirá todas as interfaces e equipamentos de comunicação exigidos por este,

e incluirá nomeadamente um modem GSM (*Global System for Mobile Communications*) para comunicação através de rede de operador.

O contador de energia terá disponível uma segunda porta de comunicação, para integração com o sistema SCADA do sistema STS utilizando o protocolo MODBUS TCP, ou outro compatível entre ambos os equipamentos.

Tendo em conta os protocolos de comunicação disponíveis no contador e sistema SCADA selecionados, e no caso de não existir disponibilidade de protocolos em comum, será instalada uma *gateway* de conversão de protocolo para assegurar a integração.

A utilização permanente por parte do SCADA da segunda porta de comunicação do contador não deverá causar qualquer interferência, ou condicionar de alguma forma, a utilização da porta dedicada ao Sistema de Telecontagem do ORD.

A contagem da energia fornecida aos navios será implementada com recurso aos analisadores de qualidade de energia de Classe A, descritos adiante neste documento, que serão integrados com o Sistema de Faturação da APL. A classe de precisão deverá ser de 0,2S em energia ativa e de 0,5 em energia reativa, ou melhor.

No caso dos equipamentos que acumulam as funções de qualidade e contagem de energia fornecida aos navios, deverá ser possível a recolha e reposição a zero das medidas de energia por parte de um sistema de Faturação Automática.

O diagrama de comunicações relativo ao Sistema de Contagem de Energia encontra-se incluído no diagrama de arquitetura geral do sistema representado no desenho “T2020-0359-01-PB-ELE-004” que faz parte integrante do Anexo IV deste documento.

3.7.7.3. SISTEMA DE MONITORIZAÇÃO DA QUALIDADE DE ENERGIA ELÉTRICA

A monitorização da qualidade de energia (MQE) será realizada:

- No ponto de interligação ao ORD, de acordo com os requisitos necessários e respetiva legislação em vigor. Deverá ser implementada por um equipamento de classe A da norma IEC 61000-4-30 [68].

O equipamento de MQE deverá cumprir com os requisitos funcionais disponibilizados pelo ORD na DMA-C13-526/N [69], e pelo Regulamento da Qualidade de Serviço dos Setores Elétrico e do Gás [70].

Este equipamento ficará integrado no armário de Proteção, Comando e Controlo do painel de Transformador 60/10 kV.

- No ponto de interligação aos navios, para validação do cumprimento das normativas aplicáveis. Deverá ser implementada por um equipamento de classe A da norma IEC 61000-4-30 [68].

Adicionalmente, estes equipamentos deverão estar dotados da funcionalidade de medida de energia fornecida aos navios.

Cada um destes equipamentos terá disponível pelo menos uma porta de comunicação para integração com o sistema SCADA do sistema STS, que fará a recolha das respetivas medidas em tempo real.

Deverá ser também possível a recolha da informação armazenada e sua disponibilização para análise da equipa de operação da APL, a partir do Posto de Engenharia ou de outros locais externos ao STS.

A comunicação será suportada em Ethernet, utilizando um dos protocolos atualmente normalizado em sistemas de energia, como sejam o MODBUS TCP ou o IEC 61850.

3.7.7.4. INTERFACE HUMANO – MÁQUINA (HMI)

O SPCC deverá possuir um conjunto de ferramentas necessárias e adequadas ao bom desempenho das funções de supervisão, comando e manutenção da instalação.

Deste modo, o interface humano-máquina deverá possuir as seguintes características genéricas:

- Utilização amigável;
- Disponibilização de informação considerada relevante;
- Possibilidade de restrição do acesso à informação por "palavra-chave";
- Possibilidade de restrição do envio de ordens por "*password*";

- Possibilidade de parametrização e configuração com restrição por "password".

Ao nível do SCADA, Posto de Comando Local e Consolas dos Quadros de Operação deverão ser considerados os seguintes níveis de acesso distintos:

- Nível de Visualização, que permitirá apenas visualizar o estados e medidas do OSPS, Lista de Alarmes e Lista de Eventos;
- Nível de Operação, que terá as mesmas permissões que o Nível de Visualização e adicionalmente: atuar sobre a aparelhagem, alterar modos de funcionamento (de entre uma lista de modos pré-definidos), aceitar alarmes;
- Nível de Administração, que terá as mesmas permissões que o Nível de Operação e adicionalmente: permitirá a alteração da parametrização e configuração dos equipamentos, e funções avançadas de gestão do OSPS (paragem, arranque e reinicialização de equipamentos ou subsistemas).

Ao nível dos equipamentos de campo deverá ser aplicada uma filosofia de acesso semelhante, tendo em conta as alternativas disponíveis em cada um dos tipos de equipamento.

3.7.7.5. ASPETOS PARTICULARES DA APLICAÇÃO

Um sistema de *Onshore Power Supply (OPS)* ou *Shore-to-Ship (STS)* tem a possibilidade de alimentar diferentes tipos de navios, cujas redes elétricas internas cumprem com normativas distintas em termos de valor e frequência nominal da tensão.

É requisito básico do sistema STS que este seja capaz de se adaptar às necessidades de cada um dos navios acostados.

Para o conseguir, é necessária a utilização de conversores de frequência com saída em 50 Hz ou 60 Hz. É também necessária a utilização de transformadores com secundários múltiplos: 11-6,6 kV para os navios de cruzeiro, e 690-440-400 V para os navios de carga.

Em resultado, existem diferentes combinações alternativas de frequência de operação, tensão de operação e relação de transformação dos TI e TT para as quais deve ser assegurado o funcionamento correto dos equipamentos do SPCC.

Todos os equipamentos de medida e proteção associados ao nível de tensão interligado aos navios devem ser capazes de funcionar corretamente para qualquer uma das combinações, de uma das seguintes formas:

- Algoritmos de funcionamento universais para qualquer uma das condições de funcionamento;
- Alteração dos grupos de parâmetros de funcionamento para o adequado a cada alternativa, via entradas digitais e/ou lógica interna e/ou comandos recebido do SCADA. Para este tipo de implementação deverão dispor de pelo menos 4 grupos de parâmetros individuais;
- Alterações dos parâmetros individuais por comandos do tipo set-point recebidos do SCADA.

Em qualquer um dos casos, os equipamentos deverão ter capacidade de reportar para SCADA o valor de cada um dos parâmetros relevantes, para que seja possível validar num nível superior e em tempo real se as parametrizações são compatíveis com o funcionamento pretendido para cada navio.

3.8. ESTIMATIVA DE INVESTIMENTO E ANÁLISE PRELIMINAR DE VIABILIDADE ECONÓMICA DO PROJETO

Neste capítulo desenvolver-se-á a análise económica de cada um dos terminais em estudo. Para tal, com base na estimativa de equipamentos necessária para cada um dos terminais, será realizada uma avaliação do investimento necessário em cada um deles. Analisar-se-á também a tarifa de energia aplicável aos navios em função do seu consumo energético e por fim o tempo de retorno do investimento inicial (*payback*) e o lucro expectável no final do período de concessão do projeto.

Cabe referir que para além dos indicadores económicos analisados neste capítulo, uma correta análise financeira deveria levar em conta outros fatores como penalidades ambientais, que incentivem a utilização dos sistemas em estudo por parte dos navios em detrimento dos convencionais sistemas de produção de energia a bordo, penalizando os navios pela poluição atmosférica gerada, ou ainda incentivos económicos aos portos e aos operadores dos navios

por forma a que estes possam realizar os necessários, mas avultados investimentos de adaptação das suas infraestruturas em terra ou a bordo.

3.8.1. ESTIMATIVA DE INVESTIMENTO, CAPITAL EXPENDITURE (CAPEX)

Conforme referido anteriormente, pretende-se, nesta secção, realizar uma estimativa aproximada do investimento (CAPEX) total e individual por terminal necessário à instalação dos sistemas STS nos terminais do Porto de Lisboa.

De notar que os custos aqui apresentados não pretendem ser uma estimativa final e definitiva, tendo surgido das soluções técnicas estudadas ao longo do documento e à solução de ligação à rede aprovada pela E-Redes. Estas estimativas de custo têm por base a experiência na realização de projetos de características similares a este e o apoio técnico-comercial prestado pelas empresas *Siemens Energy* e *Schneider Electric*.

Em fases posteriores do projeto, assim que se tenha a clara noção dos terminais onde serão instalados os respetivos sistemas *Shore-to-Ship (STS)* e a quantidade de sistemas que se pretendem instalar em cada terminal, poderá naturalmente haver uma busca por melhores soluções, quer do ponto de vista técnico como económico e, se necessário, levar a uma redefinição das soluções e necessidades definidas nesta fase.

Na Tabela 3.73 é discriminado o custo/investimento inicial estimado para o projeto (CAPEX), incluindo custo de aquisição e instalação de equipamentos, construção de infraestruturas civis necessárias e realização dos projetos de engenharia necessários. Esta análise é realizada de forma matricial, por terminal e de acordo com os cenários estudados no ponto 3.5.2. e indicados na Tabela 3.72. O cálculo detalhado dos custos estimados por cenário pode ser encontrado no Anexo V do presente documento.

Tabela 3.72-Quantificação de sistemas *Shore-to-Ship* por cenário

INSTALAÇÃO / TERMINAL	CENÁRIO 1	CENÁRIO 2	CENÁRIO 3	CENÁRIO IDEAL
<i>Terminal de Cruzeiros de Lisboa (LCP)</i>	1 Un. MT	2 Un. MT	3 Un. MT	Cenário 2
<i>Terminal Multipurpose de Lisboa (TSA)</i>	1 Un. BT	2 Un. BT	3 Un. BT	Cenário 2
<i>Terminal de Contentores de Santa Apolónia (SOTAGUS)</i>	1 Un. BT	2 Un. BT	3 Un. BT	Cenário 2
<i>Terminal Multiusos do Beato (TMB)</i>	1 Un. BT	2 Un. BT	2 Un. BT	Cenário 1
<i>Terminal de Granéis Alimentares do Beato (SILOPOR)</i>	1 Un. BT	1 Un. BT	1 Un. BT	Cenário 1

<i>Terminal Multiusos do Poço do Bispo (ETE)</i>	1 Un. BT	2 Un. BT	2 Un. BT	Cenário 1
--	----------	----------	----------	-----------

Tabela 3.73-Estimativa de custos do projeto por terminal e cenário

INSTALAÇÃO / TERMINAL	CENÁRIO 1	CENÁRIO 2	CENÁRIO 3	CENÁRIO IDEAL
<i>Ligação à Rede Elétrica de Serviço Público</i>	3 715 263 €	3 903 663 €	3 997 863 €	3 903 663 €
<i>Terminal de Cruzeiros de Lisboa (LCP)</i>	3 928 352 €	7 744 262 €	11 590 365 €	7 744 262 €
<i>Terminal Multipurpose de Lisboa (TSA)</i>	1 090 049 €	2 066 308 €	3 042 797 €	2 066 308 €
<i>Terminal de Contentores de Santa Apolónia (SOTAGUS)</i>	1 092 354 €	2 068 843 €	3 051 553 €	2 068 843 €
<i>Terminal Multiusos do Beato (TMB)</i>	1 098 115 €	2 070 225 €	2 070 225 €	1 098 115 €
<i>Terminal de Granéis Alimentares do Beato (SILOPOR)</i>	1 090 972 €	1 090 972 €	1 090 972 €	1 090 972 €
<i>Terminal Multiusos do Poço do Bispo (ETE)</i>	1 099 267 €	2 069 995 €	2 069 995 €	1 099 267 €
TOTAL	13 114 372 €	21 014 268 €	26 913 770 €	19 071 430 €

Analisando a Tabela 3.73, onde se encontra apresentada a estimativa do CAPEX dos três (3) cenários estudados, verifica-se que como seria de esperar, à medida que a potência instalada aumenta, maior será o custo do investimento inicial a realizar.

Na última coluna da Tabela 3.73 encontra-se apresentada a estimativa do CAPEX para o cenário considerado como o mais viável do ponto de vista técnico-económico. A escolha deste cenário baseia-se na análise dos gráficos apresentados seguidamente e que relacionam o número de equipamentos a instalar por terminal (cenários) e o consumo expectável dos navios em função dos mesmos. Estes gráficos têm por base os dados da secção 3.5.3.

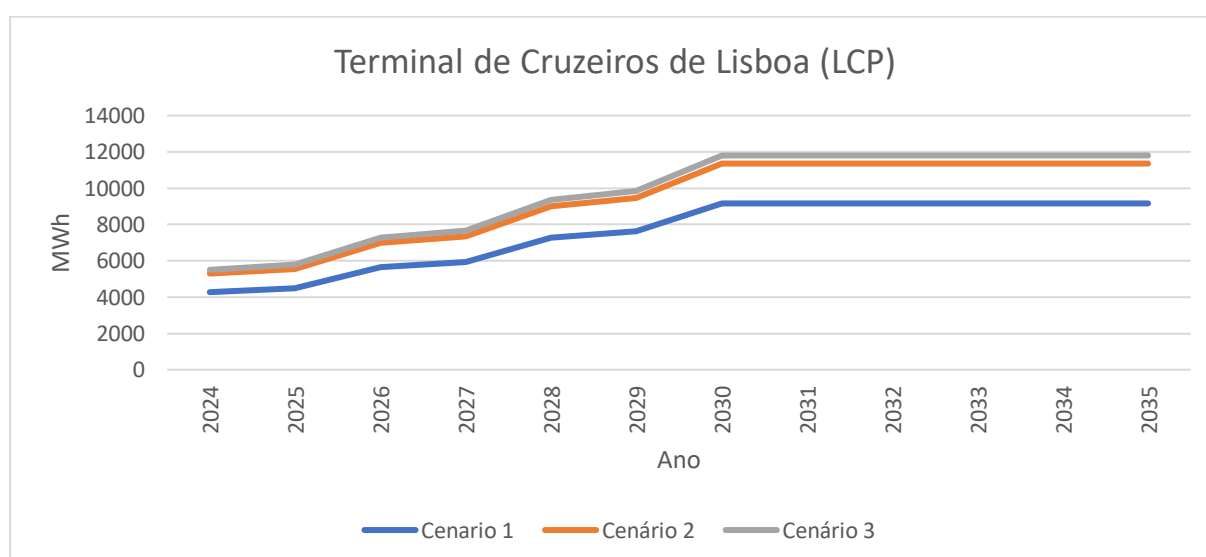


Gráfico 3.33-Consumo de energia por cenário no Terminal de Cruzeiros de Lisboa (LCP)

No caso do LCP, conclui-se que embora o cenário 3 permita maximizar a capacidade instalada e ter em consideração expansões futuras do sistema, o custo do investimento inicial a realizar poderá ser demasiado elevado face ao ganho de consumo deste face ao cenário 2. Neste caso, considera-se que o cenário ideal do ponto de vista técnico e económico é o cenário 2.

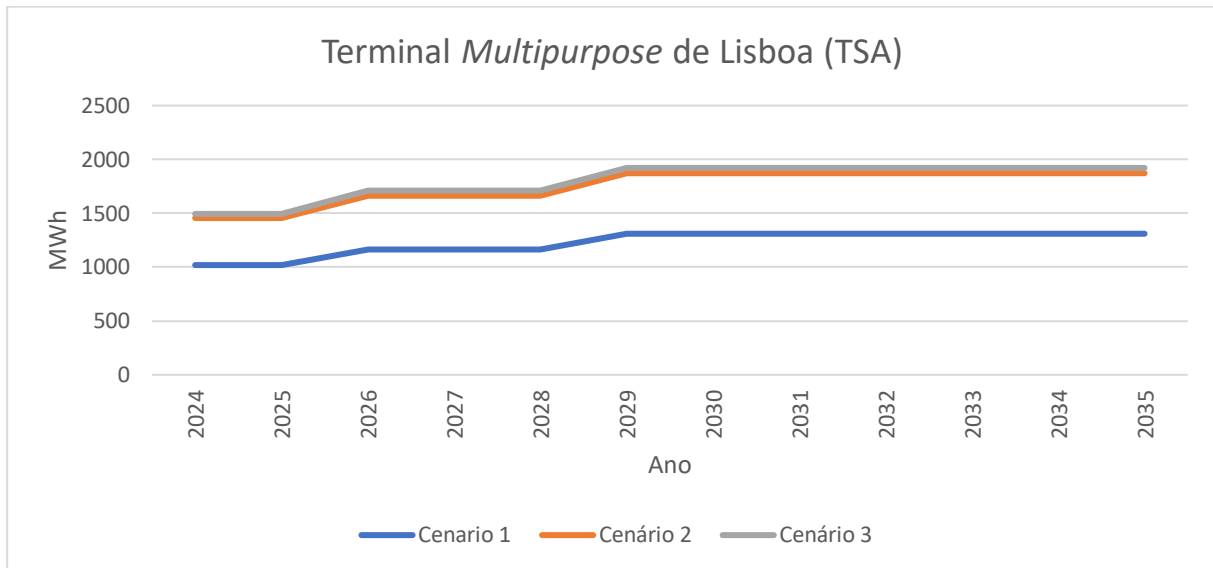


Gráfico 3.34-Consumo de energia por cenário no Terminal *Multipurpose* de Lisboa (TSA)

À semelhança do LCP, no terminal TSA, conclui-se também que o cenário ideal do ponto de vista técnico e económico é o cenário 2.

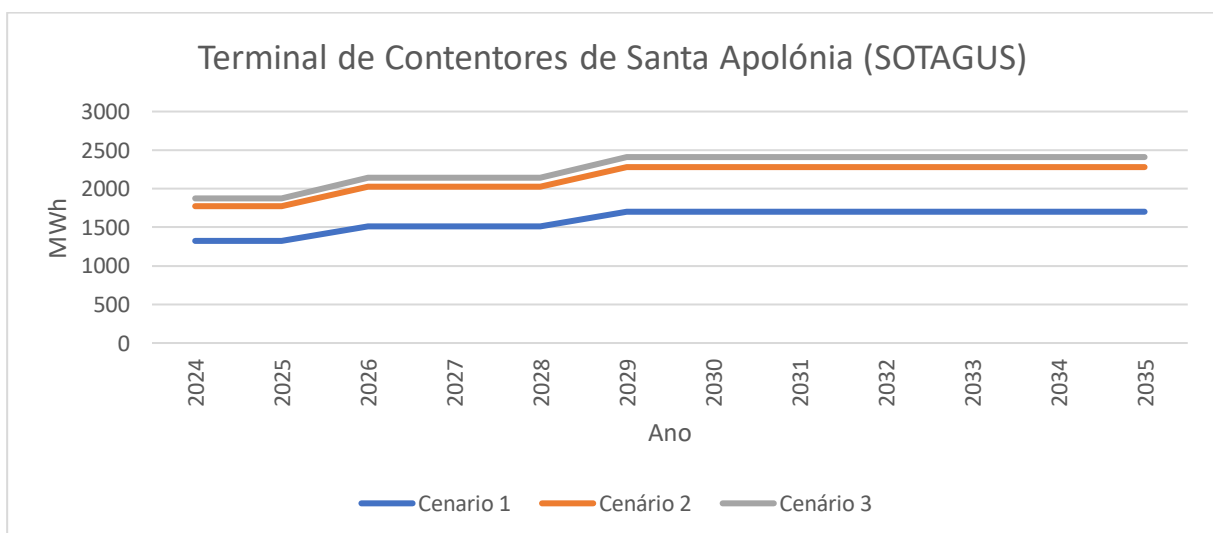


Gráfico 3.35-Consumo de energia por cenário no Terminal de Contentores de Santa Apolónia (SOTAGUS)

À semelhança do LCP e TSA, também no terminal SOTAGUS, conclui-se que o cenário ideal do ponto de vista técnico e económico é o cenário 2.

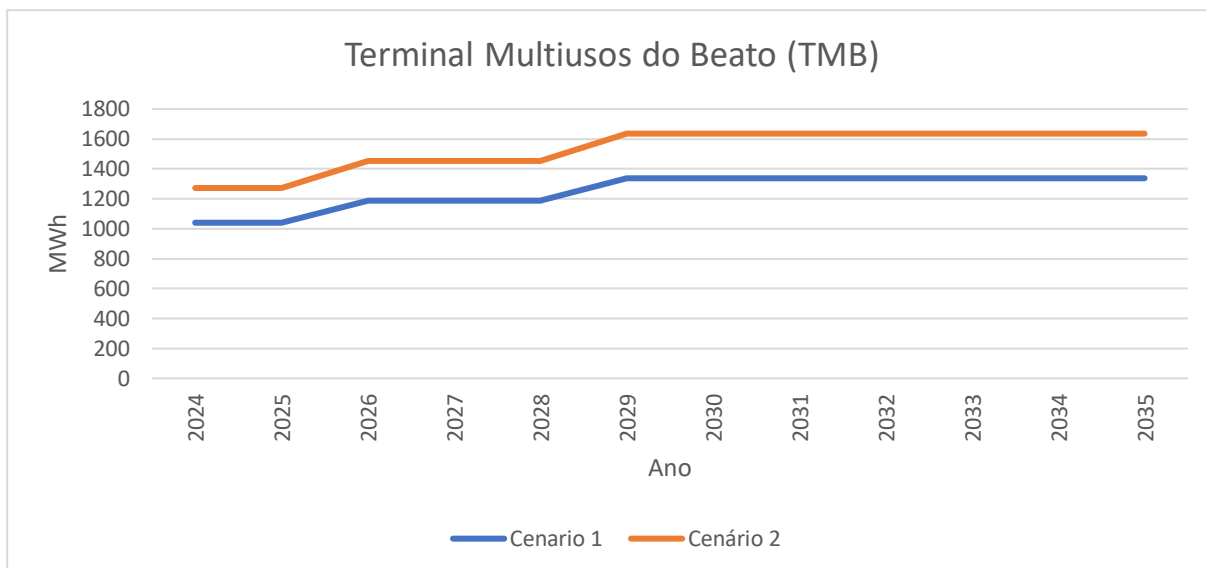


Gráfico 3.36-Consumo de energia por cenário no Terminal de Multiusos do Beato (TMB)

No TMB, como só existem dois (2) cenários, é mais difícil identificar qual destes pode ser o ótimo do ponto de vista técnico económico. Esta conclusão só poderá ser tomada com maior exatidão no ponto 3.8.3. Não obstante, e porque o investimento do cenário 2 representa o dobro do custo face ao cenário 1 e o crescimento de consumo não é incrementado na mesma proporcionalidade, é prudente assumir que o cenário 1 será o ideal para este terminal.

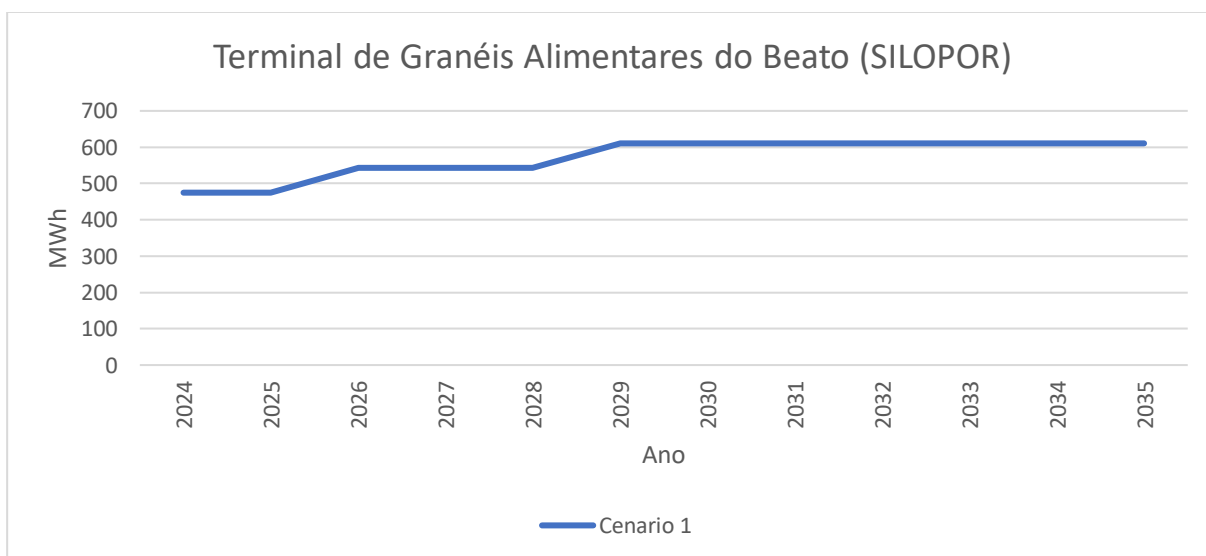


Gráfico 3.37-Consumo de energia por cenário no Terminal de Granéis Alimentares do Beato (SILOPOR)

No caso da SILOPOR, como só existe um cenário de estudo, não há como fazer alguma diferenciação do mesmo. Constatase, no entanto, que os consumos de energia neste terminal, no cenário 1, são bastantes inferiores aos consumos dos restantes terminais para os

mesmos cenários, podendo isto representar uma falta de viabilidade económica para este terminal em particular.

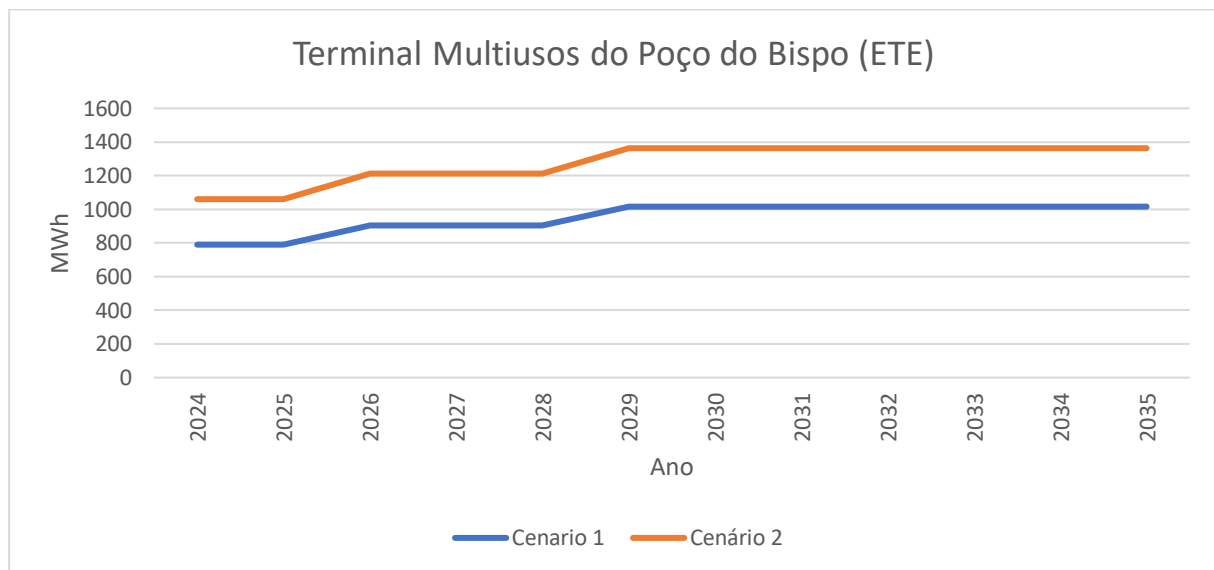


Gráfico 3.38-Consumo de energia por cenário no Terminal de Granéis Alimentares do Beato (SILOPOR)

No terminal ETE, à semelhança do TMB, considera-se para já que o cenário 1 é o ideal para este terminal.

3.8.2. ANÁLISE DA TARIFA DE ENERGIA

Por forma a se poder realizar a análise da viabilidade económica dos sistemas *Shore-to-Ship* a instalar nos terminais do Porto de Lisboa, é essencial definir uma tarifa de energia que seja justa para o consumidor, neste caso os navios, e para o comercializador de energia ou prestador de serviço de venda de energia a navios.

Para a definição das tarifas de energia aplicáveis a este projeto, é essencial conhecer:

- O custo médio de energia a nível nacional para consumidores desta gama de consumo;
- O custo, para os navios, da produção de energia através dos geradores próprios instalados a bordo, cuja fonte primária são os combustíveis derivados do petróleo;

Para a definição do custo médio de energia a considerar, recorreu-se à informação disponibilizada pela Direção Geral de Energia e Geologia (DGEG) [71] relativa aos preços de eletricidade na indústria, em Portugal, para a classe de consumo considerada, i.e., a banda ID, correspondente a um consumo anual de eletricidade compreendido entre 2,000 e

20,000MWh de energia. O preço nesta banda de consumo, no segundo semestre de 2020, corresponde a 0,1010 €/kWh sem IVA e outros impostos recuperáveis. Excluindo todos os impostos e taxas aplicáveis, este valor baixaria para os 0,0714 €/kWh

Equivale isto a dizer que o custo médio da energia na Indústria em Portugal será de 101€/MWh excluindo IVA e outros impostos recuperáveis e de 71,4€/MWh excluindo todos os impostos e taxas aplicáveis.

Para uma correta definição da tarifa, é também importante conhecer qual o atual custo de produção de energia *onboard* através dos geradores dos navios. Este fator é de extrema importância na medida em que não existe ainda qualquer obrigatoriedade dos navios se ligarem ao sistema de fornecimento de energia elétrica em terra e não existe ainda qualquer taxa aplicável à poluição gerada pelos navios quando estão atracados em terra. Certamente, e conforme demonstrado no estado da arte desta dissertação, estas medidas irão com alguma certeza ser concretizadas nos próximos anos, no entanto, até lá, os operadores dos navios podem ainda optar por aquela que seja a fonte de produção de energia mais económica.

Assim e considerando que o preço médio, entre um período de 6 meses compreendido entre 22 de Dezembro de 2020 e 21 de Junho de 2021, para o combustível do tipo VLSFO (*very-low-sulphur fuel oil*) comumente utilizado em navios é de 509.5USD/MT [72] (*metric ton*), o que equivale ao dia de hoje a aproximadamente 428€/MT, e considerando que em média um navio consome entre 200 a 272g [73] de combustível para produzir 1Wh, conclui-se que para produzir 1MWh através dos seus próprios geradores, um navio, dependendo do seu tamanho e eficiência, terá um custo aproximado de produção *on-board* de 86 a 116€/MWh.

Desta forma e sabendo-se que ao custo da eletricidade acima referido, há que somar os altos custos de investimento (*CAPEX*), os custos relacionados com operação e manutenção (*OPEX*) de todo o sistema *Shore-to-Ship* e uma margem que permita ao comercializador de energia rentabilizar o seu investimento, pode concluir-se que dificilmente, sem incentivos externos, um projeto deste tipo seja viável do ponto de vista económico.

Para que esta rentabilidade económica se verifique, haveria que implementar algumas das medidas abaixo indicadas, ou outras que se se verifiquem adequadas:

- Reduzir o custo global de investimento através da otimização da solução encontrada, adaptando da melhor forma as necessidades dos terminais aos equipamentos a instalar, mesmo que para tal se tenha de deixar de parte alguma estandardização dos sistemas entre terminais;
- Obter incentivos da comunidade europeia ou outros que permitam, a fundo perdido, realizar um investimento desta magnitude, sem que este investimento se reflita diretamente na venda de energia aos navios. Pela relevância ambiental deste tema, estes incentivos, teriam de ser assumidos como um apoio à descarbonização do país;
- Reduzir o custo com a aquisição de eletricidade, podendo esta redução passar por acordos diretos com os produtores de energia (como já é possível encontrar em outras indústrias) ou pela isenção de alguns dos impostos associados à venda de energia elétrica a portos com sistemas STS instalados (incentivo já aplicado em alguns países da União Europeia);
- Taxar de forma considerável o dióxido de carbono (CO₂) ou outros gases poluentes produzidos pelos navios enquanto atracados em cais;
- Legislar a obrigatoriedade dos navios se ligarem aos sistemas de fornecimento de energia elétrico em terra, sempre que os mesmos estejam disponíveis.

Face ao exposto, e indo de encontro à tarifa praticada em outros portos a nível europeu e mundial, propõe-se fixar a tarifa de venda de energia a navios em **120€/MWh**, permitindo desta forma que a tarifa continue a ser competitiva face à produção de energia a bordo através de combustíveis derivados do petróleo.

3.8.3. ANÁLISE VIABILIDADE ECONÓMICA

Nesta secção, e depois de determinado o investimento inicial previsto, a tarifa de energia a considerar e os consumos de energia dos navios, realizar-se-á, de forma simplificada, uma análise de viabilidade do projeto por cada terminal em particular. Esta análise terá por objetivo conhecer o tempo de retorno do investimento inicial (*payback*) e lucro expectável ao fim do período de vida do projeto, que para efeitos desta análise será de 25 anos.

Cabe referir que esta análise económica não possui o rigor necessário de um estudo de viabilidade económica, que deverá ser realizado por uma entidade com conhecimentos para o efeito. Não obstante, e de acordo com as conclusões assinaladas no ponto 3.8.2, para a realização desta análise preliminar, serão assumidas as seguintes premissas:

- Serão analisados todos os cenários apresentados na Tabela 3.73 do ponto 3.8.1, por forma a entender quais deles apresentam melhores índices de rentabilidade;
- Considerar-se-á que todos os navios já equipados com sistema *Shore-to-Ship* se ligarão ao sistema instalado em terra, assumindo-se os consumos de energia determinados na secção 3.5.3;
- Realizar-se-á dois tipos de análise, uma que não prevê qualquer comparticipação externa ao investimento inicial e outra que prevê uma comparticipação a fundo perdido relativa 50% do valor previsto para o investimento inicial (CAPEX);
- Prever-se-á um incentivo fiscal para o projeto, que eliminará todos os impostos associados à venda de energia elétrica ao Porto de Lisboa, permitindo que o seu custo seja de 71,4€/MWh em vez dos 101€/MWh;
- A tarifa de energia a considerar para a análise de viabilidade do projeto será de 120€/MWh;
- Os custos com operação e manutenção (*OPEX*) do sistema STS serão de 6€/MWh, representando cerca 5% do valor definido como tarifa de venda de energia aos navios;
- Por se tratar de uma análise preliminar e de certa forma rudimentar no que a estudos económicos diz respeito, não serão consideradas taxas de financiamento, taxas de inflação, alterações da tarifa de energia ao longo dos anos e outras taxas/custos que deveriam fazer parte de um estudo económico detalhado;
- Os custos com a infraestrutura de ligação à rede, serão distribuídos por todos os terminais em função do valor de investimento previsto para cada um deles. Neste sentido, o Terminal de Cruzeiros comparticipará uma grande percentagem deste valor, enquanto os Terminais de Mercadorias, cujos investimentos são menores, terão uma comparticipação bastante inferior;

- O tempo de concessão esperado é de vinte e cinco (25) anos para todos os terminais, sendo por isso esse o tempo a usar nesta análise.

3.8.3.1. ANÁLISE VIABILIDADE ECONÓMICA – SEM COMPARTICIPAÇÃO EXTERNA

No seguimento dos critérios anteriormente definidos, apresentam-se de seguida, os resultados das análises realizadas para cada terminal, sem considerar para já qualquer comparticipação externa ao investimento inicial previsto.

Na Tabela 3.74 é possível encontrar os custos previstos por terminal, tendo em conta a distribuição do item relacionado com as infraestruturas de ligação à rede.

Tabela 3.74-Estimativa de custos com distribuição dos custos de infraestruturas de ligação à rede

INSTALAÇÃO / TERMINAL	CENÁRIO 1	CENÁRIO 2	CENÁRIO 3	CENÁRIO IDEAL
<i>Terminal de Cruzeiros de Lisboa (LCP)</i>	5 481 144 €	9 511 060 €	13 612 397 €	9 737 369 €
<i>Terminal Multipurpose de Lisboa (TSA)</i>	1 520 922 €	2 537 721 €	3 573 637 €	2 598 105 €
<i>Terminal de Contentores de Santa Apolónia (SOTAGUS)</i>	1 524 138 €	2 540 835 €	3 583 921 €	2 601 292 €
<i>Terminal Multiusos do Beato (TMB)</i>	1 532 176 €	2 542 532 €	2 431 392 €	1 380 732 €
<i>Terminal de Granéis Alimentares do Beato (SILOPOR)</i>	1 522 209 €	1 339 870 €	1 281 301 €	1 371 751 €
<i>Terminal Multiusos do Poço do Bispo (ETE)</i>	1 533 783 €	2 542 250 €	2 431 122 €	1 382 181 €
TOTAL	13 114 372 €	21 014 268 €	26 913 770 €	19 071 430 €

Conforme é possível observar no Gráfico 3.39, o retorno do investimento inicial do Terminal de Cruzeiros de Lisboa (LCP), é esperado ao fim de 16 anos para o cenário 1, 21 anos para o cenário 2 e no cenário 3 nem é sequer possível recuperar o investimento do projeto no período de 25 anos da concessão. Assim e de um ponto de vista de *payback* do projeto, o cenário 1 é o mais rentável, no entanto se analisarmos o projeto quanto ao lucro expectável ao final dos 25 anos, conseguimos concluir que no cenário 1 é esperado um lucro aproximado de 9M€ enquanto no cenário 2 é expectável um lucro de 11M€, tornando este último mais atrativo no que diz respeito ao lucro final esperado.

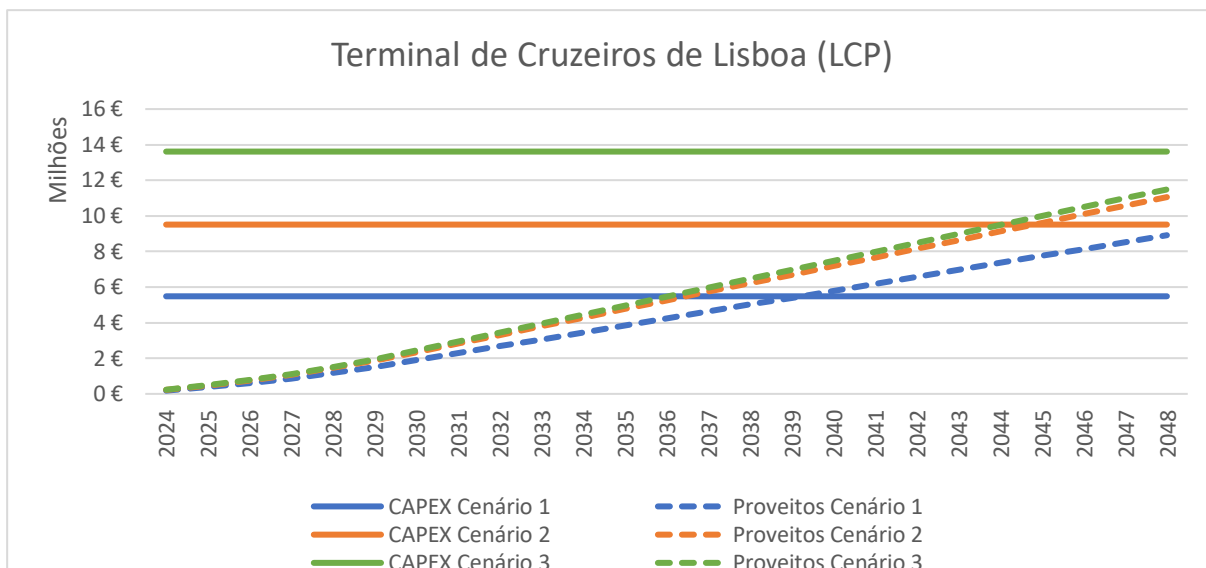


Gráfico 3.39-Payback estimado no Terminal de Cruzeiros de Lisboa (LCP), sem participação

Através do Gráfico 3.40, percebe-se que para o Terminal de *Multipurpose* de Lisboa (TSA), em nenhum dos cenários estudados é possível obter o retorno do investimento inicial do projeto no prazo de 25 anos, sendo aqui bastante claro, que sem uma participação externa que ajude a reduzir o investimento inicial, o projeto não é de todo rentável.

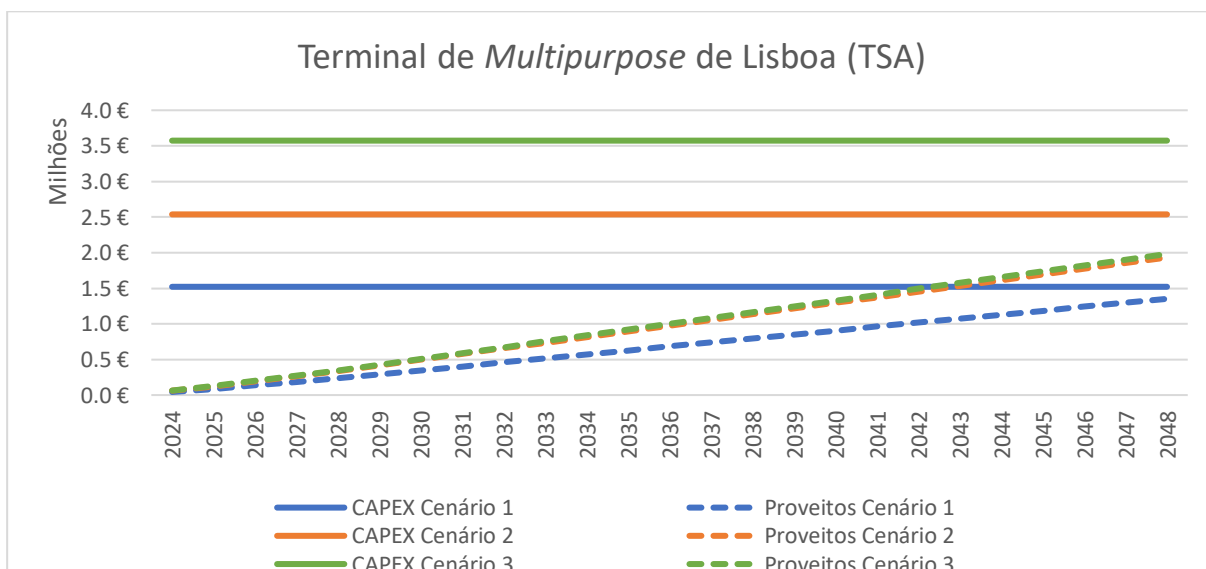


Gráfico 3.40-Payback estimado no Terminal Multipurpose de Lisboa (TSA), sem participação

No Gráfico 3.41, percebe-se que para o Terminal de Contentores de Santa Apolónia (SOTAGUS), só o cenário 1 consegue recuperar o investimento, mas só ao fim de 21 anos. Todos os restantes cenários, à imagem do que aconteceu no TSA, não alcançam dentro do período de 25 anos, o retorno do investimento esperado.

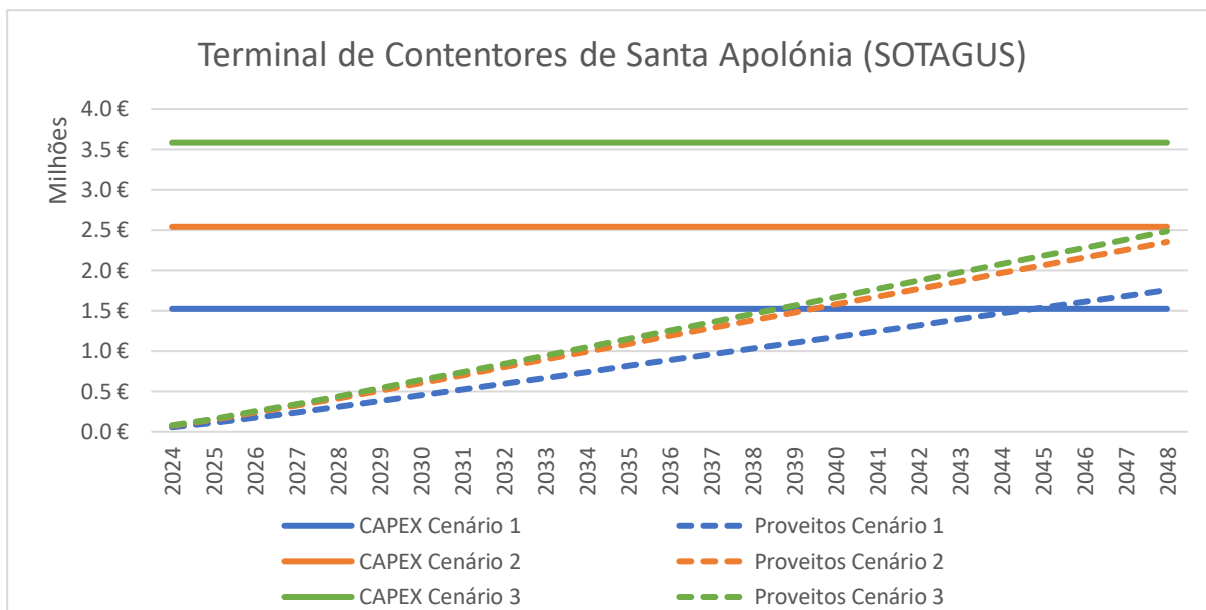


Gráfico 3.41-Payback estimado no Terminal de Contentores de Santa Apolónia (SOTAGUS), sem participação

Como seria de esperar, e é possível observar no Gráfico 3.42 relativo ao Terminal de Multiusos do Beato (TMB), no Gráfico 3.43 relativo ao Terminal de Granéis Alimentares do Beato (SILOPOR) e no Gráfico 3.44 relativo ao Terminal de Multiusos do Poço do Bispo (ETE), também nestes terminais, que apresentam consumos de energia inferiores aos anteriormente apresentados, não é possível obter o retorno de investimento do projeto no período de concessão de 25 anos.

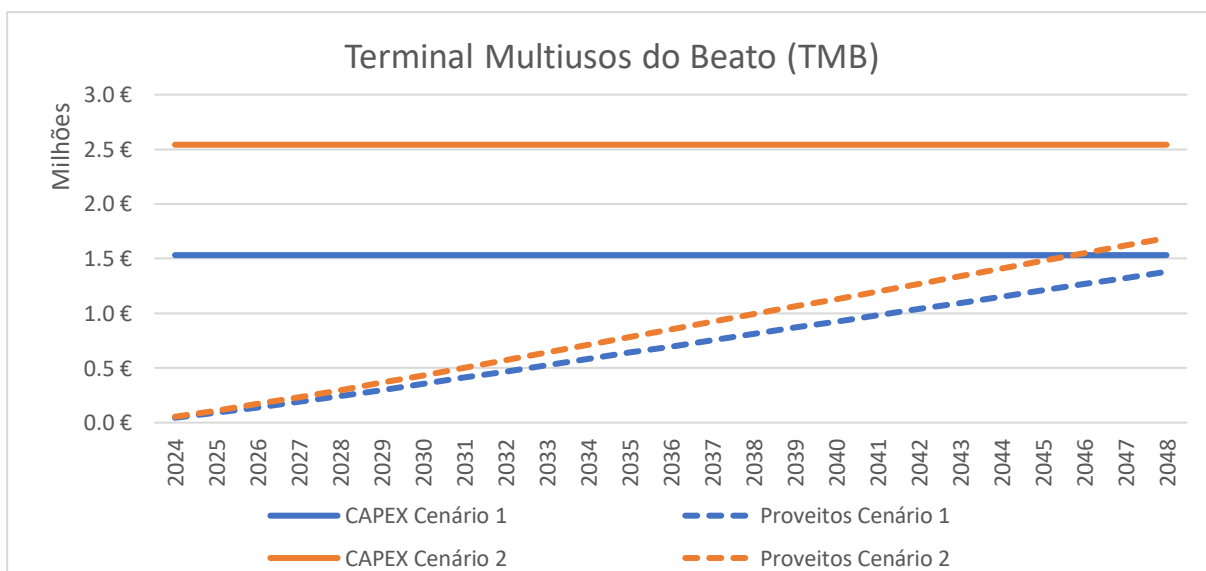


Gráfico 3.42-Payback estimado no Terminal de Multiusos do Beato (TMB), sem participação

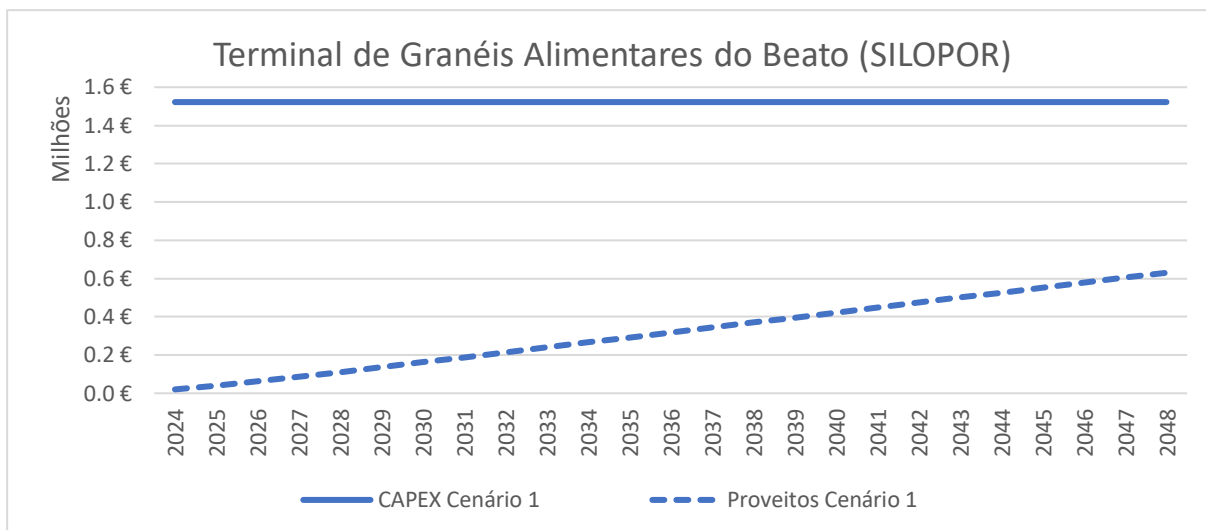


Gráfico 3.43-Payback estimado no Terminal de Granéis Alimentares do Beato (SILOPOR), sem comparticipação

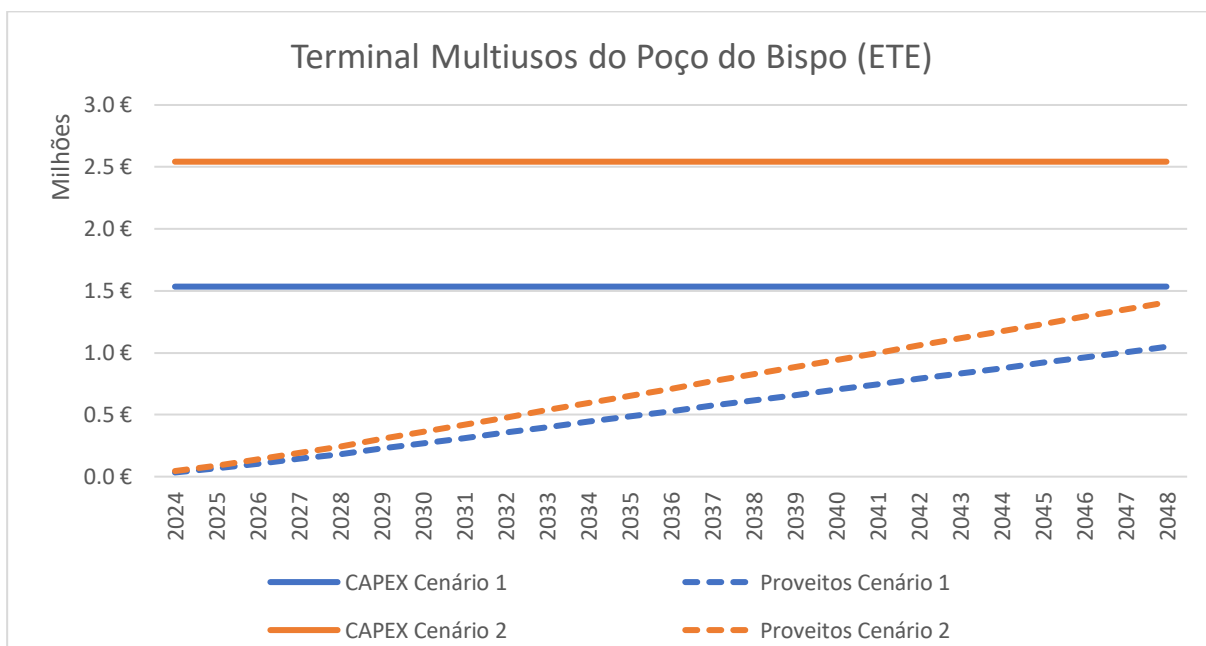


Gráfico 3.44-Payback estimado no Terminal de Multiusos do Poço do Bispo (ETE), sem comparticipação

Como conclusão, pode afirmar-se que sem a redução dos custos de investimento ou de operação e manutenção do projeto (*OPEX*), estando nestes últimos incluído o custo de energia elétrica, ou sem aumentar o valor da tarifa de venda de energia elétrica aos navios, a instalação dos sistemas *shore-to-ship* em grande parte dos terminais em estudo não será de todo viável do ponto de vista económico. Para reverter esta situação, simular-se-ão, no próximo ponto, os mesmos cenários com uma comparticipação externa a fundo perdido de 50% do valor de investimento inicial previsto (*CAPEX*).

3.8.3.1. ANÁLISE VIABILIDADE ECONÓMICA – COM COMPARTICIPAÇÃO EXTERNA DE 50%

No seguimento da análise realizada no ponto anterior, e de forma que seja possível verificar a viabilidade dos projetos em estudo, voltam a apresentar-se os mesmos gráficos, mas considerando uma comparticipação externa, a fundo perdido, de 50% do valor do investimento inicialmente previsto. Desta forma, os valores de investimento previsto em cada terminal, são os indicados na Tabela 3.75.

Tabela 3.75-Estimativa de custos com distribuição dos custos de infraestruturas de ligação à rede, com 50% de comparticipação externa

INSTALAÇÃO / TERMINAL	CENÁRIO 1	CENÁRIO 2	CENÁRIO 3	CENÁRIO IDEAL
<i>Terminal de Cruzeiros de Lisboa (LCP)</i>	2 740 572 €	4 755 530 €	6 806 198 €	4 868 685 €
<i>Terminal Multipurpose de Lisboa (TSA)</i>	760 461 €	1 268 861 €	1 786 819 €	1 299 052 €
<i>Terminal de Contentores de Santa Apolónia (SOTAGUS)</i>	762 069 €	1 270 417 €	1 791 960 €	1 300 646 €
<i>Terminal Multiusos do Beato (TMB)</i>	766 088 €	1 271 266 €	1 215 696 €	690 366 €
<i>Terminal de Granéis Alimentares do Beato (SILOPOR)</i>	761 105 €	669 935 €	640 650 €	685 875 €
<i>Terminal Multiusos do Poço do Bispo (ETE)</i>	766 892 €	1 271 125 €	1 215 561 €	691 090 €
TOTAL	6 557 186 €	10 507 134 €	13 456 885 €	9 535 715 €

Conforme é possível observar no Gráfico 3.45, com uma redução do investimento inicial para 50%, no Terminal de Cruzeiros de Lisboa (LCP) será alcançado o retorno do investimento inicial ao fim de 9 anos para o cenário 1, 11 anos para o cenário 2 e 15 anos para o cenário 3. No que diz respeito aos lucros esperados ao fim de 25 anos, no cenário 1 estimam-se 9M€, enquanto que no cenário 2 e cenário 3 se esperam 11M€ e 11,5M€ respetivamente.

Assim e de acordo com a análise realizada, o cenário ideal para este terminal é o cenário 2, pois permite atingir um valor de lucro próximo do cenário 3, mas com um tempo de retorno de investimento muito inferior, reduzindo assim os riscos associados a esta operação.

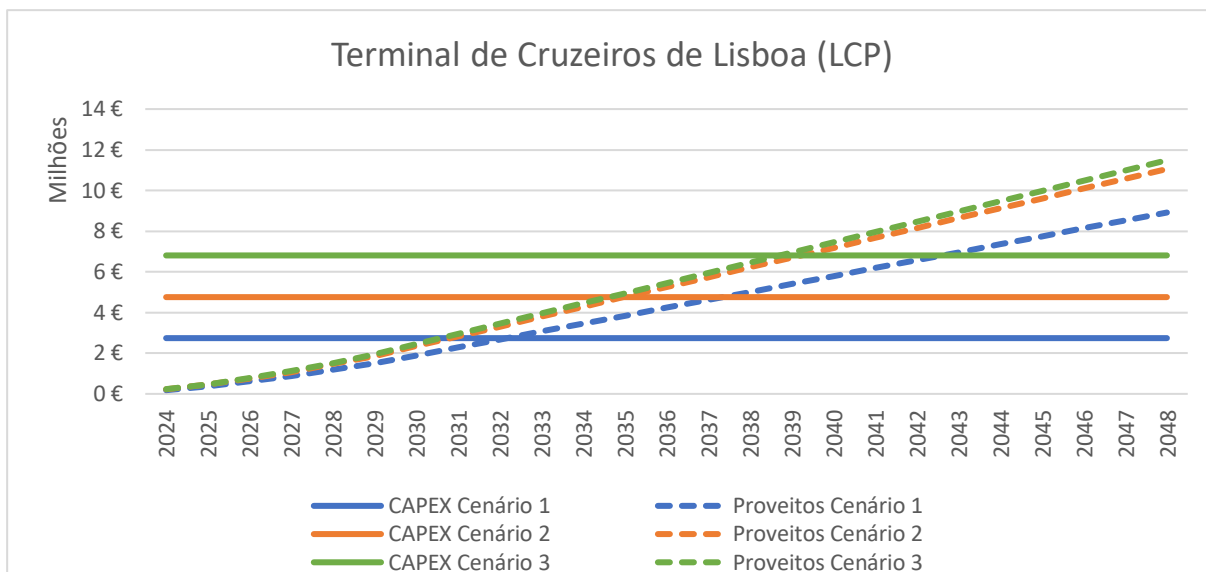


Gráfico 3.45-Payback estimado no Terminal de Cruzeiros de Lisboa (LCP), com participação

No Gráfico 3.46 é possível verificar, que no caso do Terminal *Multipurpose* de Lisboa (TSA), é esperado um retorno do investimento inicial ao fim 14 anos para o cenário 1, 16 anos para o cenário 2 e 22 anos para o cenário 3. No que diz respeito ao lucro, no cenário 1 esperam-se 1,35 M€ ao fim de 25 anos, enquanto que no cenário 2 e 3 se esperam 1,93M€ e 1,98M€ respetivamente. Também no TSA, se recomenda como cenário ideal o cenário 2.

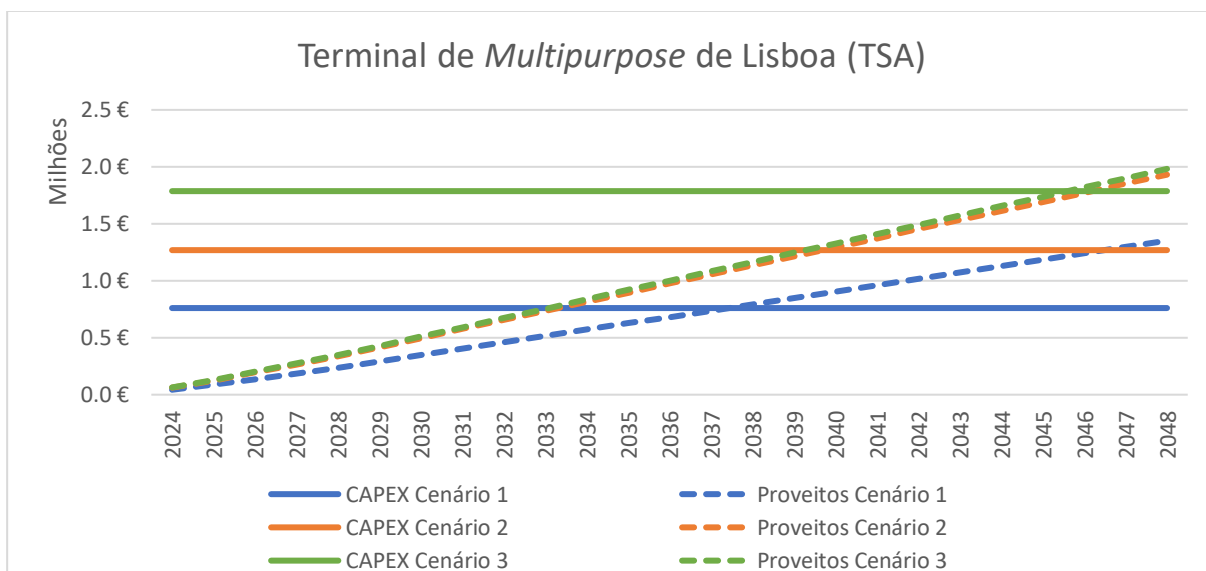


Gráfico 3.46-Payback estimado no Terminal *Multipurpose* de Lisboa (TSA), com participação

O Gráfico 3.47, respeitante ao Terminal de Contentores de Santa Apolónia (SOTAGUS), demonstra que, ao final de 11 anos para o cenário 1, 13 anos para o cenário 2 e 18 anos para o cenário 3, é obtido o retorno do investimento inicial do projeto. No que diz respeito ao lucro,

no cenário 1 esperam-se 1,76 M€ ao fim de 25 anos, enquanto no cenário 2 e 3 se esperam 2,35M€ e 2,49M€ respetivamente. Face aos resultados obtidos, considera-se também que o cenário 2 é o cenário ideal para este terminal.

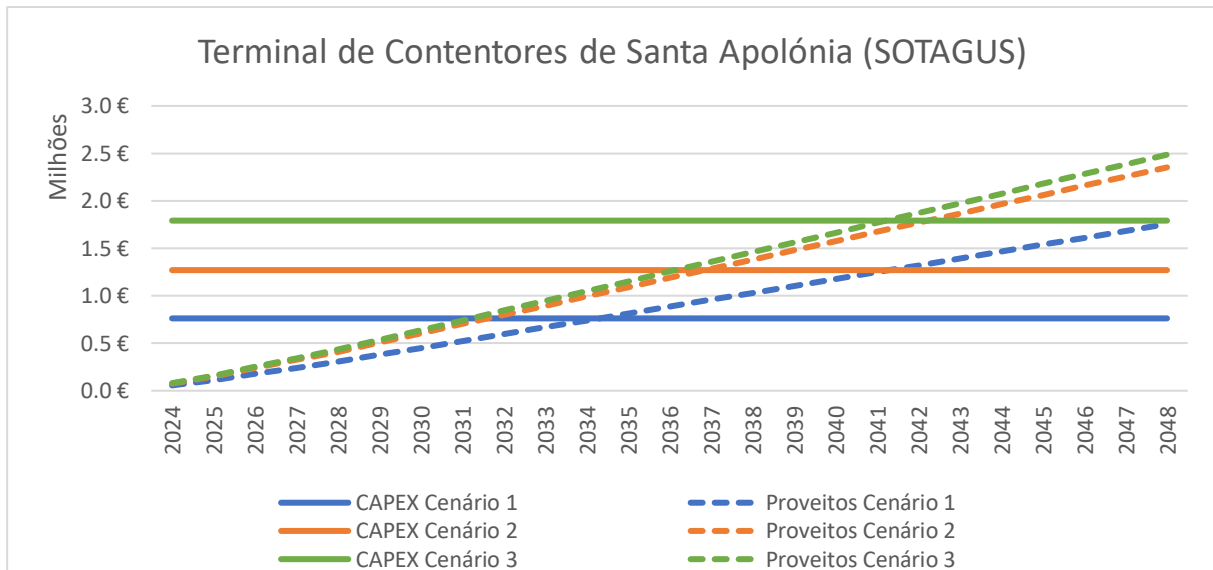


Gráfico 3.47-Payback estimado no Terminal de Contentores de Santa Apolónia (SOTAGUS), com participação

O Gráfico 3.48 que analisa os resultados do Terminal de Multiusos do Beato (TMB), demonstra que o retorno do investimento é obtido ao final de 14 anos para o cenário 1 e 19 anos para o cenário 2. Quanto ao lucro, esperam-se 1,38M€ no cenário 1 e 1,69 M€ no cenário 2. Assim, face ao risco associado, considera-se que o cenário 1 é o cenário ideal para este terminal.

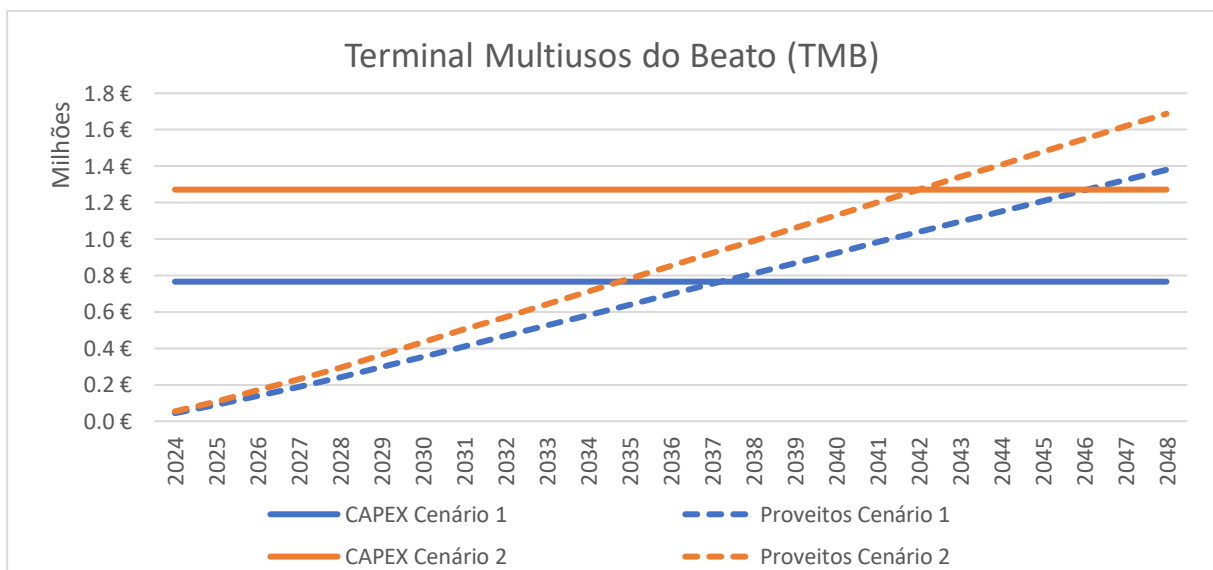


Gráfico 3.48-Payback estimado no Terminal de Multiusos do Beato (TMB), com participação

Através do Gráfico 3.49 que analisa os resultados do Terminal de Granéis Alimentares do Beato (SILOPOR), é possível perceber que no período de 25 anos o projeto não alcança o retorno do investimento inicial, tal deve-se ao baixo consumo do terminal e demonstra que entre todos, este é o que terá menores índices de rentabilidade.

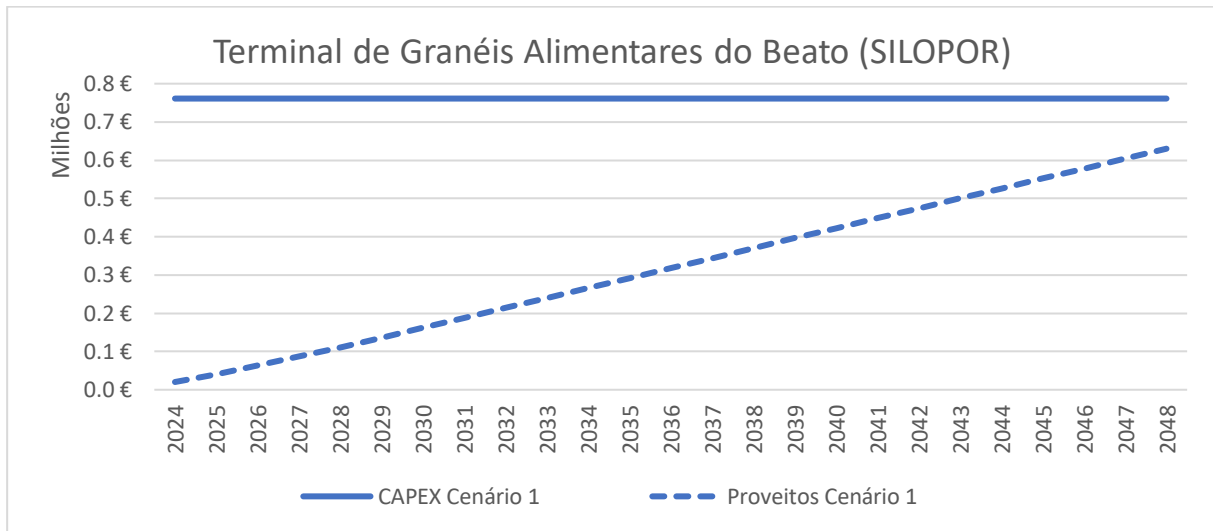


Gráfico 3.49-Payback estimado no Terminal de Granéis Alimentares do Beato (SILOPOR), com participação

Por fim, no Gráfico 3.50, que analisa os resultados do Terminal de Multiusos do Poço do Bispo (ETE), é possível perceber que o retorno do investimento é obtido ao final de 18 anos para o cenário 1 e 22 anos para o cenário 2. Quanto ao lucro, esperam-se 1,05M€ no cenário 1 e 1,41M€ no cenário 2. Assim, como no TMB, considera-se que o cenário 1 é o cenário ideal para este terminal.

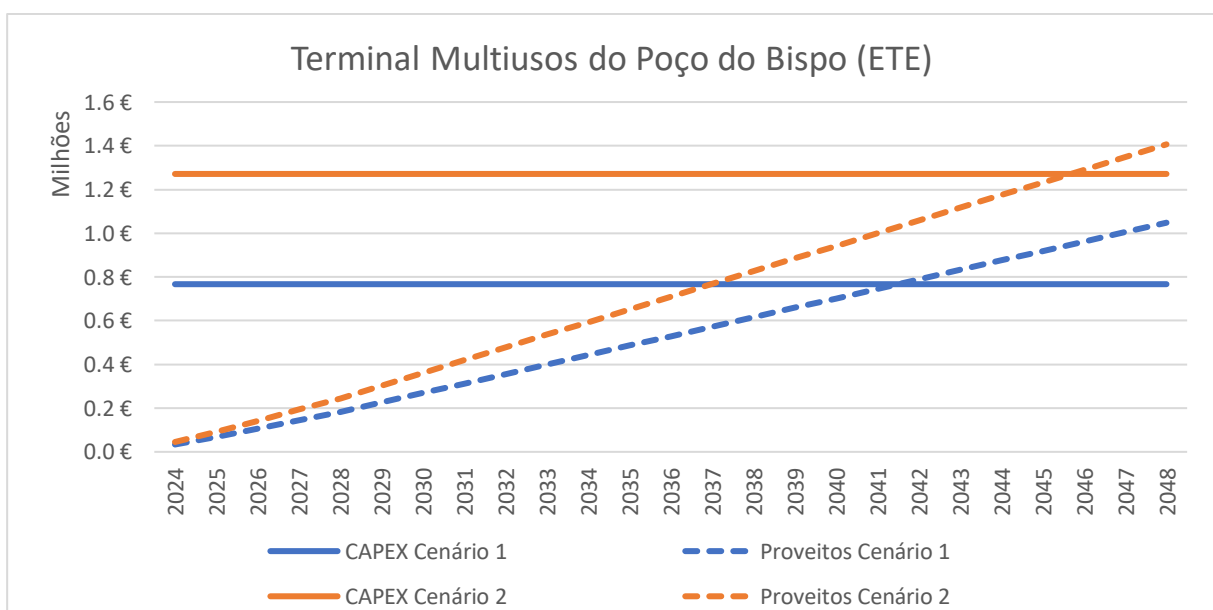


Gráfico 3.50-Payback estimado no Terminal de Multiusos do Poço do Bispo (ETE), com participação

4. CONCLUSÕES

4.1. CONCLUSÕES GERAIS

A presente dissertação foi desenvolvida com o objetivo de ajudar a APL a reduzir as emissões de CO₂ geradas pelos navios de cruzeiros e mercadorias dos terminais da zona oriental do Porto de Lisboa. Para o efeito, foi estudada a melhor solução técnico-económica com vista à instalação de um sistema *Shore-to-Ship (STS)* nos referidos terminais.

Numa fase inicial, através da análise de diversa bibliografia relacionada com o tema, desenvolveu-se o estado da arte do assunto em estudo, permitindo desta forma conhecer o que vem sendo desenvolvido em outros portos mundiais e o tipo de equipamentos que podem ser implementados em função do tipo de navio a alimentar. Conclui-se também com a realização deste estado da arte, a relevante importância dos sistemas *Shore-to-Ship (STS)* naquilo que é o desempenho energético e ambiental dos diversos países com dependência do trânsito de navios, quer para as atividades de turismo como de transporte de mercadorias.

Numa segunda fase, procedeu-se ao levantamento das necessidades e caracterização do tipo de navios que frequentam os terminais em estudo, com o objetivo de determinar as necessidades de potência instalada, a quantidade e o tipo de equipamentos a instalar. Nesta etapa foi relevante a base de dados fornecida pela APL, bem como os inquéritos realizados aos operadores dos navios. Foi, no entanto, evidente a falta de resposta por parte dos operadores dos navios, tendo conduzido a uma amostra manifestamente reduzida, quando comparada com a quantidade de navios que operam nos terminais em estudo.

Com a conclusão da etapa anterior, que culminou com a determinação da potência instalada e consumos estimados em cada terminal, foi possível avançar para a realização do projeto de instalações elétricas de todos os terminais e com a determinação da melhor solução de ligação à rede. Conclui-se, nesta fase, que face ao nível de potências requisitadas, a solução de fornecimento de energia, passaria, obrigatoriamente, pela ligação à Rede Nacional de Distribuição (RND), ao nível de 60kV, no PS do Alto de S. João, tendo esta ligação sido validada pelo Operador da Rede de Distribuição (ORD) e pelo Operador da Rede de Transporte (ORT).

Após a definição da solução de ligação à rede, foi desenvolvido o projeto base das instalações elétricas de serviço público, particularmente a linha elétrica de alta tensão a 60kV desde o PS do Alto de S. João e o projeto base das instalações de serviço particular, nomeadamente a subestação cliente de 60/10kV, de tecnologia GIS, as redes de distribuição de média tensão em 10kV, os postos de seccionamento de 10kV, as subestações *shoreside MT* e *shoreside BT*, as caixas conexão de cabos e os sistemas de ligação de cabos aos navios (*Cable Management System*, CMS). Com base no projeto realizado, foi realizada uma estimativa orçamental, que contou com a importante contribuição de duas das maiores empresas do sector, permitindo, de forma credível, obter um valor estimado de investimento inicial (CAPEX) para o projeto.

Por fim, com base em diversos critérios, foi determinada a tarifa de energia expectável para o projeto e determinado o tempo de retorno de investimento (PAYBACK) para cada terminal. Conclui-se que, sem participações externas, eventualmente justificáveis pelas metas impostas de descarbonização do país, os sistemas estudados apresentam índices de rentabilidade económica muito baixos. Esta falta de rentabilidade está relacionada com os elevados custos de investimento dos sistemas STS, dos custos com as infraestruturas de ligação à rede elétrica de serviço público e com os elevados custos de aquisição de energia elétrica, custos estes que como demonstrado poderão não ser competitivos face a outras fontes de energia tradicionalmente utilizadas para produção de energia elétrica nos navios. Por outro lado, alia-se à problemática anterior, o facto de não existirem penalizações quanto à produção de CO₂ pelos navios e a não obrigatoriedade de utilização dos sistemas STS.

4.2. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

Como desenvolvimentos futuros, dever-se-ão realizar novos inquéritos e reuniões com os operadores dos navios, permitindo desta forma afinar melhor as necessidades de cada terminal em particular e assim tentar reduzir os custos de investimento previstos. Deverá ser também realizada, em conjunto com a APL e com as concessionárias dos terminais, uma análise detalhada da melhor localização para as subestações *shoreside*, caixas de junção e sistemas de gestão de cabos (CMS).

Deverão ser também realizados estudos elétricos em regime estacionário e dinâmico que permitam simular a operação do sistema STS como um todo e individualmente por terminal. Estes estudos devem analisar os fluxos de potência e curto-circuito esperados, e o comprimento das exigências do Operador da Rede de Distribuição (ORD) e do Sistema Elétrico Nacional (SEN), no que diz respeito ao limite de harmónicos e *flickers* a introduzir na rede.

Por fim e não menos importante, deve ser realizado, por uma entidade especializada, um estudo económico detalhado que permita analisar a rentabilidade económica dos projetos em estudo e desta forma determinar quais dos terminais poderiam ser abrangidos pelos sistemas em causa e em que condições.

Referências Bibliográficas

- [1] T&E, ““EU shipping’s climate record: maritime CO2 emissions and real ship efficiency performance,”” 2019.
- [2] ZERO, “EMISSÕES DOS NAVIOS QUE ABASTECEM EM PORTUGAL É EQUIVALENTE À POLUIÇÃO DAS OITO CIDADES PORTUGUESAS COM MAIS CARROS REGISTRADOS,” 09 12 2019.
- [3] Haifeng Wang, Ph.D., Xiaoli Mao, and Dan Rutherford, “COSTS AND BENEFITS OF SHORE POWER AT THE PORT OF SHENZHEN,” 2016.
- [4] H. P. Authority, “Onshore Power Supply in the Port of Hamburg,” 03 2014. [Online]. Available: http://www.ops.wpci.nl/_images/_downloads/_original/1415618228_lutz_140306_ops-bergen.pdf.
- [5] U. P. Madrid, “On Shore Power Supply and LNG,” 2016.
- [6] P. o. R. Authority, “Alternative Maritime Power in the port of Rotterdam,” 2006.
- [7] L. M. Colmenares e W. W. Margaret, “Emissions control investment policy for the 2020 sulphur cap implemented by Port of Gothenburg as a model for the Port of Mombasa,” *World Maritime University*, 2019.
- [8] I. A. o. P. a. Harbors, “WPCI IAPH World Ports,” 23 07 2020. [Online]. Available: <https://sustainableworldports.org/>.
- [9] I. M. Organisation, “Annex VI - Regulations for the prevention of air pollution from ships,” 2007.
- [10] TEN-T, “Case Study Onshore Power Supply Facility at the Cruise Terminal Altona in Hamburg,” 11 2014. [Online]. Available: http://archive.northsearegion.eu/files/repository/20150309115942_TEN-TaNS_CaseStudy_OnshorePowerSupplyFacilityinHamburg.pdf.
- [11] J. G. SÁENZ, “Master Thesis - Energy analysis and costs estimation of an On-shore Power Supply system in the Port of Gävle,” University of Gävle, 2019.
- [12] E. I. Corporation, “Cold Ironing - Cost Effectiveness Study,” 2004.
- [13] IEC/ISO/IEEE, “International Standard 80005-1 Utility Connections in Port: Part 1,” 2019.
- [14] IEC/ISO/IEEE, “International Standard 80005-1 Utility Connections in Port: Part 2,” 2016.
- [15] IEC/ISO/IEEE, “Utility Connections in Port: Part 3,” 2016.
- [16] IEC, “International Standard 62613-1 Plugs, socket-outlets and ship couplers for high-voltage shore connection systems (HVSC-Systems) - Part 1,” 2018.
- [17] IEC, “International Standard 62613-1 Socket outlets and ship plugs for high-voltage shore connection systems (HVSC systems) - Part 2,” 2018.
- [18] IEC, “International Standard 60092-101 Electrical installations in ships. Part 101,” 2018.
- [19] IEC, “International Standard 60092-503 Electrical installations in ships - Part 503,” 2007.
- [20] *E. Parliament, Directive 2012/33/EC of the European Parliament and of the Council, 2012.*
- [21] *E. Parliament, Directive 2016/802 of the European Parliament and of the Council, 2016.*
- [22] I. |. MARPOL, “Annex VI Prevention of Air Pollution from Ships,” 2005.
- [23] *E. Parliament, Directive 2014/94/EU of the European Parliament and of the Council, 2014..*
- [24] *E. Parliament, Recommendation 2006/339/EC on the promotion of shore-side electricity for use by ships at berth in Community ports, 2006.*
- [25] *European Commission, Europe’s Seaports 2030: Challenges Ahead, Brussels, 2013.*

- [26] European Commission, Council Implementing Decision 2014/0230/NLE authorising Sweden to apply a reduced rate of taxation on electricity directly provided to vessels at berth in a port in accordance with Article 19 of Directive 2003/96/EC, 2014.
- [27] European Commission, Council Implementing Decision 2015/0106/NLE authorising Denmark to apply, in accordance with Article 19 of Directive 2003/96/EC, a reduced rate of taxation on electricity directly provided to vessels at berth in a port, 2015.
- [28] European Commission, Council Implementing Decision 2015/0106/NLE authorising Spain to apply a reduced rate of excise duty to electricity directly supplied to vessels at berth in a port, in accordance with Article 19 of Directive 2003/96/EC, 2018.
- [29] WPSP, "World Ports Sustainability Program," 2018.
- [30] E. Comission, "The European Green Deal," 2019. [Online]. Available: https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/european-green-deal-communication_en.pdf.
- [31] ABB, "Shore-to-ship power & Smart Ports," ABB, 2017.
- [32] Cavotec, "Cavotec Alternative Maritime Power Supply - Solutions for a clean environment," Cavotec, 2009.
- [33] Siemens, "Sustainable power supply for eco-friendly ports - SIHARBOR," 2018.
- [34] S. Electric, "ShoreBox - Shore connection for ships at berth," Schneider Electric, 2020.
- [35] P. o. L. Angeles, "Construction and Maintenance Division, General High Voltage Shore Connection Procedures," Los Angeles: PoLA, 2014.
- [36] P. d. Livorno, "Medium Voltage On shore Power Supply Plant for Cruise Ships in the Port of Livorno," 12 2017. [Online].
- [37] P. o. Gothenburg, "Case study - Onshore power supply at the Port of Gothenburg," 2013.
- [38] Porto de Lisboa, "Tráfego de cruzeiros - relatório de atividade," Porto de Lisboa, 2019.
- [39] E-Redes, "<https://e-redes-rede.wntech.com/>," [Online].
- [40] EDPD, "Caracterização das Redes de Distribuição," 2020.
- [41] REN, "Caracterização da rede nacional de transporte para efeitos de acesso à rede," 2021.
- [42] EDPDistribuição, *DMA-C33-281/N - CONDUTORES ISOLADOS E SEUS ACESSÓRIOS PARA REDES DE DISTRIBUIÇÃO, Cabos isolados de alta tensão, Características e ensaios*, 2020.
- [43] E-Redes, *DLN – Z40 – 011_Desenhos Técnicos Normativos_Catálogo Complementar de Desenhos Técnicos*, 2021.
- [44] E-Redes, "Subestação de Benavente entra em funcionamento," 22 12 2020. [Online]. Available: <https://www.e-redes.pt/en/node/23461>. [Acedido em 02 05 2021].
- [45] IEC, "IEC 60815: Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions - Part 1: Definitions, information and general principles," IEC, 2008.
- [46] IPMA, "Instituto Português do Mar e da Atmosfera," [Online]. Available: <https://www.ipma.pt/pt/index.html>. [Acedido em 15 05 2021].
- [47] M. d. Economia, "Regulamento de Segurança de Subestações e Postos de Transformação e de Seccionamento," 31 03 1960.
- [48] IEEE, "IEEE Std 80 - IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding," 2013.
- [49] IPQ, "NP 4426 : Proteção contra descargas atmosféricas Sistemas com dispositivo de ionização não radioativo," 2003.
- [50] EDPDistribuição, *DMA-C65-110/N- MATERIAIS PARA PROTEÇÃO DE REDES-Descarregadores de sobretensões para redes AT e MT- Características e ensaios*, 2020.
- [51] IEEE, "IEEE Std 605-Guide for Bus Design in Air Insulated Substations," 2011.
- [52] IEC, "IEC 60865-Short-circuit currents - Calculation of effects - Part 1: Definitions and calculation methods," 2011.

- [53] ABB, "Switchgear Manual - 12th edition," 2011.
- [54] E-Redes, "DMA-C33-251/N - CONDUTORES ISOLADOS E SEUS ACESSÓRIOS PARA REDES DE DISTRIBUIÇÃO, Cabos isolados de média tensão, Características e ensaios," 2021.
- [55] EDP Distribuição, "DMA C64-400/N - MATERIAIS PARA REDES – APARELHAGEM AT/MT - Quadros Metálicos de MT - Características e ensaios," 2020.
- [56] EDP Distribuição, "DMA-C13-911/N: POSTOS DE TRANSFORMAÇÃO MT/BT DE DISTRIBUIÇÃO PÚBLICA - Cabinas pré-fabricadas de betão armado para PT de superfície e manobra exterior - Características e ensaios," 2005.
- [57] EFACEC, "<https://www.efacec.pt/produtos/pucbet-centros-pre-fabricados-betao/>," [Online]. [Acedido em 03 06 2021].
- [58] SCHNEIDER, "Shore connection applications, main challenges," 2013.
- [59] SCHNEIDER, "<https://www.se.com/ww/en/product-range-presentation/61396-shorebox/>," [Online]. [Acedido em 05 06 2021].
- [60] Cadenadesuministro, "<https://www.cadenadesuministro.es/noticias/schneider-electric-presenta-la-solucion-shore-connection-de-conexion-de-buques-a-la-red-electrica/>," [Online]. [Acedido em 05 06 2021].
- [61] STEMMAN, *STEMMANN – ShoreCONNECT, Cable management system for Cruise Liner*, 2020.
- [62] STEMMAN, *ShoreCONNECT-Anschlusskasten, mit 2x IEC80005-1 Kreuzfahrer Steckdosensatz*, 2019.
- [63] STEMMAN, *Ground Connection Cabinet Shore Power*, 2017.
- [64] STEMMAN, *LTR 1000/2300/3x70 - PE+3/1200A/690V+PE+12/20A*, 2017.
- [65] IEC, "IEC 62682:Management of alarm systems for the process industries," 2014.
- [66] IEC, "IEC 61850:Communication networks and systems for power utility automation," 2021.
- [67] ERSE, "Guia de Medição Leitura e Disponibilização de Dados de Energia Elétrica," 2016.
- [68] IEC, "IEC 61000:Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-30: Testing and measurement techniques - Power quality measurement methods," 2015.
- [69] EDP Distribuição, "DMA-C13-526/N - INSTALAÇÕES AT E MT - Sistema de Monitorização da Qualidade de Energia Elétrica - Características e ensaios," 2020.
- [70] ERSE, "Regulamento da Qualidade de Serviço dos Setores Elétrico e do Gás," 2021.
- [71] DGE, "<https://www.dgeg.gov.pt/pt/estatistica/energia/precos-de-energia/precos-de-eletricidade-e-gas-natural/>," [Online]. [Acedido em 13 06 2021].
- [72] S. & Bunker, "Ship & Bunker," [Online]. Available: <https://shipandbunker.com/prices/emea/nwe/nl-rtm-rotterdam#VLSFO>. [Acedido em 22 06 2021].
- [73] H. J. W. S. G. Morten Simonsen, "MDPI," 25 04 2018. [Online]. Available: <https://www.mdpi.com/1996-1073/11/5/1059/htm>. [Acedido em 22 06 2021].
- [74] A. A. Araújo Gomes, H. J. Jesus Ribeiro da Silva e J. A. Beza Carvalho, *Instalações elétricas de baixa tensão: Dimensionamento e proteção de canalizações elétricas 2ª edição*, Publindústria, 2019.
- [75] A. Gomes, S. Ramos e A. Sá, *Instalações elétricas de baixa tensão: Aparelhagem de proteção, comando e seccionamento*, Engebook, 2018.
- [76] A. A. Araújo Gomes e J. A. Beza Carvalho, *Instalações elétricas de média tensão: Postos de transformação e seccionamento*, Publindústria, 2018.
- [77] A. A. Araújo Gomes, *Instalações Elétricas de Baixa Tensão – Canalizações Elétricas - 2ª edição*, Publindústria, 2015.
- [78] J. A. Beza Carvalho, "<http://neutroaterra.blogspot.com/>," [Online].
- [79] IEC, "IEC 60840:Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages above 30 kV (Um= 36 kV) up to 150 kV (Um = 170 kV) - Test methods and requirements," 2020.

Anexo I – Modelo de inquéritos realizados aos operadores dos navios de cruzeiros e mercadorias

- I.1 INQUÉRITO NAVIOS DE CRUZEIRO
- I.2 INQUÉRITO NAVIOS DE MERCADORIAS

Please read "Inquiry Notes" field before starting

2 Currently, how many ships do you have in "order" or "about to enter service life"?

2.1 How many of these ships are already able to receive OPS?

Please describe the number of ships (by LOA CLASS) taking into account the different characteristics, according to the following table:

LOA CLASS: <100 100>199 200>299 >300	NR. OF SHIPS	NOMINAL VOLTAGE (V)	ONSHORE POWER CONSUMPTION (MVA)	ONBOARD FREQUENCY (HZ)
<i>Example</i> 100>199	4	6600	1	50
200>299	3	6600	3	60
200>299	2	11000	4	60
<100				
100-199				
200>299				
>300				

3. Observations and Complementary information

3.1 Observations from Operator:

Free Text field;
Example Topics:

Experience;
Data estimation or
based on port;

3.2 Available to share a list/table with total or relevant ships (e.g. "OPC Ready" Vessels)

You can voluntarily send an email with the subject "Inquiry APL" for the following address: aesantos@gd-eng.com

Inquiry Notes:

- [⚡] [Data Field to be filled by Operator]
- LOA - Length Overall (from vessel "tip to toe")
- OPS - Onshore Power Supply
- OPC - Onshore Power Connection regarding only cold-ironing at quay (excludes dry dock low power OPC)
- If characteristics change across same LOA



**LISBON PORT
ONSHORE POWER SUPPLY (OPS)
INQUIRY**



Please read "Inquiry Notes" field before starting

0 OPERATOR ID:	Contact Email:	Date(dd/mm/yy):
-----------------------	-----------------------	------------------------

1 How many ships do you have?

1.1 How many of these ships are already able to receive OPS?

Please describe the number of ships (by LOA CLASS) taking into account the different characteristics, according to the following table:

	GROS TONNAGE (GT)	NR. OF SHIPS	NOMINAL VOLTAGE (V)	ONSHORE AVERAGE POWER DEMAND (kVA)	ONSHORE PEAK POWER DEMAND (kVA)	ONBOARD FREQUENCY (HZ)
<i>Example</i>	<2999	4	440	600	1000	50
	6000-9999	3	6600	3000	5000	60
	6000-9999	2	11000	6000	8000	60

<2999						
3000-5999						
6000-9999						
10000-14999						
15000-19999						
20000-24999						
25000-29999						
30000-34999						
40000-44999						
45000-49999						
50000-54999						
55000-59999						
60000-64999						
65000-69999						
>70000						

1.2 Ships unable to receive OPS but planned to be converted

Please describe the number of ships (by LOA CLASS) taking into account the different characteristics, according to the following table:

	GROS TONNAGE (GT)	NR. OF SHIPS	EXPECTED YEAR OF CONVERSION	NOMINAL VOLTAGE (V)	ONSHORE POWER CONSUMPTION (kVA)	ONBOARD FREQUENCY (HZ)
<i>Example</i>	<2999	4	2025	440	600	50
	6000-9999	3	2024	6600	3000	60
	6000-9999	2	2028	11000	6000	60

<2999						
3000-5999						
6000-9999						
10000-14999						
15000-19999						
20000-24999						
25000-29999						
30000-34999						
40000-44999						
45000-49999						
50000-54999						
55000-59999						
60000-64999						
65000-69999						
>70000						

Please read "Inquiry Notes" field before starting

2 Currently, how many ships do you have in "order" or "about to enter service life"?

2.1 How many of these ships are already able to receive OPS?

Please describe the number of ships (by LOA CLASS) taking into account the different characteristics, according to the following table:

	GROS TONNAGE (GT)	NR. OF SHIPS	NOMINAL VOLTAGE (V)	ONSHORE POWER CONSUMPTION (kVA)	ONBOARD FREQUENCY (HZ)
Example	<2999	4	440	600	50
	6000-9999	3	6600	3000	60
	6000-9999	2	11000	6000	60

<2999					
3000-5999					
6000-9999					
10000-14999					
15000-19999					
20000-24999					
25000-29999					
30000-34999					
40000-44999					
45000-49999					
50000-54999					
55000-59999					
60000-64999					
65000-69999					
>70000					

3. Observations and Complementary information

3.1 Observations from Operator:

Free Text field;
Example Topics:

Experience;
Data estimation or
based on port;

3.2 Available to share a list/table with total or relevant ships (e.g. "OPC Ready" Vessels)

You can voluntarily send an email with the subject "Inquiry APL" for the following address: aesantos@qd-eng.com

Inquiry Notes:

- [Data Field to be filled by Operator]
- GT - Gross Tonnage (ship's overall internal volume)
- OPS - Onshore Power Supply
- OPC - Onshore Power Connection regarding only cold-ironing at quay (excludes dry dock low power OPC)
- If characteristics change across same LOA

Anexo II - Formulário do pedido de ligação à rede

1. Elementos identificativos do requisitante

Nome/designação social *: _____
Morada envio (Rua/Nº) *: _____
Código Postal e Localidade *: _____
Número de identificação fiscal *: _____ CAE- Atividade Económica* : _____

2. Elementos identificativos da pessoa para contacto

Nome *: _____
Morada (Rua/Nº) *: _____
Código Postal e Localidade *: _____
Telefone *: _____ Fax *: _____
Telemóvel _____ E-mail *: _____

3. Elementos identificativos da instalação:

Instalação existente CPE: _____
Nova instalação Morada (Rua/Nº)*: _____
Concelho *: _____ Freguesia: _____ Lugar: _____
Ponto de referência (Cord. GPS; Planta localização; outra): _____

4. Elementos caracterizadores do pedido:

Tipo de pedido *: Nova ligação Alteração de Potência
Potência Instalada: _____ kVA Potência requisitada *: _____ kVA
Tensão de fornecimento *: _____ kV Data pretendida da Ligação: _____
Descrição do processo produtivo/ Utilização da Energia *: _____

5. Condicionais técnicos

5.1 – Potência de curto-circuito *: Sem restrições especiais No Mínimo de _____ MVA

5.2 – Alimentação alternativa *: Não necessária Necessária

5.3 – Requisitos em qualidade de tensão (a título meramente informativo e sem vínculo contratual):

■ Variação do valor eficaz da tensão (valores médios de 10 min.) – Máx. Admissível _____ %; Existência de cargas c/ requisitos especiais: SIM NÃO

■ Distorção harmónica total de tensão (valores médios de 10 min.) – Máx. Admissível _____ % Tipo de cargas _____

■ Severidade das cavas de tensão – Tensão mín. admissível _____ kV; Duração: _____ ms Requisitos especiais _____

5.4 – Outros condicionais técnicos: _____

O Requisitante * _____, _____ de _____ de _____

* Campos de preenchimento obrigatório

Anexo III – Cálculos Justificativos

SafeGrid Earthing Software complies with IEEE Std 80 and IEC 60479.

Project:
Rede Terras APL
Scenario:
Scenario 1

Design Inputs

Table 1: Soil characteristics

Model	Specify soil model parameters
Top layer resistivity (Ohm.m)	100
Top layer depth (m)	5
Bottom layer resistivity (Ohm.m)	100

Table 2: Grid energisation

Source	Specify ground fault current
Units	Current (A)
Magnitude (real)	12900
Magnitude (imag)	0

Table 3: Grid and rod conductor size

Method	Specify grid conductor radius
Conductor radius (mm)	5.499

Table 4: Measurement units

Units	Metric
-------	--------

Table 5: System

Frequency (Hz)	50
----------------	----

Buried Grid Model

Table 6: Segments

No. of segments accounting for intersections only	1058
No. of segments after segmentation (for accuracy)	1058
Fault location (segment no.)	1
Total length of conductor network (m)	2132

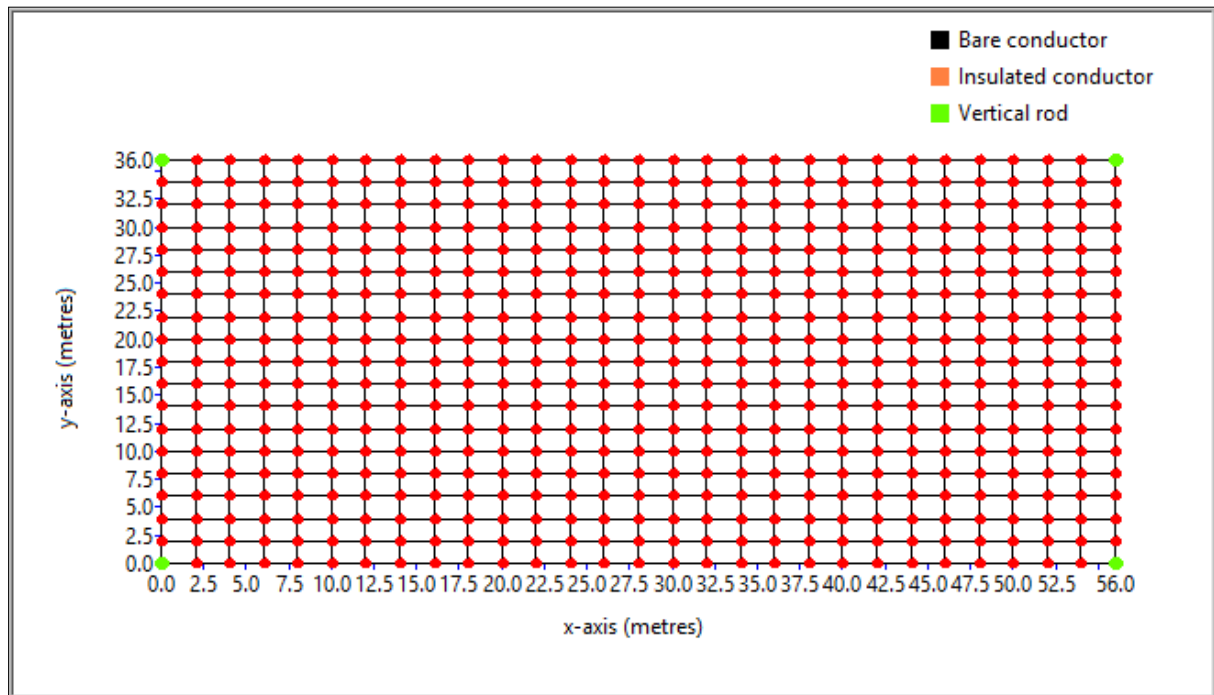


Figure 1: Buried grid preview

Safety Criteria Calculation

Table 7: User Inputs

Safety standard (body resistance)	IEEE
Fibrillation current method	50kg - IEEE
Body resistance curve (IEC)	-
Conditions (IEC)	-
Foot resistance calculation method	IEEE80:2000
Additional series resistance (i.e. shoe or glove) (Ohms)	0
Fault clearing time (s)	0.5
System frequency (Hz)	50
System X/R ratio	20
Decrement factor	Default
Decrement factor value	1.062

Sub-surface layer resistivity (Ohm.m)	100
Use top layer soil resistivity? (True/False)	TRUE
Surface material resistivity (Ohm.m)	10000
Surface layer depth (m)	0.1

Table 8: Results

Allowable Touch Voltage Limit (V)	1745.781
Allowable Step Voltage Limit (V)	6519.604
Permissible body current (A)	0.164
Body resistance - 1 hand to both feet (Ohms)	1000
Body resistance - 1 foot to other foot (Ohms)	1000

Earthing System Performance

Table 9: Results

Grid Impedance, Z (Ohms)	0.939
Grid Impedance Angle (degrees)	0.009
Grid Potential Rise, GPR (V)	12116.552
Grid Potential Rise Angle (degrees)	0.009

Table 10: Summary of Inputs

Top soil layer resistivity (Ohm.m)	100
Depth top soil layer (m)	5
Bottom soil layer resistivity (Ohm.m)	100
Excitation current (A)	12900+j0
Faulted segment no.	1
Final no. of segments	1058
Conductor radius (m)	0.005499
Conductivity of buried conductor (S/m)	57E+6
Frequency (Hz)	50
Calculation delta	0.001

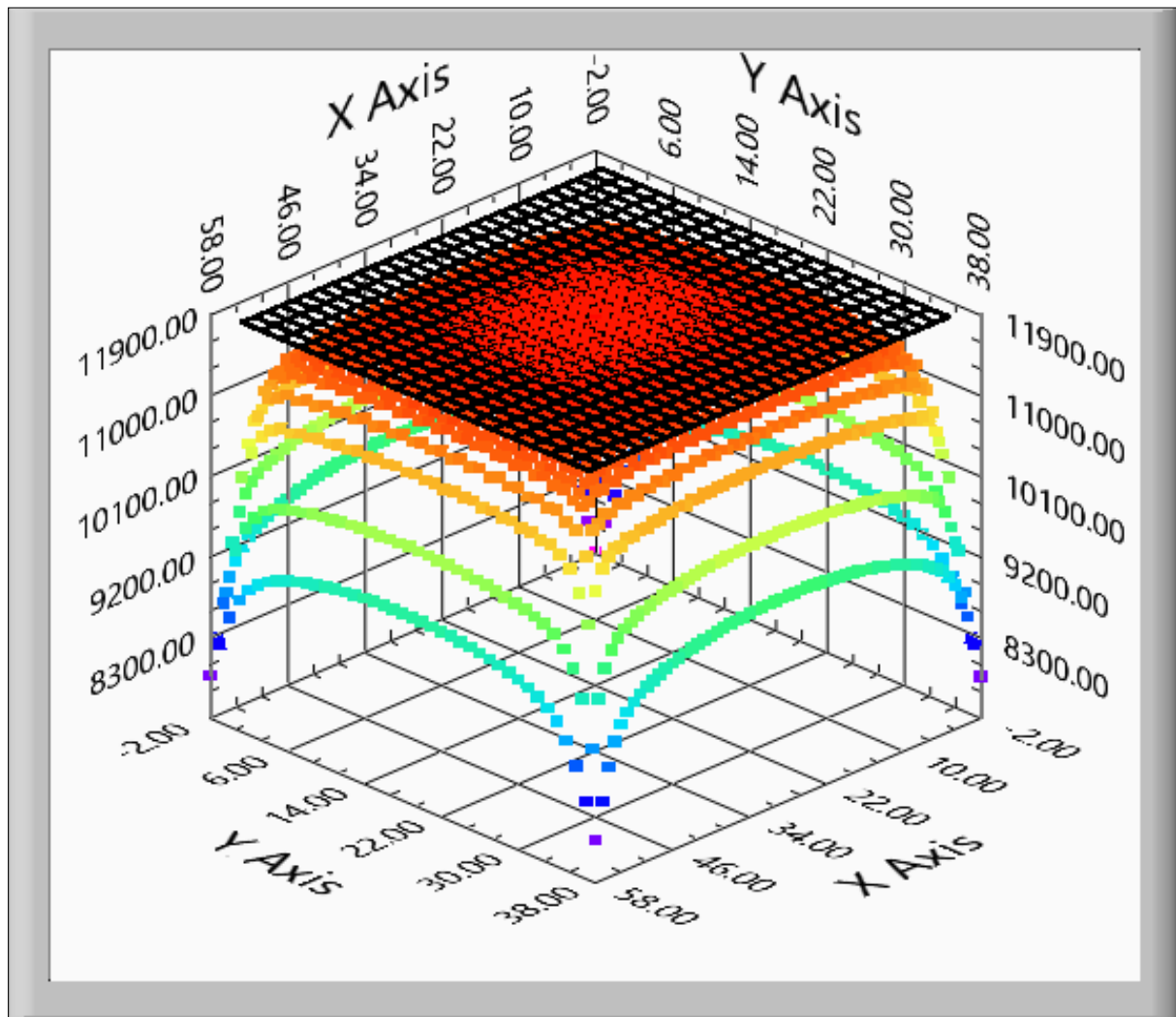


Figure 2: Surface potentials (V) - 3D view

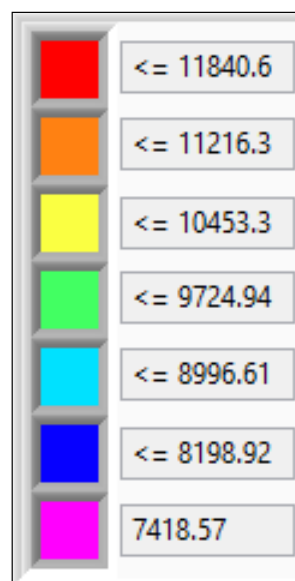


Figure 3: Surface potentials - Colour map

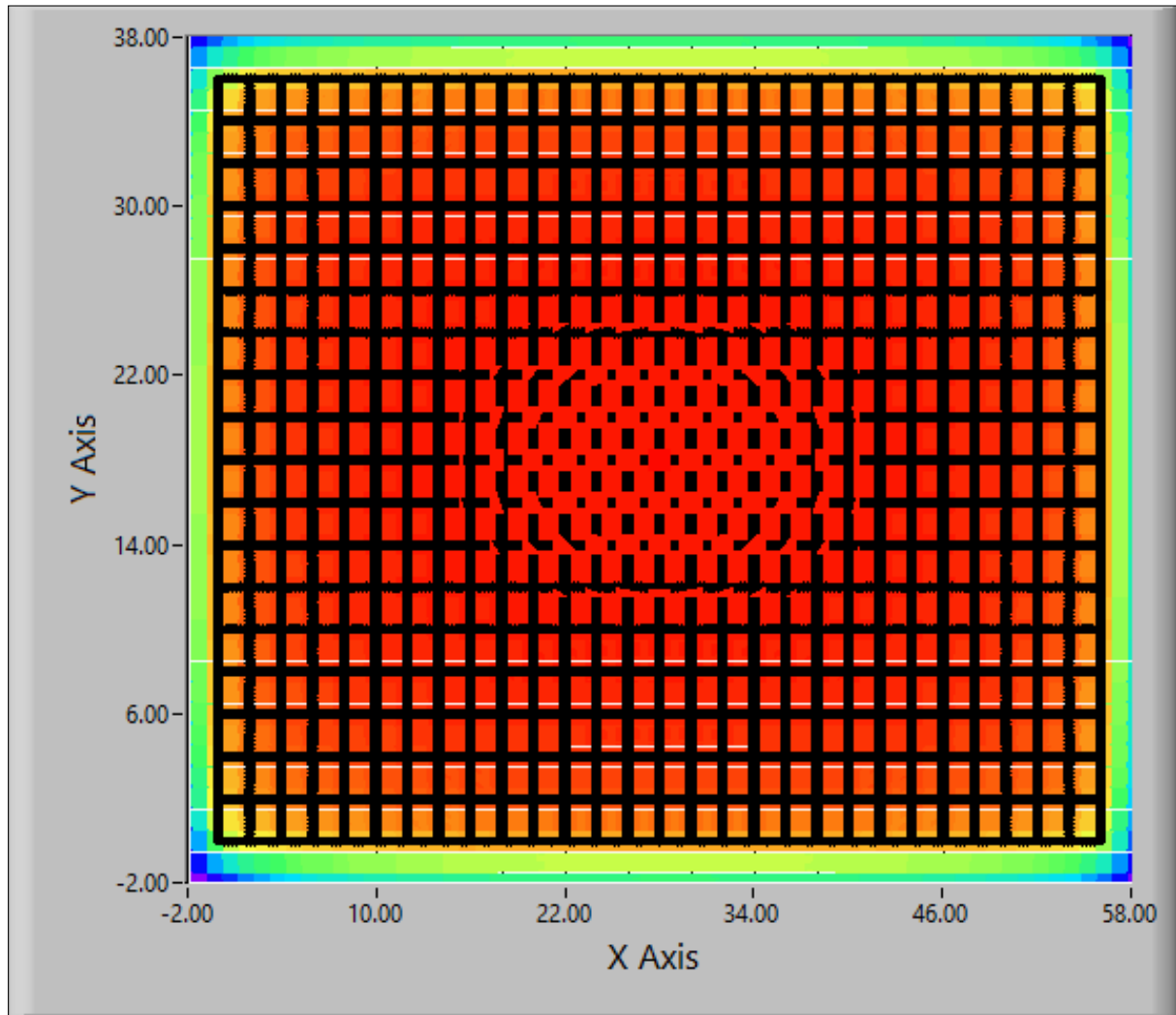


Figure 4: Surface potentials (V) - X-Y view

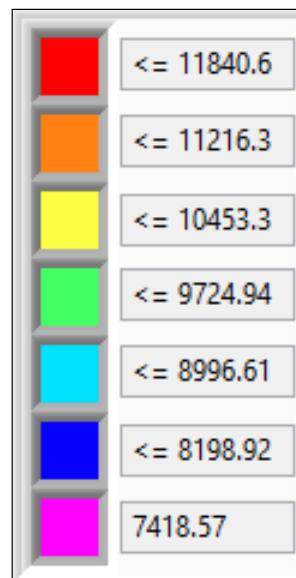


Figure 5: Surface potentials - Colour map

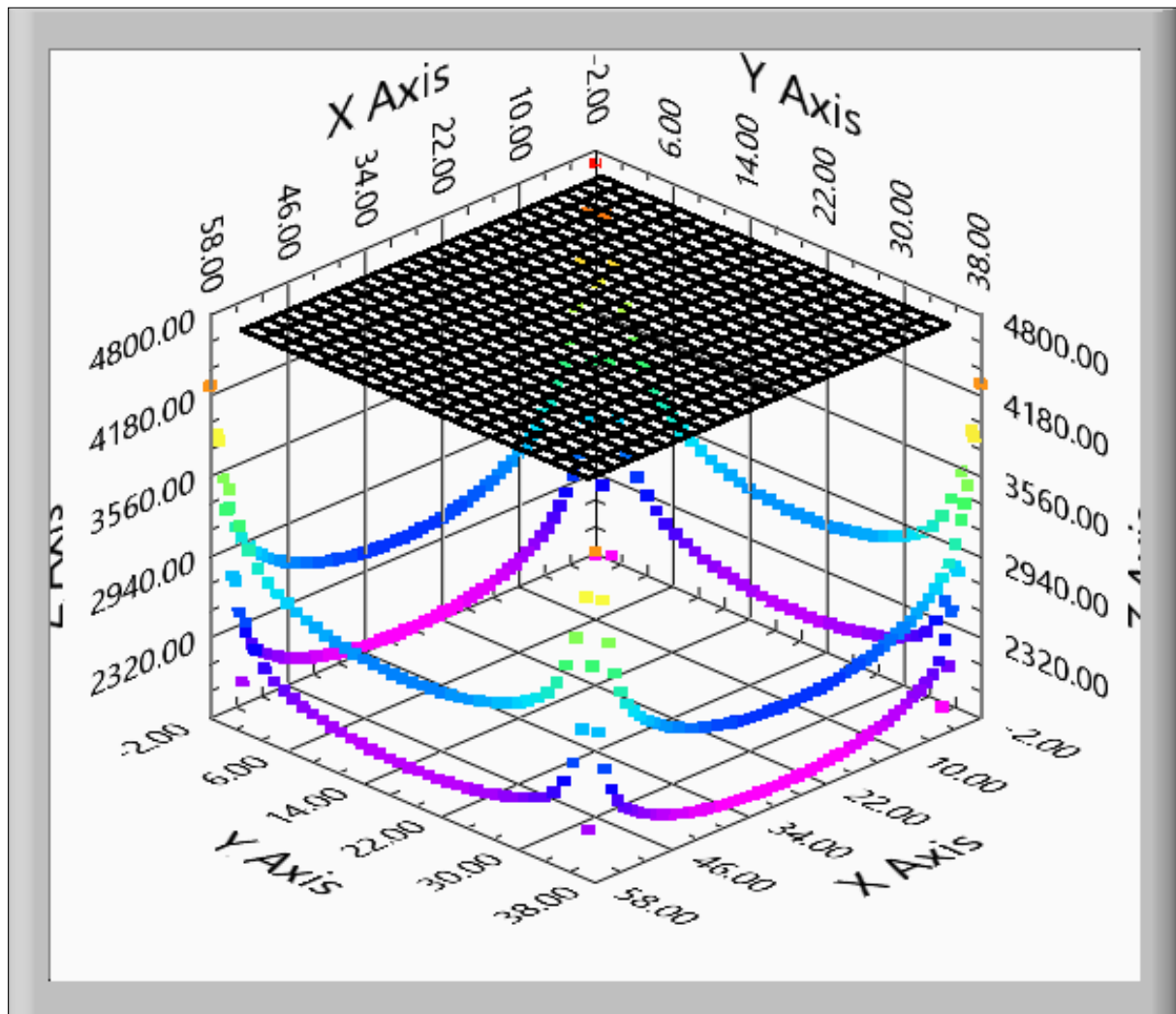


Figure 6: Touch potentials (V) - 3D view

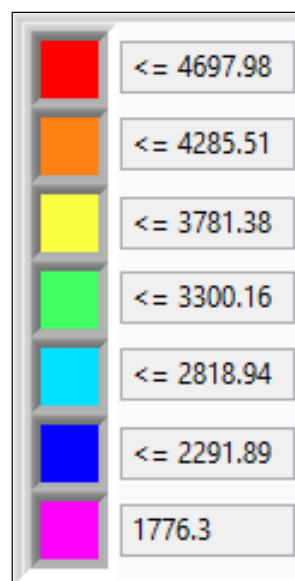


Figure 7: Touch potentials - Colour map

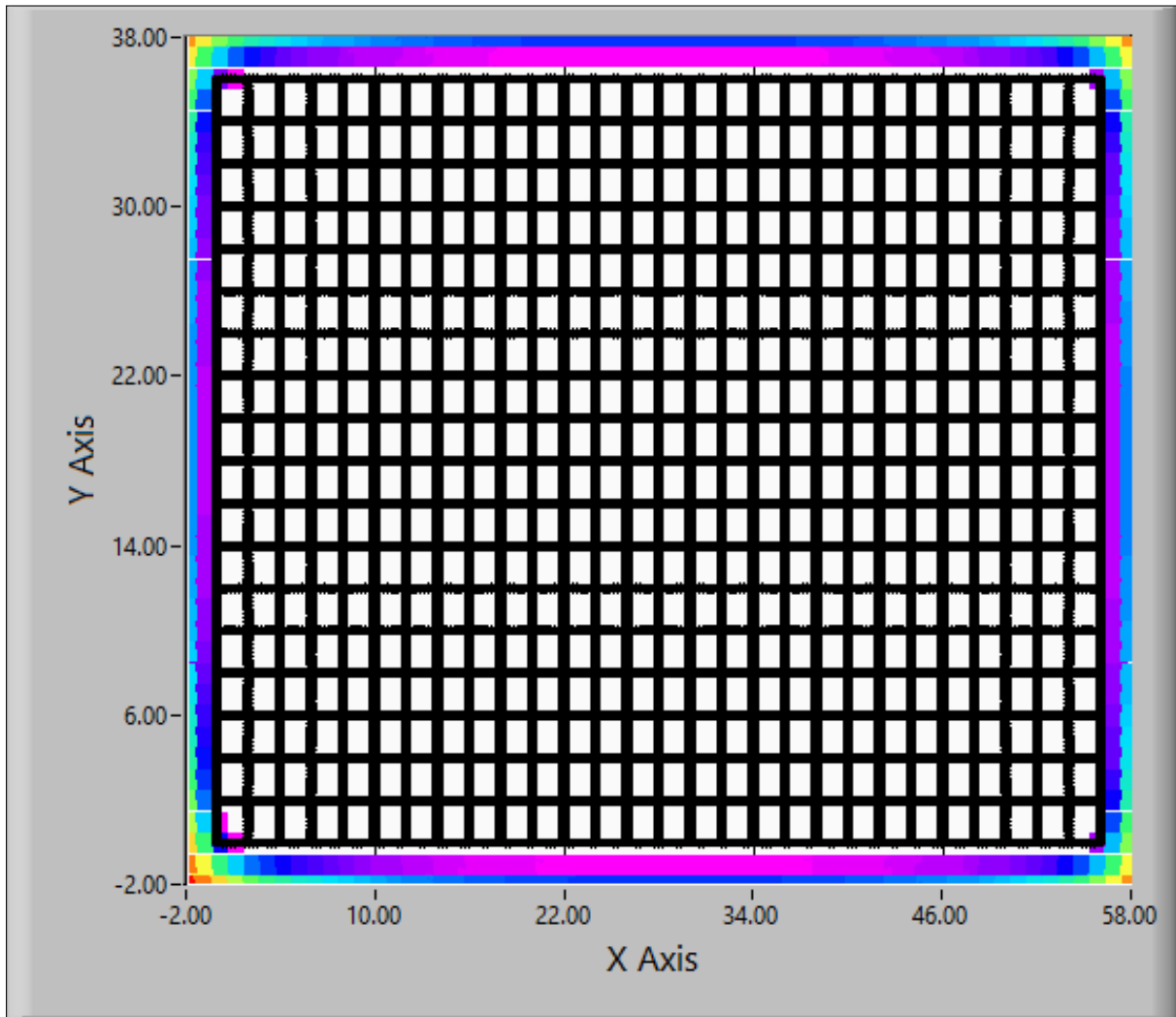


Figure 8: Touch potentials (V) - X-Y view

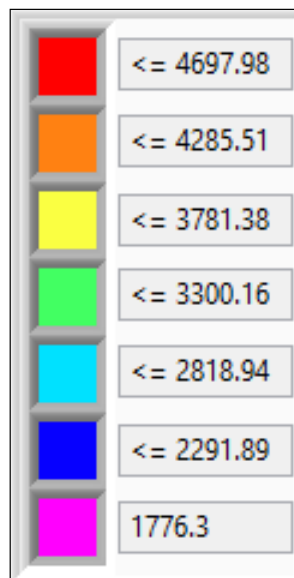


Figure 9: Touch potentials - Colour map

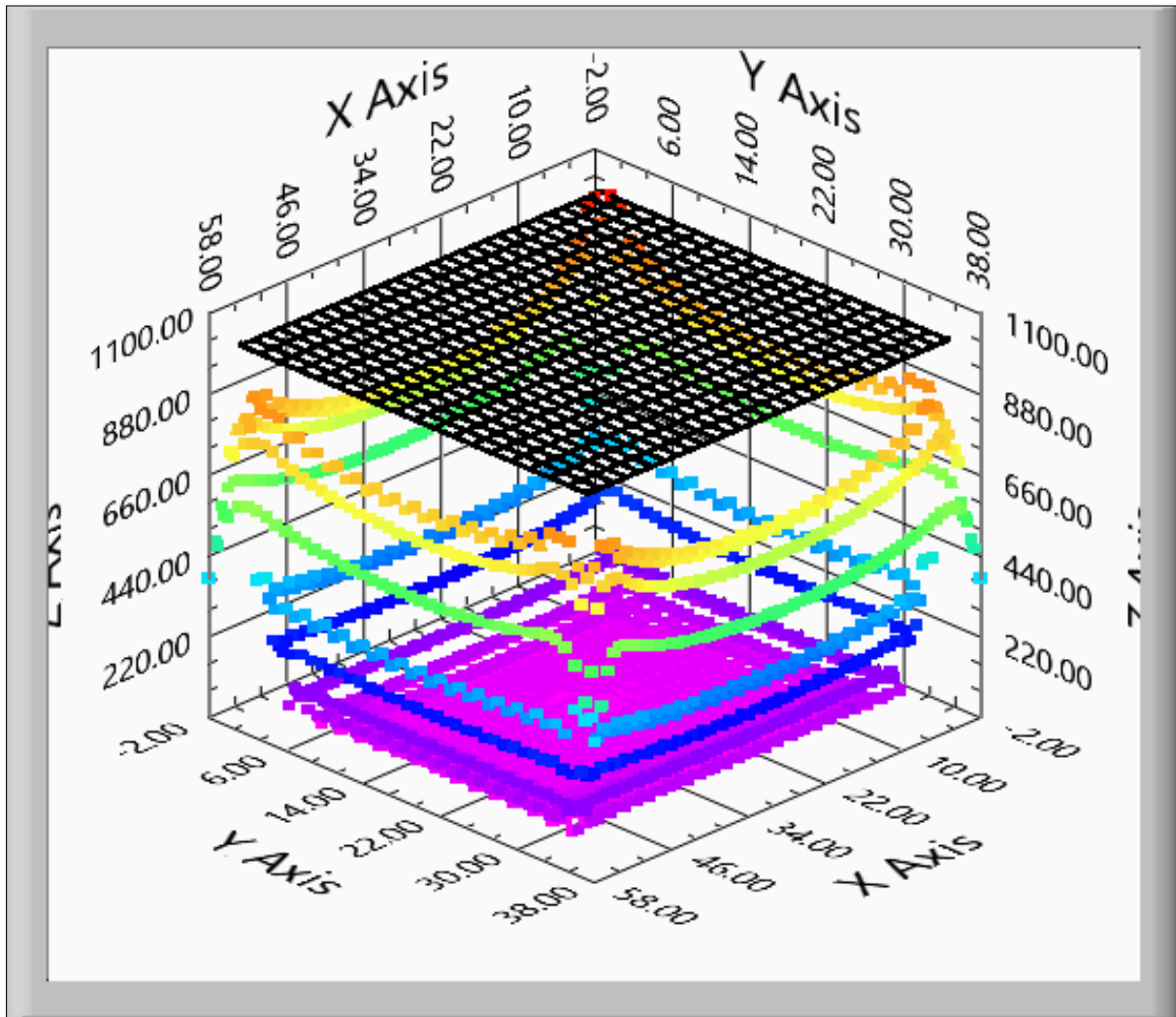


Figure 10: Step potentials (V) - 3D view

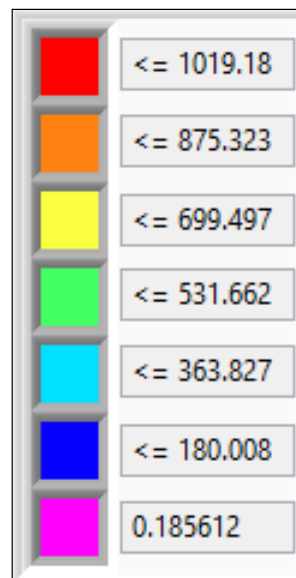


Figure 11: Step potentials - Colour map

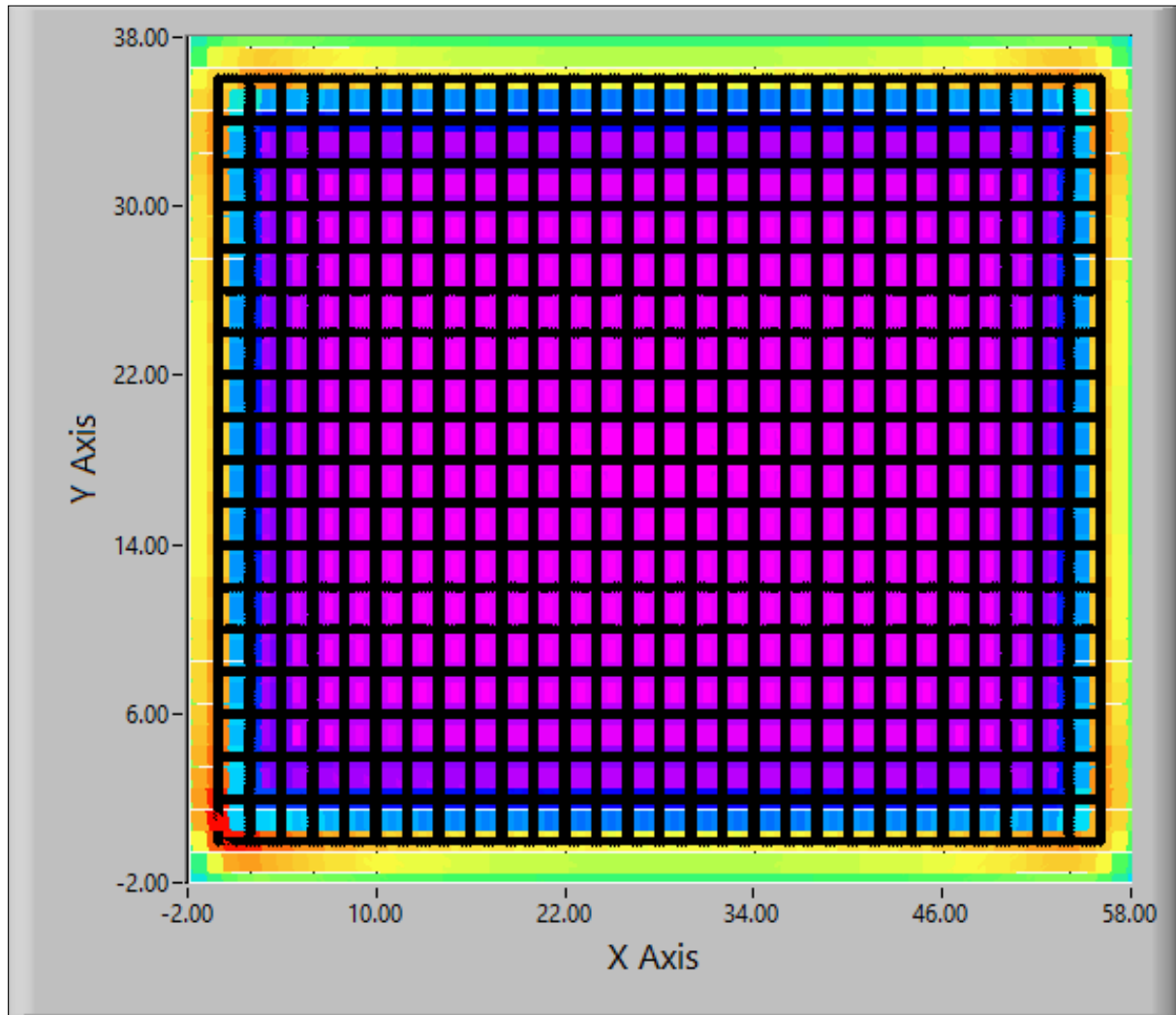


Figure 12: Step potentials (V) - X-Y view

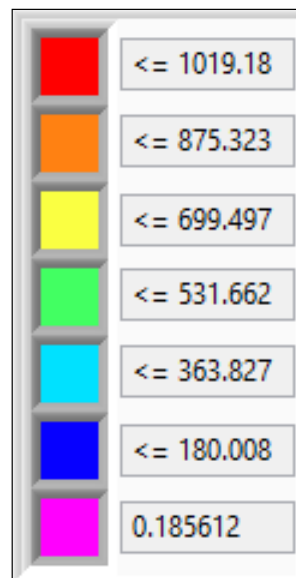


Figure 13: Step potentials - Colour map

PVsyst - Simulation report

Grid-Connected System

Project: CSF Porto Lisboa

Variant: New simulation variant

Sheds on ground

System power: 58.3 kWp

Porto Lisboa - Portugal

Author

QUADRANTE - Engenharia e Consultoria, S.A. (Portugal)



Project: CSF Porto Lisboa

Variant: New simulation variant

PVsyst V7.1.7

VCO, Simulation date:
04/06/21 22:01
with v7.1.7

QUADRANTE - Engenharia e Consultoria, S.A. (Portugal)

Project summary

Geographical Site Porto Lisboa Portugal	Situation Latitude 38.70 °N Longitude -9.17 °W Altitude 13 m Time zone UTC	Project settings Albedo 0.20
Meteo data Porto Lisboa Meteonorm 7.3 (1991-2010) - Synthetic		

System summary

Grid-Connected System	Sheds on ground	User's needs Unlimited load (grid)
PV Field Orientation Fixed plane Tilt/Azimuth 5 / -39 °	Near Shadings Linear shadings	
System information		
PV Array	Inverters	
Nb. of modules 144 units	Nb. of units 2 units	
Pnom total 58.3 kWp	Pnom total 50.0 kWac	
	Pnom ratio 1.166	

Results summary

Produced Energy 91.73 MWh/year	Specific production 1573 kWh/kWp/year	Perf. Ratio PR 86.67 %
--------------------------------	---------------------------------------	------------------------

Table of contents

Project and results summary	2
General parameters, PV Array Characteristics, System losses	3
Horizon definition	4
Near shading definition - Iso-shadings diagram	5
Main results	6
Loss diagram	7
Special graphs	8



PVsyst V7.1.7

VCO, Simulation date:
04/06/21 22:01
with v7.1.7

QUADRANTE - Engenharia e Consultoria, S.A. (Portugal)

General parameters

Grid-Connected System		Sheds on ground			
PV Field Orientation		Sheds configuration		Models used	
Orientation		Nb. of sheds		Transposition Perez	
Fixed plane		144 units		Diffuse Perez, Meteonorm	
Tilt/Azimuth		Sizes		Circumsolar separate	
5 / -39 °		Sheds spacing 1.48 m			
		Collector width 1.10 m			
		Ground Cov. Ratio (GCR) 74.1 %			
		Shading limit angle			
		Limit profile angle 13.9 °			
Horizon		Near Shadings		User's needs	
Average Height 1.9 °		Linear shadings		Unlimited load (grid)	

PV Array Characteristics

PV module		Inverter	
Manufacturer	Trina Solar	Manufacturer	SMA
Model	TSM-DE15M-(II)-405	Model	Sunny Tripower 25000TL-JP-30
(Original PVsyst database)		(Original PVsyst database)	
Unit Nom. Power	405 Wp	Unit Nom. Power	25.0 kWac
Number of PV modules	144 units	Number of inverters	2 units
Nominal (STC)	58.3 kWp	Total power	50.0 kWac
Modules	8 Strings x 18 In series	Operating voltage	390-800 V
At operating cond. (50°C)		Pnom ratio (DC:AC)	1.17
Pmpp	53.1 kWp		
U mpp	665 V		
I mpp	80 A		
Total PV power		Total inverter power	
Nominal (STC)	58 kWp	Total power	50 kWac
Total	144 modules	Nb. of inverters	2 units
Module area	293 m ²	Pnom ratio	1.17
Cell area	251 m ²		

Array losses

Array Soiling Losses		Thermal Loss factor		DC wiring losses				
Loss Fraction	2.0 %	Module temperature according to irradiance		Global array res.	137 mΩ			
		Uc (const) 25.0 W/m ² K		Loss Fraction	1.5 % at STC			
		Uv (wind) 1.0 W/m ² K/m/s						
Module Quality Loss		Module mismatch losses		Strings Mismatch loss				
Loss Fraction	-0.8 %	Loss Fraction 2.0 % at MPP		Loss Fraction 0.1 %				
IAM loss factor								
Incidence effect (IAM): Fresnel AR coating, n(glass)=1.526, n(AR)=1.290								
0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.999	0.987	0.962	0.892	0.816	0.681	0.440	0.000



Horizon definition

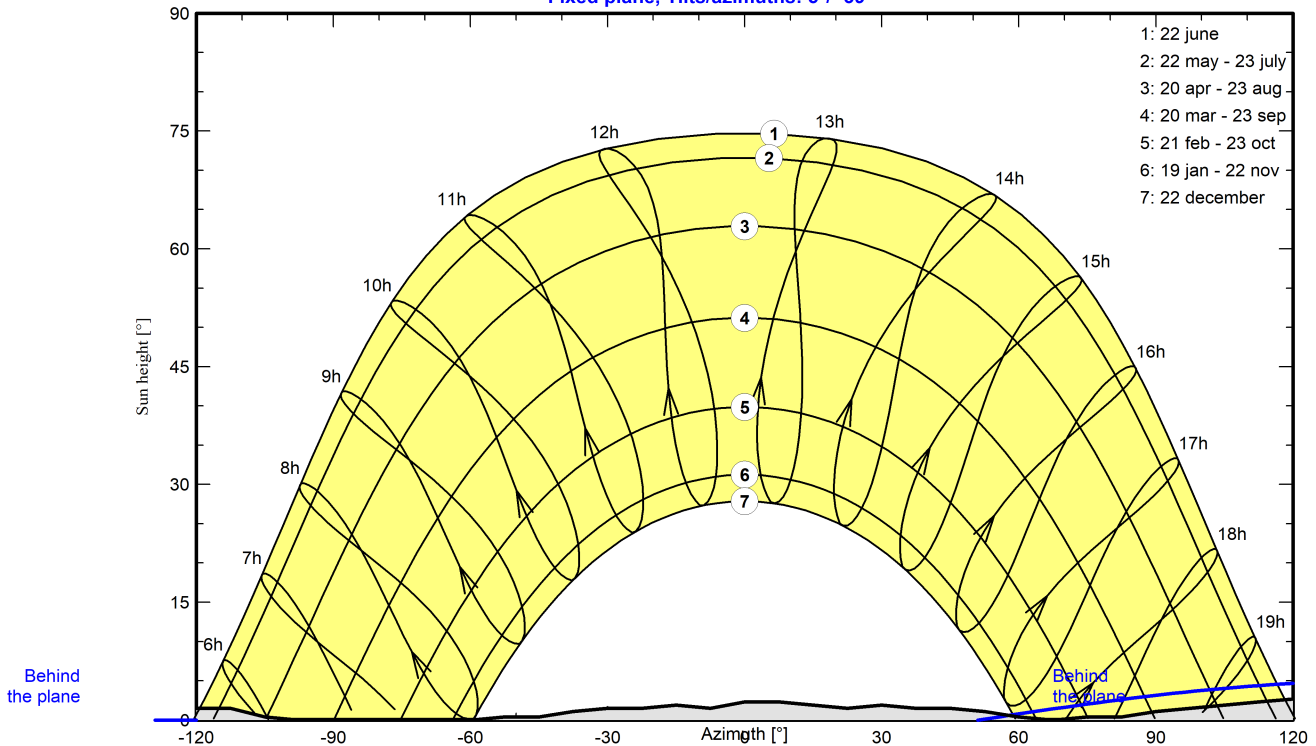
Average Height	1.9 °	Albedo Factor	0.95
Diffuse Factor	1.00	Albedo Fraction	100 %

Horizon profile

Azimuth [°]	-180	-173	-165	-158	-150	-143	-128	-120	-113	-105	-98	-60	-53	-45
Height [°]	4.2	4.6	5.3	5.0	4.6	3.8	1.9	1.5	1.5	0.4	0.0	0.0	0.4	0.4
Azimuth [°]	-38	-30	-23	-15	-8	0	8	15	23	30	38	45	53	60
Height [°]	1.1	1.5	1.5	1.9	1.5	2.3	2.3	1.9	1.5	1.9	1.5	1.5	1.1	0.4
Azimuth [°]	68	75	83	90	98	105	113	120	128	165	173	180		
Height [°]	0.0	0.4	0.4	1.1	1.5	1.9	2.3	2.7	3.1	3.1	3.4	4.2		

Sun Paths (Height / Azimuth diagram)

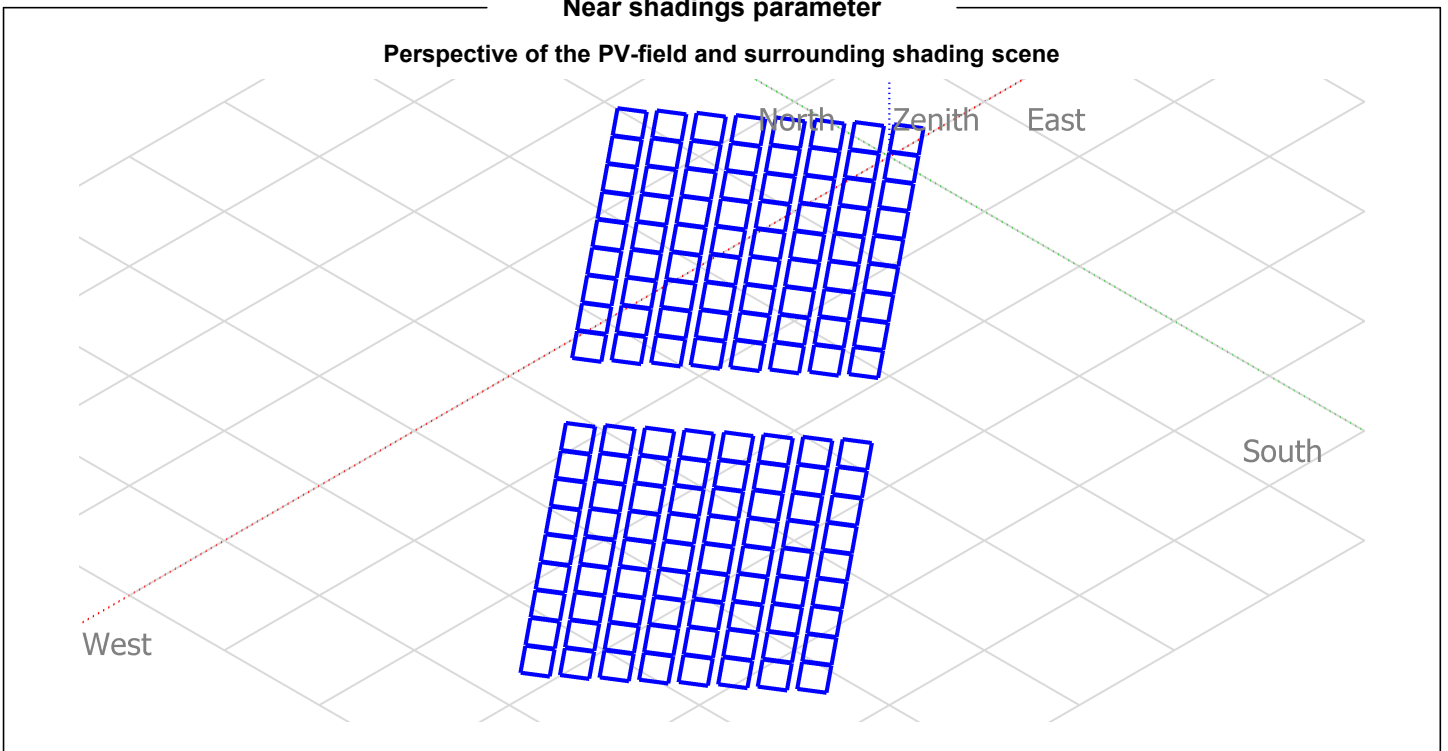
Horizon from PVGIS website API, Lat=38°42'6", Long=-9°10'4", Alt=13m
Fixed plane, Tilts/azimuths: 5° / -39°





Near shadings parameter

Perspective of the PV-field and surrounding shading scene

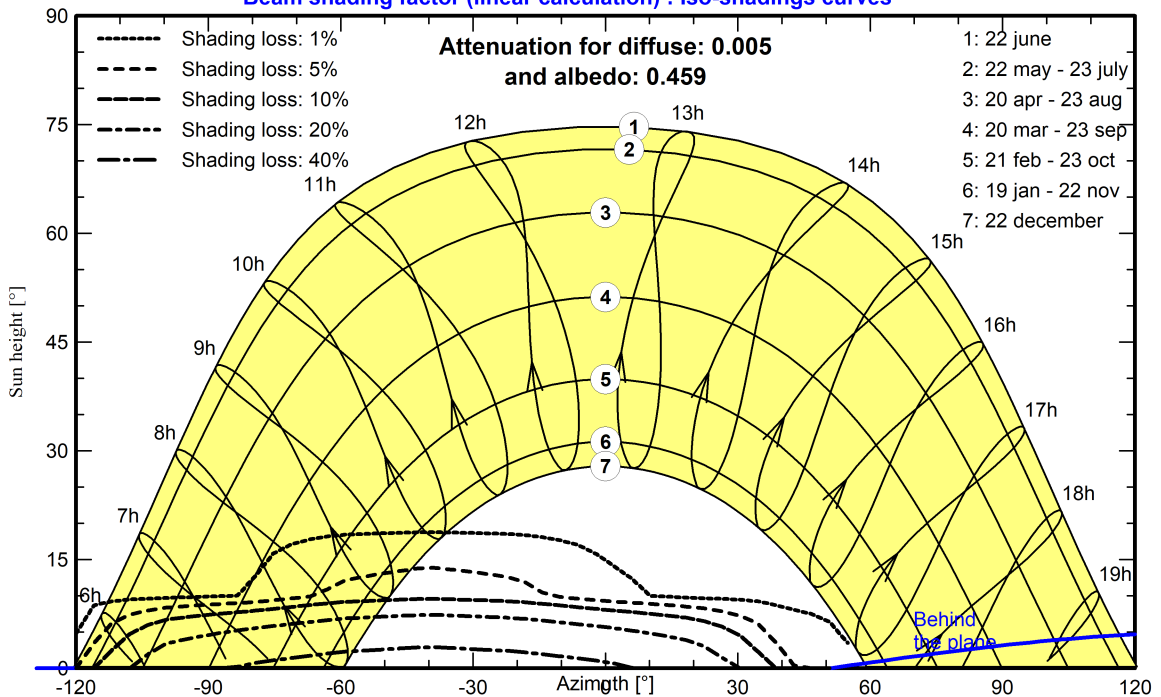


Iso-shadings diagram

CSF Porto Lisboa

Beam shading factor (linear calculation) : Iso-shadings curves

Attenuation for diffuse: 0.005
and albedo: 0.459





Main results

System Production

Produced Energy 91.73 MWh/year

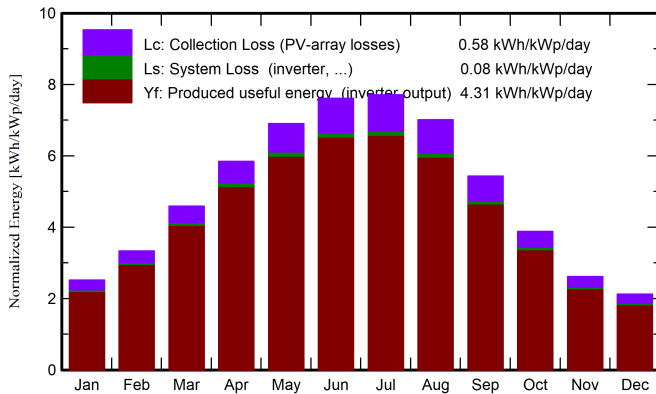
Specific production

1573 kWh/kWp/year

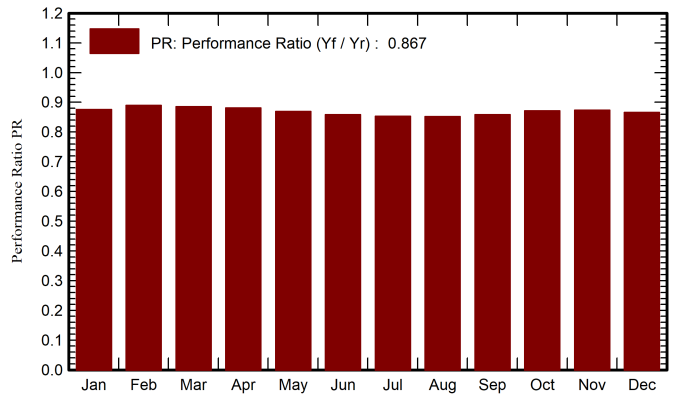
Performance Ratio PR

86.67 %

Normalized productions (per installed kWp)



Performance Ratio PR



Balances and main results

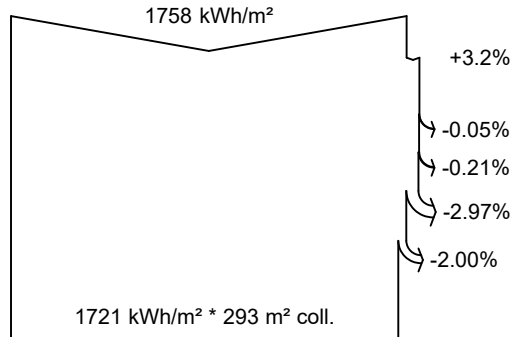
	GlobHor	DiffHor	T_Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR
	kWh/m ²	kWh/m ²	°C	kWh/m ²	kWh/m ²	MWh	MWh	ratio
January	71.1	27.56	10.81	78.0	71.5	4.06	3.99	0.876
February	87.8	38.48	12.18	93.3	87.4	4.94	4.84	0.889
March	136.6	55.52	14.43	142.3	134.7	7.49	7.34	0.885
April	171.0	63.50	15.64	175.2	167.0	9.18	9.00	0.881
May	211.8	69.94	18.71	214.1	204.6	11.06	10.85	0.869
June	227.1	67.62	21.98	228.2	218.8	11.66	11.43	0.859
July	236.7	64.66	23.52	239.0	229.1	12.12	11.89	0.853
August	213.1	61.17	24.05	217.3	207.9	11.01	10.80	0.852
September	157.1	53.52	21.71	162.8	154.9	8.31	8.16	0.859
October	113.4	47.04	18.81	120.3	113.2	6.23	6.11	0.872
November	72.7	30.70	13.96	78.4	72.5	4.07	4.00	0.874
December	59.8	27.97	11.55	65.7	59.6	3.39	3.32	0.866
Year	1758.1	607.69	17.31	1814.7	1721.2	93.52	91.73	0.867

Legends

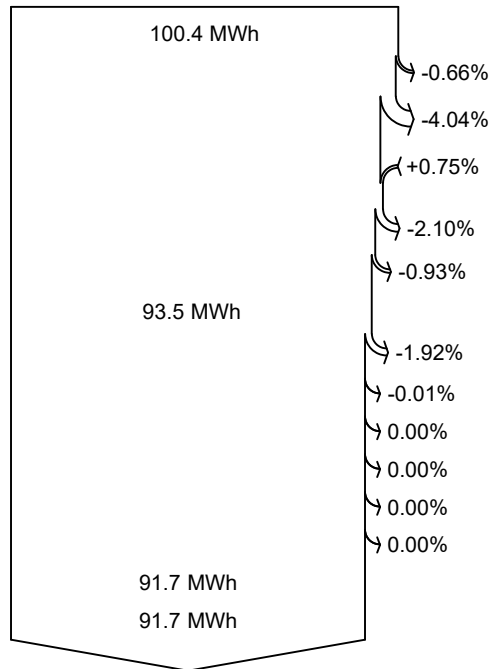
GlobHor	Global horizontal irradiation	EArray	Effective energy at the output of the array
DiffHor	Horizontal diffuse irradiation	E_Grid	Energy injected into grid
T_Amb	Ambient Temperature	PR	Performance Ratio
GlobInc	Global incident in coll. plane		
GlobEff	Effective Global, corr. for IAM and shadings		



Loss diagram



efficiency at STC = 19.94%



Global horizontal irradiation

Global incident in coll. plane

Far Shadings / Horizon

Near Shadings: irradiance loss

IAM factor on global

Soiling loss factor

Effective irradiation on collectors

PV conversion

Array nominal energy (at STC effic.)

PV loss due to irradiance level

PV loss due to temperature

Module quality loss

Mismatch loss, modules and strings

Ohmic wiring loss

Array virtual energy at MPP

Inverter Loss during operation (efficiency)

Inverter Loss over nominal inv. power

Inverter Loss due to max. input current

Inverter Loss over nominal inv. voltage

Inverter Loss due to power threshold

Inverter Loss due to voltage threshold

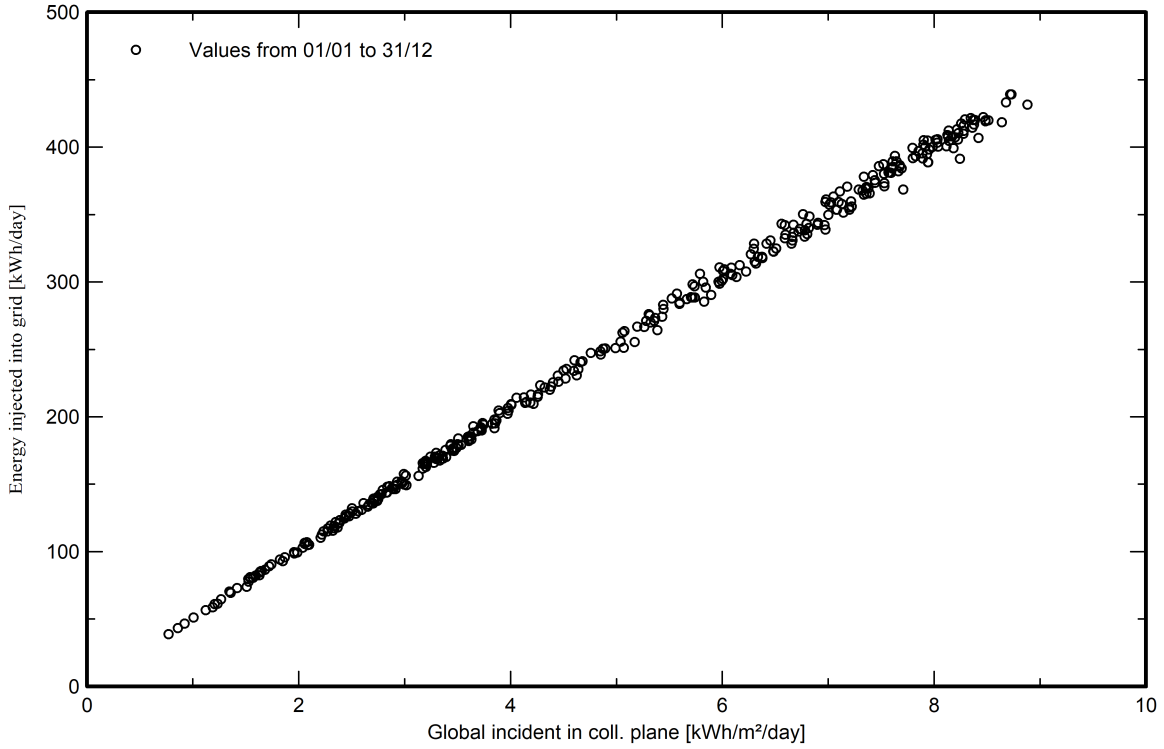
Available Energy at Inverter Output

Energy injected into grid

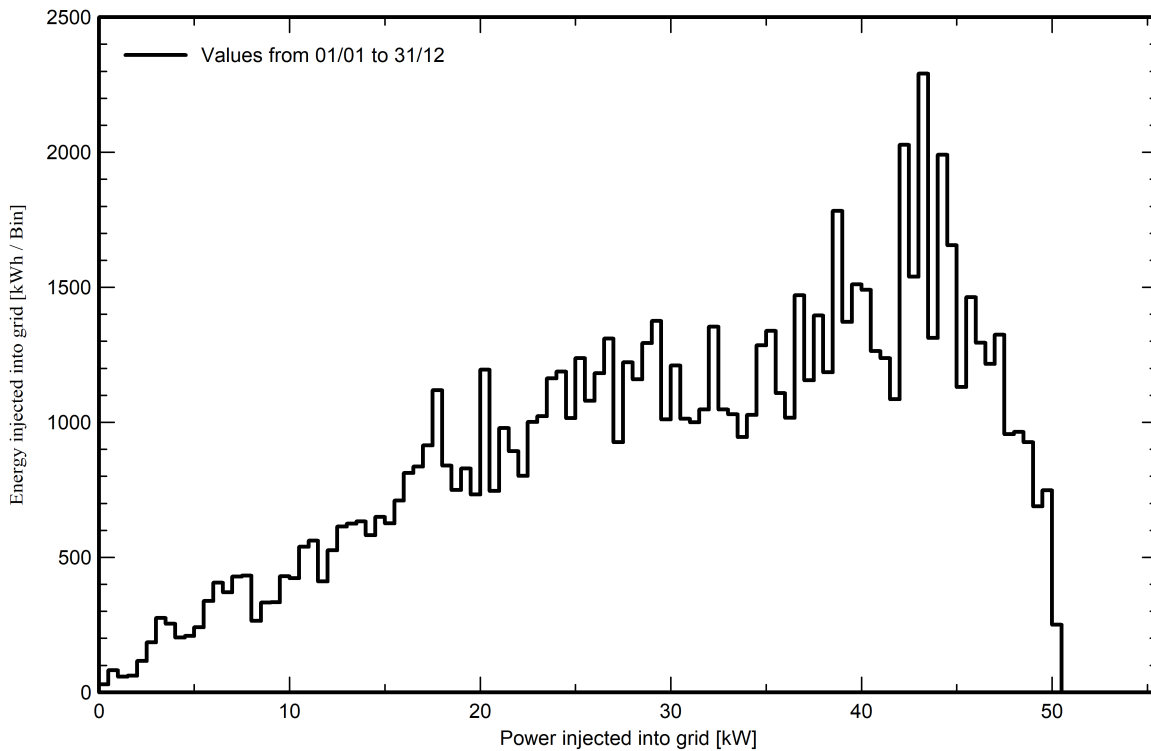


Special graphs

Daily Input/Output diagram



System Output Power Distribution





**DIMENSIONAMENTO ELÉTRICO DE CABOS MT
6/10 (12) kV**



Nome do Projeto:	Subestação 60/10kV do Porto de Lisboa		Revisão:	00
Local:	Lisboa, Portugal		Data:	31/05/2021
Documento:	Anexo V - Cálculos justificativos			

Normas/Documentos de Referência: IEC 60502-2; Guia Técnico Solidal

Circuito:	TP -> QMMT	QMMT -> TSA	QMMT -> SE SHORESIDE MT	TP -> RN
Origem:	TP 60/10 kV	QMMT 10 kV	QMMT 10 kV	TP 60/10 kV
Destino:	QMMT 10 kV	TSA 10/0,4 kV	SE SHORESIDE MT	RN 10 kV
Cabo:	LXHIOZ1 4[3(1x500/16mm2)]	LXHIOZ1 3(1x120/16mm2)	LXHIOZ1 3(1x120/16mm2)	LXHIOZ1 3(1x120/16mm2)

Dados de Entrada				
Características gerais da instalação:				
Tensão nominal composta	$U =$	$U =$	10	10
Tensão nominal simples	$U_o =$	$U_o =$	5,8	5,8
Tensão máxima do sistema	$U_m =$	$U_m =$	12	12
Frequência	$f =$	$f =$	50	50
cos φ	cos $\varphi =$	cos $\varphi =$	0,8	0,8
Potência aparente de serviço	$S =$	$S =$	50	0,63
Corrente de curto-circuito	$I_{cc} =$	$I_{cc} =$	31,5	10
Duração do curto-circuito	$t_{cc} =$	$t_{cc} =$	1	1
Características da canalização elétrica:				
Comprimento	$L =$	$L =$	50	30
Número de cabos por fase	$n =$	$n =$	4	1
Modo de instalação			Ar	Ar
Disposição dos condutores			Triângulo	Triângulo
Características dos cabos:				
Designação			LXHIOZ1	LXHIOZ1
Tipo			Monopolar	Monopolar
Material isolante			PEX	PEX
Material da alma condutora			Al	Al
Material do écran metálico			Cu	Cu
Tensões	$U_o/U(U_m) =$		6/10(12)	6/10(12)
Secção nominal do condutor	$S_c =$	$S_c =$	500	120
Corrente máxima admissível em regime permanente	$I'_2 =$	$I'_2 =$	722	300
Resistência linear da alma condutora à temperatura de 20°C	$R_{20^\circ} =$	$R_{20^\circ} =$	0,0605	0,2530
Reatância linear da alma condutora	$X_F =$	$X_F =$	0,0817	0,1068
Diâmetro exterior do condutor	$D =$	$D =$	43,00	29,00
Diâmetro da alma condutora	$d_a =$	$d_a =$	25,23	12,36
Diâmetro médio com o écran metálico	$d_e =$	$d_e =$	40,70	27,20
Secção do écran metálico	$S_e =$	$S_e =$	16,00	16,00
Espessura do isolamento	$e_i =$	$e_i =$	3,40	3,40
Resistência linear da do écran à temperatura de 20°C	$R_{e20^\circ} =$	$R_{e20^\circ} =$	1,0938	1,0938
Condições de dimensionamento:				
Temperatura do solo	$\theta_s =$	$\theta_s =$	20	20
Temperatura de referência do solo	$\theta_{s,ref} =$	$\theta_{s,ref} =$	20	20
Temperatura do ar ambiente	$\theta_a =$	$\theta_a =$	30	30
Temperatura de referência do ar	$\theta_{a,ref} =$	$\theta_{a,ref} =$	30	30



**DIMENSIONAMENTO ELÉTRICO DE CABOS MT
6/10 (12) kV**



Nome do Projeto:	Subestação 60/10kV do Porto de Lisboa		Revisão:	00
Local:	Lisboa, Portugal		Data:	31/05/2021
Documento:	Anexo V - Cálculos justificativos			

Normas/Documentos de Referência: IEC 60502-2; Guia Técnica Solidal

Circuito:	TP -> QMMT	QMMT -> TSA	QMMT -> SE SHORESIDE MT	TP -> RN
Origem:	TP 60/10 kV	QMMT 10 kV	QMMT 10 kV	TP 60/10 kV
Destino:	QMMT 10 kV	TSA 10/0,4 kV	SE SHORESIDE MT	RN 10 kV
Cabo:	LXHIOZ1 4[3(1x500/16mm2)]	LXHIOZ1 3(1x120/16mm2)	LXHIOZ1 3(1x120/16mm2)	LXHIOZ1 3(1x120/16mm2)

Cálculos

Regime permanente (Serviço normal):					
Determinação da corrente de serviço na canalização:					
Corrente de serviço	$I_B =$	$I_B =$	2886.8	36.4	923.8 333.3 A
Condição de Aquecimento:					
Fatores para cabos enterrados:					
Fator de correção da temperatura do solo	$f_{c1} =$	$f_{c1} =$	N.A.	N.A.	N.A. N.A.
Fator de correção para entubamento	$f_{c2} =$	$f_{c2} =$	N.A.	N.A.	N.A. N.A.
Fator de correção para a profundidade de enterramento	$f_{c3} =$	$f_{c3} =$	N.A.	N.A.	N.A. N.A.
Fator de correção para a resistividade térmica do solo	$f_{c4} =$	$f_{c4} =$	N.A.	N.A.	N.A. N.A.
Fator de correção para a proximidade de canalizações	$f_{c5} =$	$f_{c5} =$	N.A.	N.A.	N.A. N.A.
Fatores para cabos colocado ao ar:					
Fator de correção da temperatura do ambiente	$f_{c1} =$	$f_{c1} =$	1.00	1.00	1.00 1.00
Fator de correção para a proximidade de canalizações	$f_{c2} =$	$f_{c2} =$	1.00	1.00	1.00 1.00
Fator de correção para confinamento do ar	$f_{c3} =$	$f_{c3} =$	1.00	1.00	1.00 1.00
Fator de correção para entubamento	$f_{c4} =$	$f_{c4} =$	1.00	1.00	1.00 1.00
Fator de correção total	$f_c =$	$f_c =$	1.00	1.00	1.00 1.00
Corrente de serviço de projeto corrigida	$I_B' =$	$I_B' =$	721.7	36.4	230.9 333.3 A
Corrente máxima admissível da canalização para as condições de instalação existentes	$I_Z =$	$I_Z =$	2888.0	300.0	2172.0 351.0 A
Verificação da CONDIÇÃO DE AQUECIMENTO: $I_B \leq I_Z$			Verificado	Verificado	Verificado Verificado
Condição de queda de tensão:					
Resistência D.C. do condutor, à temperatura de funcionamento da canalização	$R_{d.c. \theta_p} =$		0.0776	0.3244	0.1282 0.2641 Ω/km
Resistência A.C. do condutor, à temperatura de funcionamento da canalização	$R_{a.c. \theta_p} =$		0.0802	0.3248	0.1296 0.2647 Ω/km
Queda de tensão	$\Delta U =$	$\Delta U =$	3.94	0.49	26.51 1.23 V
Queda de tensão em percentagem	$\Delta U\% =$	$\Delta U\% =$	0.039	0.005	0.265 0.012 %
Queda de tensão admissível	$\Delta U\%_{max} =$		2.5	2.5	2.5 2.5 %
Verificação da CONDIÇÃO DE QUEDA DE TENSÃO: $\Delta U \leq$			Verificado	Verificado	Verificado Verificado
Regime de curto-circuito:					
Coefficiente K	$K =$	$K =$	94	94	94 94
Corrente de curto-circuito admissível na canalização	$I_{cc.adm} =$		47.00	11.28	28.20 14.10 kA
Verificação da CONDIÇÃO DE CURTO-CIRCUITO: $I_{cc} \leq I_{cc.adm}$			Verificado	Verificado	Verificado Verificado



QUADRANTE

CÁLCULO DOS ESFORÇOS ELETROMECAÑNICOS (BARRAMENTOS EM BARRA)



Porto de Lisboa

Nome do Projeto: Subestação 60/10kV do Porto de Lisboa		
Local:	Lisboa, Portugal	Revisão: 00
Documento:	Anexo V - Cálculos justificativos	Data: 31/05/2021

Normas/Documentos de Referência: IEC 60865-1; IEC 60865-2

Caso: Barramento 10kV

Dados de entrada

Corrente de curto circuito trifásica simétrica inicial	I_k''	31.5 kA
Fator para o cálculo do valor de pico da corrente de curto circuito	κ	1.8
Frequência do sistema	f	50 Hz
*relição não automática		
Número de vãos		2
Distância entre suportes	l	2 m
Distância entre centros dos condutores	a	0.4 m
Condutor:		Cu-ETP R300 200x10mm
Dimensão do condutor principal em direção perpendicular à força	b_m	200 mm
Dimensão do condutor principal na direção da força	c_m	10 mm
Massa por unidade de comprimento	m'_m	17.8 kg/m
Módulo de Young	E	110000 N/mm ²
Tensão mecânica correspondente ao limite elástico	$f_{y\ min}$	260 N/mm ²
	$f_{y\ max}$	0 N/mm ²
Valor convencional da aceleração da gravidade	g	9.81 m/s ²
Factores de segurança parciais :		
Em caso de carga normal	γ_F	1.35
	γ_M	1.1
Em caso de excepcional	$\gamma_F \gamma_M$	1

Cálculos

Caso de carga normal: Tensões e forças nos suportes causadas pelo peso morto dos condutores

Peso morto no condutor (Valor característico)	$F_{str,k}$	349.2 N
Peso morto no condutor (Valor de dimensionamento)	$F_{str,d}$	471.5 N
Tensão mecânica de flexão do condutor (Valor característico)	$\sigma_{st,m,k}$	1.31 N/mm ²
Tensão mecânica de flexão do condutor (Valor de dimensionamento)	$\sigma_{st,m,d}$	1.77 N/mm ²
Momento de segunda ordem da secção do condutor relativamente à direção do peso morto	$J_{st,m}$	6.67E-06 m ⁴
Módulo da secção do condutor relativamente à direção do peso morto	$W_{st,m}$	6.67E-05 m ³
O condutor do barramento terá robustez suficiente se:	$\sigma_{st,m,d} \leq f_{y\ min} / \gamma_M$	Verificado
	$f_{y\ min} / \gamma_M$	236.4 N/mm ²
As forças nos suportes na direção do peso morto:		
Força nos suportes exteriores (A) devido ao peso morto dos condutores	$F_{st,r,dA}$	176.8 N
Fator α_A (Tabela 3 da norma IEC 60865-1)	α_A	0.375
Força nos suportes interiores (B) devido ao peso morto dos condutores	$F_{st,r,dB}$	589.3 N
Fator α_B (Tabela 3 da norma IEC 60865-1)	α_B	1.25



QUADRANTE

CÁLCULO DOS ESFORÇOS ELETROMECAÑNICOS (BARRAMENTOS EM BARRA)



Porto de Lisboa

Nome do Projeto: Subestação 60/10kV do Porto de Lisboa		
Local:	Lisboa, Portugal	Revisão: 00
Documento:	Anexo V - Cálculos justificativos	Data: 31/05/2021

Normas/Documentos de Referência: IEC 60865-1; IEC 60865-2

Caso: Barramento 10kV

Caso de carga excepcional: Efeitos das correntes de curto-circuito

Força máxima no condutor principal central

Força entre condutores durante o curto-circuito	F_{m3}	5568 N
Valor de pico da corrente de curto circuito	i_p	80.2 kA
Distância efetiva entre condutores	a_m	0.400 m
Fator k_{12} (Figura 1 da norma IEC 60865-1)	k_{12}	1
	b_m/c_m	20.00
	a/c_m	40.00

Tensões e forças nos suportes causadas pelos condutores (Método detalhado)

Frequência própria do condutor	f_{cm}	6.2 Hz
Fator γ (Tabela 3 da norma IEC 60865-1)	γ	2.45
Momento de segunda ordem da secção do condutor	J_m	1.67E-08 m ³
Relação entre a frequência própria e a frequência da rede	f_{cm}/f	0.12
Fatores que contabilizam os fenómenos dinâmicos, obtidos em função de f_{cm} (Figuras 4 e 5 da norma IEC 60865-1)	V_{am}	0.57
	V_{tm}	1.56
	V_F	0.64
Tensão mecânica de flexão	$\sigma_{m,d}$	271.7 N/mm ²
Fator β (Tabela 3 da norma IEC 60865-1)	β	0.73
Módulo da secção do condutor	W_m	3.33E-06 m ⁴
Fator q (Tabela 4 da norma IEC 60865-1)	q	1.5
O condutor do barramento suportará as forças de curto-circuito se:	$\sigma_{m,d} + \sigma_{st,m,k} \leq q \cdot f_{ymin}$	Verificado
	$\sigma_{m,d} + \sigma_{st,m,k}$	273.01 N/mm ²
	$q \cdot f_{ymin}$	390 N/mm ²
Força estática equivalente nos suportes exteriores (A)	$F_{r,dA}$	2086.0 N
Fator α_A (Tabela 3 da norma IEC 60865-1)	α_A	0.375
Força estática equivalente nos suportes interiores (A)	$F_{st,r,dB}$	6953.2 N
Fator α_B (Tabela 3 da norma IEC 60865-1)	α_B	1.25

Conclusões

Caso de carga normal: Tensões e forças nos suportes causadas pelo peso morto dos condutores

-> Verifica-se que o barramento suportará o peso morto	
-> A tensão mecânica de flexão será:	1.8 N/mm ²
-> Os suportes exteriores terão de suportar uma força vertical de:	176.8 N
-> Os suportes interiores terão de suportar uma força vertical de:	589.3 N

Caso de carga excepcional: Efeitos das correntes de curto-circuito

-> Verifica-se que o barramento suportará os esforços de curto-circuito	
-> A tensão mecânica de flexão será:	273.0 N/mm ²
-> Os suportes exteriores terão de suportar de uma força estática equivalente de:	2086.0 N
-> Os suportes interiores terão de suportar de uma força estática equivalente de:	6953.2 N



QUADRANTE

CÁLCULO DOS ESFORÇOS TÉRMICOS (BARRAMENTOS EM BARRA)



Porto de Lisboa

Nome do Projeto: Subestação 60/10kV do Porto de Lisboa		
Local:	Lisboa, Portugal	Revisão: 00
Documento:	Dimensionamento de Barramento MT (Barras) - Esforços Térmicos	Data: 31/05/2021

Normas/Documentos de Referência: IEC 60865-1; IEC 60865-2; IEC60909-0

Caso: Barramento 10kV

Dados de entrada

Características do sistema

Corrente de curto circuito trifásico simétrico inicial	I_k''	31.5 kA
Corrente de curto circuito trifásico simétrico permanente	I_k	31.5 kA
Fator para o cálculo do valor de pico da corrente de curto circuito	κ	1.8
Duração do curto-circuito	T_k	3 s
Frequência do sistema	f	50 Hz
*religação não automática		

Características dos condutores

- Barra de Cobre 60x10mm		Cu-ETP R300 200x10mm
Material condutor		Cu
Número de subcondutores	n	1
Dimensões dos subcondutores	w	200 mm
	t	10 mm
Secção	A	2000 mm ²
Temperatura do condutor no início do curto-circuito	θ_b	85 °C
Temperatura do condutor no final do curto-circuito	θ_e	200 °C
Capacidade calorífica	C	390 J/(kg.°C)
Massa específica	ρ	8900 kg/m ³
Condutividade específica à temperatura de referência	κ_{20}	5.60E+07 m/Ωm ²
Coeficiente de variação da resistência elétrica	α_{20}	0.0039 °C ⁻¹

Cálculos

Valor estipulado da densidade de corrente suportada de curta duração	S_{thr}	71.3 A/mm ²
Tempo de curta duração estipulado	T_{kr}	3.0 s
Corrente térmica equivalente de curto-circuito	I_{th}	31.73 kA
Fator que considera o efeito da componente contínua do curto-circuito	m	0.015
Fator que considera o efeito da componente alternada do curto-circuito	n	1.000
Relação entre as corrente inicial e final de curto-circuito	I_k''/I_k	1
Fatores para cálculo de n (de acordo com a norma IEC 60909-0)	I_k'/I_k	0.95
	T_d'	3.3 s
Densidade de corrente térmica equivalente de curto-circuito do condutor	S_{th}	15.9 A/mm ²
O condutor terá resistência térmica de curta duração suficiente se:	$S_{th} \leq S_{thr} \sqrt{(T_{kr}/T_k)}$	Verificado
	$S_{thr} \sqrt{(T_{kr}/T_k)}$	71.3 A/mm ²

Conclusões

-> Verifica-se que o barramento apresenta uma robustez térmica suficiente para suportar os esforços térmicos de curto-circuito.



QUADRANTE

CÁLCULO DOS ESFORÇOS ELETROMECAÑNICOS (BARRAMENTOS EM BARRA)



Porto de Lisboa

Nome do Projeto: Subestação 60/10kV do Porto de Lisboa		
Local:	Lisboa, Portugal	Revisão: 00
Documento:	Anexo V - Cálculos justificativos	Data: 31/05/2021

Normas/Documentos de Referência: IEC 60865-1; IEC 60865-2

Caso: Barramento 60kV

Dados de entrada

Corrente de curto circuito trifásica simétrica inicial	I_k''	25 kA
Fator para o cálculo do valor de pico da corrente de curto circuito	κ	1.8
Frequência do sistema	f	50 Hz
*religação não automática		
Número de vãos		1
Distância entre suportes	l	2 m
Distância entre centros dos condutores	a	0.76 m
Condutor:		Cu-ETP R300 60x10mm
Dimensão do condutor principal em direção perpendicular à força	b_m	10 mm
Dimensão do condutor principal na direção da força	c_m	60 mm
Massa por unidade de comprimento	m'_m	5.33 kg/m
Módulo de Young	E	110000 N/mm ²
Tensão mecânica correspondente ao limite elástico	$f_{y\ min}$	260 N/mm ²
	$f_{y\ max}$	0 N/mm ²
Valor convencional da aceleração da gravidade	g	9.81 m/s ²
Factores de segurança parciais :		
Em caso de carga normal	γ_F	1.35
	γ_M	1.1
Em caso de excepcional	$\gamma_F \gamma_M$	1

Cálculos

Caso de carga normal: Tensões e forças nos suportes causadas pelo peso morto dos condutores

Peso morto no condutor (Valor característico)	$F_{str,k}$	104.6 N
Peso morto no condutor (Valor de dimensionamento)	$F_{str,d}$	141.2 N
Tensão mecânica de flexão do condutor (Valor característico)	$\sigma_{st,m,k}$	26.14 N/mm ²
Tensão mecânica de flexão do condutor (Valor de dimensionamento)	$\sigma_{st,m,d}$	35.29 N/mm ²
Momento de segunda ordem da secção do condutor relativamente à direção do peso morto	$J_{st,m}$	5.00E-09 m ⁴
Módulo da secção do condutor relativamente à direção do peso morto	$W_{st,m}$	1.00E-06 m ³
O condutor do barramento terá robustez suficiente se:	$\sigma_{st,m,d} \leq f_{y\ min} / \gamma_M$	Verificado
	$f_{y\ min} / \gamma_M$	236.4 N/mm ²
As forças nos suportes na direção do peso morto:		
Força nos suportes exteriores (A) devido ao peso morto dos condutores	$F_{st,r,dA}$	88.2 N
Fator α_A (Tabela 3 da norma IEC 60865-1)	α_A	0.625
Força nos suportes interiores (B) devido ao peso morto dos condutores	$F_{st,r,dB}$	52.9 N
Fator α_B (Tabela 3 da norma IEC 60865-1)	α_B	0.375



QUADRANTE

CÁLCULO DOS ESFORÇOS ELETROMECAÑNICOS (BARRAMENTOS EM BARRA)



Porto de Lisboa

Nome do Projeto: Subestação 60/10kV do Porto de Lisboa		
Local:	Lisboa, Portugal	Revisão: 00
Documento:	Anexo V - Cálculos justificativos	Data: 31/05/2021

Normas/Documentos de Referência: IEC 60865-1; IEC 60865-2

Caso: Barramento 60kV

Caso de carga excepcional: Efeitos das correntes de curto-circuito

Força máxima no condutor principal central

Força entre condutores durante o curto-circuito	F_{m3}	1846 N
Valor de pico da corrente de curto circuito	i_p	63.6 kA
Distância efetiva entre condutores	a_m	0.760 m
Fator k_{12} (Figura 1 da norma IEC 60865-1)	k_{12}	1
	b_m/c_m	0.17
	a/c_m	12.67

Tensões e forças nos suportes causadas pelos condutores (Método detalhado)

Frequência própria do condutor	f_{cm}	37.3 Hz
Fator γ (Tabela 3 da norma IEC 60865-1)	γ	2.45
Momento de segunda ordem da secção do condutor	J_m	1.80E-07 m ³
Relação entre a frequência própria e a frequência da rede	f_{cm}/f	0.75
Fatores que contabilizam os fenómenos dinâmicos, obtidos em função de f_{cm} (Figuras 4 e 5 da norma IEC 60865-1)	V_{am}	0.99
	V_{tm}	1.08
	V_F	1.62
Tensão mecânica de flexão	$\sigma_{m,d}$	60.1 N/mm ²
Fator β (Tabela 3 da norma IEC 60865-1)	β	0.73
Módulo da secção do condutor	W_m	6.00E-06 m ⁴
Fator q (Tabela 4 da norma IEC 60865-1)	q	1.5
O condutor do barramento suportará as forças de curto-circuito se:	$\sigma_{m,d} + \sigma_{st,m,k} \leq q \cdot f_{ymin}$	Verificado
	$\sigma_{m,d} + \sigma_{st,m,k}$	86.24 N/mm ²
	$q \cdot f_{ymin}$	390 N/mm ²
Força estática equivalente nos suportes exteriores (A)	$F_{r,dA}$	2013.2 N
Fator α_A (Tabela 3 da norma IEC 60865-1)	α_A	0.625
Força estática equivalente nos suportes interiores (A)	$F_{st,r,dB}$	1207.9 N
Fator α_B (Tabela 3 da norma IEC 60865-1)	α_B	0.375

Conclusões

Caso de carga normal: Tensões e forças nos suportes causadas pelo peso morto dos condutores

-> Verifica-se que o barramento suportará o peso morto	
-> A tensão mecânica de flexão será:	35.3 N/mm ²
-> Os suportes exteriores terão de suportar uma força vertical de:	88.2 N
-> Os suportes interiores terão de suportar uma força vertical de:	52.9 N

Caso de carga excepcional: Efeitos das correntes de curto-circuito

-> Verifica-se que o barramento suportará os esforços de curto-circuito	
-> A tensão mecânica de flexão será:	86.2 N/mm ²
-> Os suportes exteriores terão de suportar de uma força estática equivalente de:	2013.2 N
-> Os suportes interiores terão de suportar de uma força estática equivalente de:	1207.9 N



QUADRANTE

CÁLCULO DOS ESFORÇOS TÉRMICOS (BARRAMENTOS EM BARRA)



Porto de Lisboa

Nome do Projeto: Subestação 60/10kV do Porto de Lisboa		
Local:	Lisboa, Portugal	Revisão: 00
Documento:	Dimensionamento de Barramento MT (Barras) - Esforços Térmicos	Data: 31/05/2021

Normas/Documentos de Referência: IEC 60865-1; IEC 60865-2; IEC60909-0

Caso: Barramento 60kV

Dados de entrada

Características do sistema

Corrente de curto circuito trifásico simétrico inicial	I_k''	25 kA
Corrente de curto circuito trifásico simétrico permanente	I_k	25 kA
Fator para o cálculo do valor de pico da corrente de curto circuito	κ	1.8
Duração do curto-circuito	T_k	3 s
Frequência do sistema	f	50 Hz
*religação não automática		

Características dos condutores

- Barra de Cobre 60x10mm		Cu-ETP R300 60x10mm
Material condutor		Cu
Número de subcondutores	n	1
Dimensões dos subcondutores	w	60 mm
	t	10 mm
Secção	A	600 mm ²
Temperatura do condutor no início do curto-circuito	θ_b	85 °C
Temperatura do condutor no final do curto-circuito	θ_e	200 °C
Capacidade calorífica	C	390 J/(kg.°C)
Massa específica	ρ	8900 kg/m ³
Condutividade específica à temperatura de referência	κ_{20}	5.60E+07 m/Ωm ²
Coeficiente de variação da resistência elétrica	α_{20}	0.0039 °C ⁻¹

Cálculos

Valor estipulado da densidade de corrente suportada de curta duração	S_{thr}	71.3 A/mm ²
Tempo de curta duração estipulado	T_{kr}	3.0 s
Corrente térmica equivalente de curto-circuito	I_{th}	25.19 kA
Fator que considera o efeito da componente contínua do curto-circuito	m	0.015
Fator que considera o efeito da componente alternada do curto-circuito	n	1.000
Relação entre as corrente inicial e final de curto-circuito	I_k''/I_k	1
Fatores para cálculo de n (de acordo com a norma IEC 60909-0)	I_k'/I_k	0.95
	T_d'	3.3 s
Densidade de corrente térmica equivalente de curto-circuito do condutor	S_{th}	42.0 A/mm ²
O condutor terá resistência térmica de curta duração suficiente se:	$S_{th} \leq S_{thr} \sqrt{(T_{kr}/T_k)}$	Verificado
	$S_{thr} \sqrt{(T_{kr}/T_k)}$	71.3 A/mm ²

Conclusões

-> Verifica-se que o barramento apresenta uma robustez térmica suficiente para suportar os esforços térmicos de curto-circuito.

Anexo IV – Peças desenhadas

T2020-0359-01-PB-ELE-001	ESQUEMA UNIFILAR SIMPLIFICADO DA SUBESTAÇÃO PRINCIPAL
T2020-0359-01-PB-ELE-002	ESQUEMA UNIFILAR SIMPLIFICADO DA REDE ELÉTRICA AT/MT/BT
T2020-0359-01-PB-ELE-003	ESQUEMA UNIFILAR SIMPLIFICADO DOS POSTOS DE SECCIONAMENTO #1 e #2
T2020-0359-01-PB-ELE-004	ARQUITETURA SPCC – SUBESTAÇÃO PRINCIPAL
T2020-0359-01-PB-ELE-005	ARQUITETURA SPCC – POSTO DE SECCIONAMENTO #1
T2020-0359-01-PB-ELE-006	ARQUITETURA SPCC – POSTO DE SECCIONAMENTO #2
T2020-0359-01-PB-ELE-011	ESQUEMA UNIFILAR SIMPLIFICADO - TERMINAL DE CRUZEIROS DE LISBOA (LCP)
T2020-0359-01-PB-ELE-012	ESQUEMA UNIFILAR SIMPLIFICADO - TERMINAL MULTIPURPOSE DE LISBOA (TSA)
T2020-0359-01-PB-ELE-013	ESQUEMA UNIFILAR SIMPLIFICADO - TERMINAL DE CONTENTORES DE SANTA APOLÓNIA (SOTAGUS)
T2020-0359-01-PB-ELE-014	ESQUEMA UNIFILAR SIMPLIFICADO - TERMINAL MULTIUSOS DO BEATO (TMB)
T2020-0359-01-PB-ELE-015	ESQUEMA UNIFILAR SIMPLIFICADO - TERMINAL DE GRANÉIS ALIMENTARES DO BEATO (SILOPOR)
T2020-0359-01-PB-ELE-016	ESQUEMA UNIFILAR SIMPLIFICADO - TERMINAL MULTIUSOS DO POÇO DO BISPO (ETE)
T2020-0359-01-PB-ELE-031	SUBESTAÇÃO PRINCIPAL - IMPLANTAÇÃO
T2020-0359-01-PB-ELE-032	SUBESTAÇÃO PRINCIPAL - PLANTA
T2020-0359-01-PB-ELE-033	SUBESTAÇÃO PRINCIPAL - CORTES
T2020-0359-01-PB-ELE-041	PLANTA DE LOCALIZAÇÃO DE SISTEMAS STS - TERMINAL DE CRUZEIROS DE LISBOA (LCP)
T2020-0359-01-PB-ELE-042	PLANTA DE LOCALIZAÇÃO DE SISTEMAS STS - TERMINAL MULTIPURPOSE DE LISBOA (TSA)
T2020-0359-01-PB-ELE-043	PLANTA DE LOCALIZAÇÃO DE SISTEMAS STS - TERMINAL DE CONTENTORES DE SANTA APOLÓNIA (SOTAGUS)
T2020-0359-01-PB-ELE-044	PLANTA DE LOCALIZAÇÃO DE SISTEMAS STS - TERMINAL MULTIUSOS DO BEATO (TMB)
T2020-0359-01-PB-ELE-045	PLANTA DE LOCALIZAÇÃO DE SISTEMAS STS - TERMINAL DE GRANÉIS ALIMENTARES DO BEATO (SILOPOR)
T2020-0359-01-PB-ELE-046	PLANTA DE LOCALIZAÇÃO DE SISTEMAS STS - TERMINAL MULTIUSOS DE POÇO DO BISPO (ETE)

NOTAS GERAIS

- CASO SE VERIFIQUE QUALQUER INCOMPATIBILIDADE NO PRESENTE PROJETO, A MESMA DEVERÁ DE IMEDIATO SER COMUNICADA POR ESCRITO PARA O PROJETISTA.
- ESTE DESENHO CARECE DE CONSULTA E ANÁLISE DE OUTRAS PEÇAS DE PROJETO.
- DEVERÃO SER VERIFICADAS EM OBRA TODAS AS CONDICIONANTES ASSUMIDAS NO PROJETO.

LEGENDA

- TRANSFORMADOR DE POTÊNCIA
- RETIFICADOR CA/CC
- SECCIONADOR
- DISJUNTOR
- SECCIONADOR DE TRÊS POSIÇÕES COM LIGAÇÃO À TERRA
- INTERRUPTOR FUSÍVEL COM LIGAÇÃO À TERRA
- FUSÍVEL
- ENCRAVAMENTO MECÂNICO
- TRANSFORMADOR DE MEDIDA DE CORRENTE
- TRANSFORMADOR DE MEDIDA DE TENSÕES (DOIS NÚCLEOS SECUNDÁRIOS)
- TRANSFORMADOR DE MEDIDA DE CORRENTE DO TIPO TOROIDAL
- DESCARGADOR DE SOBRETENSÕES
- CONTADOR DE DESCARGAS
- LIGAÇÃO RÍGIDA À TERRA
- SINALIZAÇÃO DE PRESENÇA DE TENSÃO
- CAIXA TERMINAL DE CABO
- RESISTÊNCIA DE TERRA

ESQUEMA DE CORES

- CENÁRIO 1 (BASE)
- CENÁRIO 2
- CENÁRIO 3 (MÁXIMO)

Rev.	Data	Descrição das alterações	Aprov.
0	31/07/2020	Versão Inicial	ALS
1	02/08	Descrição das alterações	APR



PROJETO
SOLUÇÕES DE ABASTECIMENTO DE ENERGIA - SHORE-TO-SHIP

Fase
PROJETO BASE

Descrição
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

ESQUEMA UNIFILAR SIMPLIFICADO POSTOS DE SECCIONAMENTO

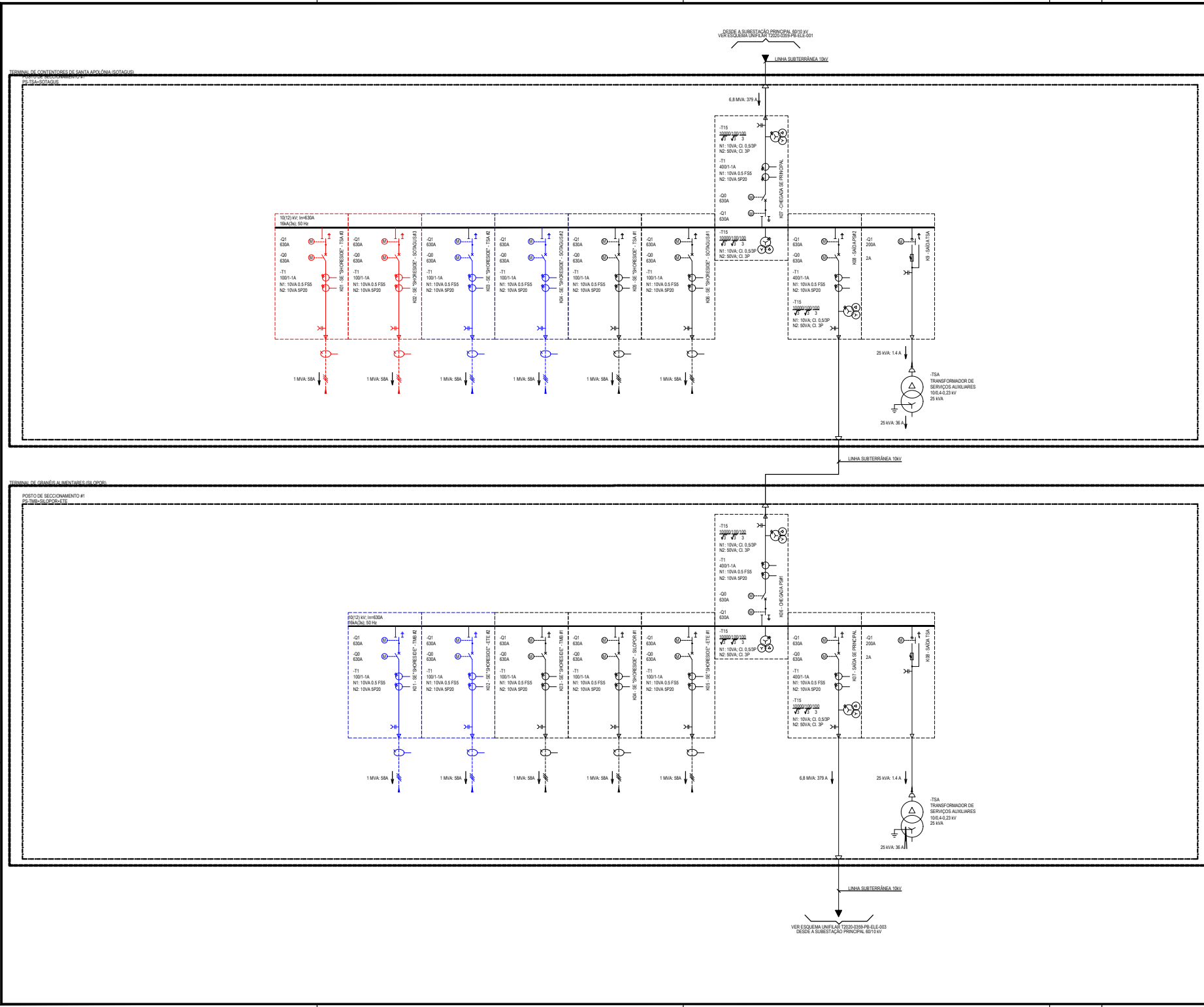
Escalas: SI ESC.
Data: 31-12-2020
Processo: T2000-0369-01
Folheto: T2000-0369-01-PB-ELE-003-00.dwg

Projeto: DFN
Desenho: DFN
Verificou: ALS
Aprovou: ALS

Desenho Nº

PB-ELE-003 00

Este desenho é propriedade do GRUPO QUADRANTE, não podendo ser utilizado ou reproduzido no todo ou em parte, ou comunicado a terceiros, sem a sua expressa autorização. Este documento é válido para construção de obra de investimento aprovado.



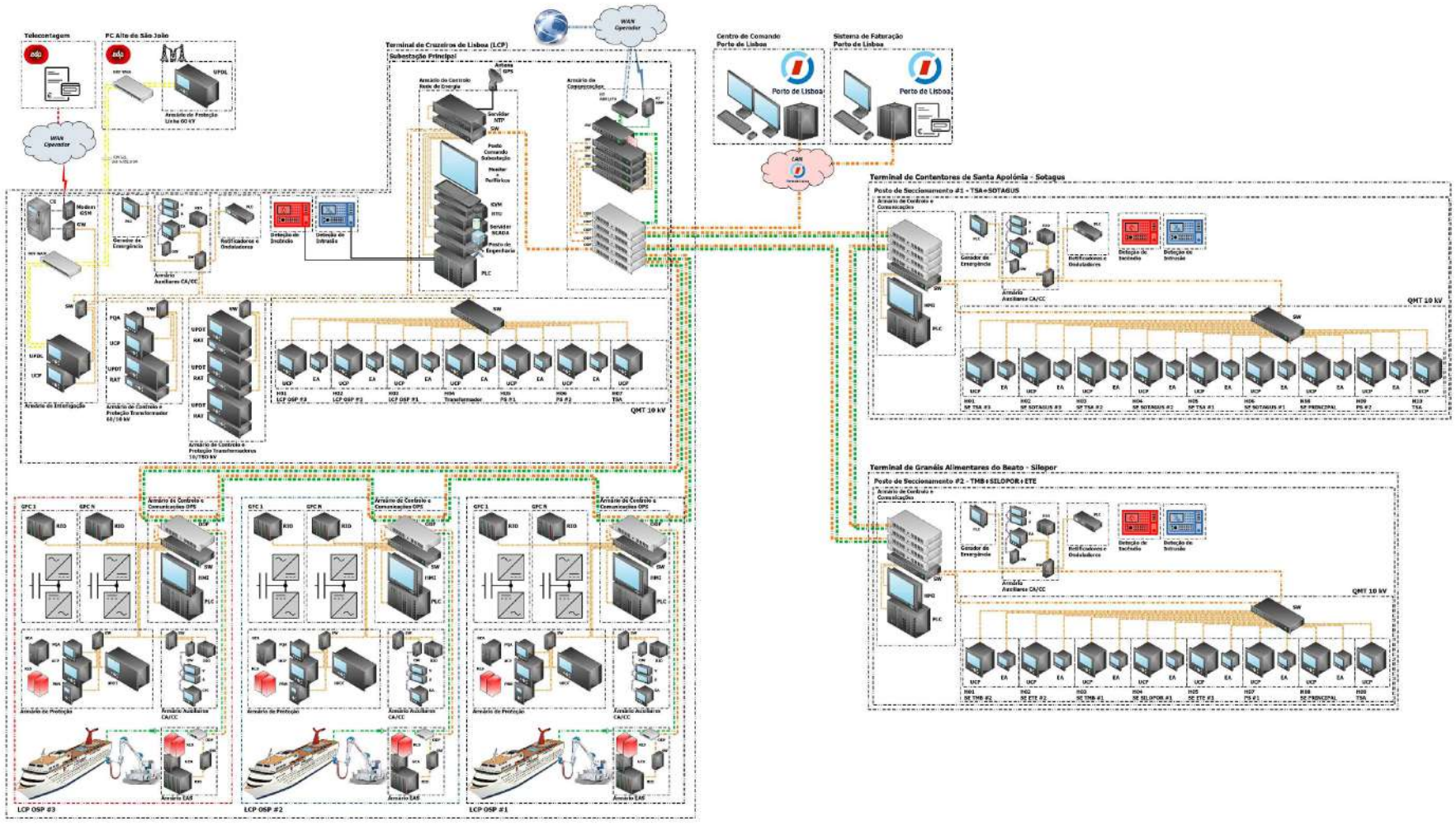
TERMINAL DE CONTADORES DE SANTA ADOLINA (ROTÁRIOS)
PS-124-SFOTAGS

TERMINAL DE GRANDES ALIMENTAÇÕES (S/O COP)

POSTO DE SECCIONAMENTO #1
PS-124-SFOTAGS

VERSE A SUBESTAÇÃO PRINCIPAL 60/10 KV
DESDE A LINHA DE TRANSMISSÃO T2000-0369-01

VER ESQUEMA UNIFILAR T2000-0369-PB-ELE-003
DESDE A SUBESTAÇÃO PRINCIPAL 60/10 KV



- PO - Ligação MAN Navios - 3Ø
 - PO - Ligação MAN Operador - 3F/400V/50Hz
 - PO - Ligação Suspensão Arco - Protetores IEC 61870-6-33N, IEC, IEC, IEC
 - PO - Ligação Diferencial de Linha - Protetores Proprietários
 - PO - Base Elétrica Local - Protetores IEC 61870-6-33N, IEC, IEC, IEC
 - PO - Base Local - Protetores IEC 61870-6-33N
 - PO - Base Local - Protetores IEC 61870-6-33N
- ES - Sistema de Medição de Carga
 - ES - Controlador de Frequência de Rede
 - ES - On-Shore Power System
- CON - Unidade de Monitorização de Tensão
 - CON - Controlador de Potência e Operação
 - PLC - Controlador Lógico Programável
 - PRM - Proteção de Backfeed de Motor
 - Y - Voltmetro
 - RT - Regulador Automático de Tensão
 - RT - Medidor de Tensão
 - RT - Base de Carga de Segurança
 - RT - Unidade Remota de Análise e Controlo
 - UCP - Unidade de Comando e Proteção Multifunções
 - URD - Unidade de Proteção Diferencial de Linha
 - URD - Unidade de Proteção Diferencial de Transformador
- CE - Contador de Energia
 - EA - Analisador de Energia
 - PM - Monitorização Qualidade de Energia
 - V - Voltmetro
 - A - Amperectivo
- GW - Gateway
 - SW - Switch
 - BT - Busbar
 - PW - Fuso
 - OP - Regulação Ótica

NOTAS:
 - As unidades de proteção diferencial de linha deverão ser selecionadas de acordo com as indicações da CDP, para assegurar compatibilidade com o sistema existente.

0	03/07/2020	Versão Inicial	ALS
Rev. 1	03/07/2020	Descrição das alterações	ALC/AV



PROJETO
SOLUÇÕES DE ABASTECIMENTO DE ENERGIA - SHORE-TO-SHIP

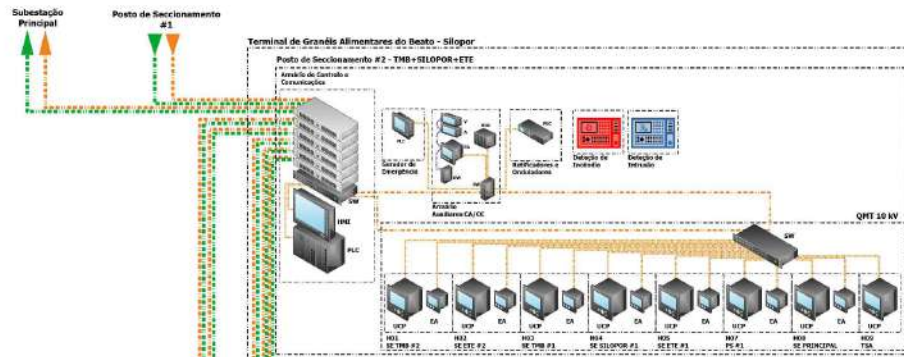
Fase
PROJETO BASE

Designação
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS ARQUITECTURA DO SISTEMA DE PROTEÇÃO, COMANDO E CONTROLO SUBESTAÇÃO PRINCIPAL

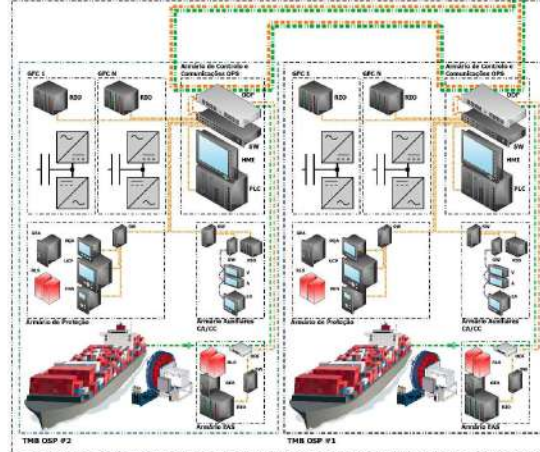
Escalas: SI ESC.	Projeto: DFN
Data: 31-12-2020	Desenho: DFN
Processo: T2000-0369-01	Verifica: ALS
Ficheiro: T2000-0369-01-PB-ELE-004-00.dwg	Aprova: ALS

Desenho Nº
PB-ELE-004 00

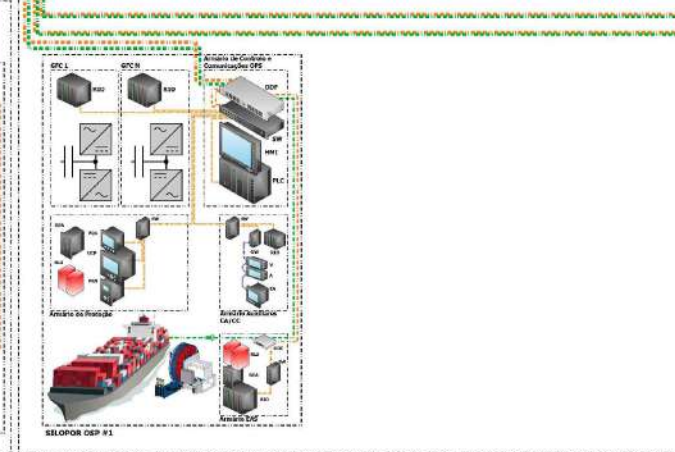
Este desenho é propriedade do GRUPO QUADRANTE, não podendo ser utilizado ou reproduzido no todo ou em parte, ou comunicado a terceiros, sem a sua expressa autorização. Este documento é válido para constituição técnica de documento assinado.



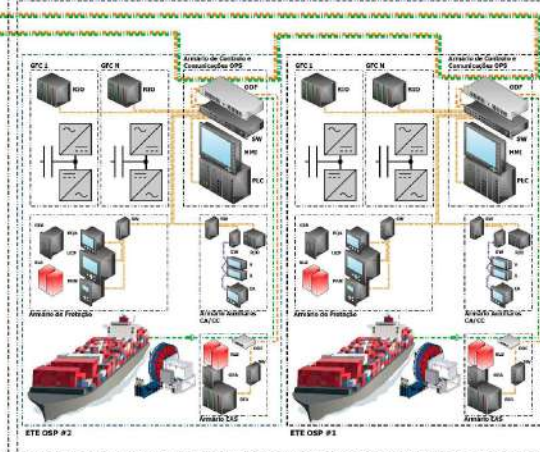
Terminal Multiusos do Beato - TMB



Terminal de Grãos Alimentares do Beato - Silogor



Terminal Multiusos do Beato - TMB



- PS - Ligação WAN Modem - IP
- TP - Ligação WAN Operador - 3P/ADSL/FTTH
- TS - Ligação Supervisão Remota - Protocolo IEC 61850/61850-10M, GSN, IEC
- PT - Ligação Remota de Emergência - Protocolo IEC 61850/61850-10M, GSN, IEC
- TP - Rede Ethernet Local - Protocolo IEC 61850/61850-10M, GSN, IEC, IEC
- TP - Rede Local - Protocolo MODBUS RTU
- TP - Rede Local - Protocolo IEC 61850

- EAC - Sistema de Medição de Cabos
- GPC - Controlador de Frequência de Rede
- OSP - On Shore Power System

- CON - Unidade de Monitorização de Equipamentos
- INE - Controlador de Monitorização e Operação
- PLC - Controlador Lógico Programável
- PMA - Produção de Armazenamento de Energia
- Y - Alimentação
- ROT - Regulador Automático de Tensão
- BCD - Módulo de CD Rápido
- RES - Rede de Loop de Segurança
- REU - Unidade Remota de Análise e Controlo
- UCP - Unidade de Controlo e Proteção Multifunções
- UPDS - Unidade de Proteção Diferencial de Linha
- UPDT - Unidade de Proteção Diferencial de Transformador

- CE - Controlador de Energia
- CA - Armazenador de Energia
- PQA - Monitorização da Qualidade de Energia
- Y - Alimentação
- A - Amperímetro
- GW - Gateway
- SW - Switch
- RT - Router
- PW - Firewall
- ODF - Repartidor Ótico

NOTAS:
As unidades de proteção diferencial de linha deverão ser selecionadas de acordo com as indicações da EOP, para assegurar compatibilidade com o sistema aberto.

0	03/07/2020	Versão Inicial	ALS
Rev. 1	03/07/2020	Descrição das alterações	ALP/ALS



PROJETO
SOLUÇÕES DE ABASTECIMENTO DE ENERGIA - SHORE-TO-SHIP

Fase
PROJETO BASE

Designação
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS ARQUITETURA DO SISTEMA DE PROTEÇÃO, COMANDO E CONTROLO

POSTO DE SECCIONAMENTO #2
Escala: SI ESC.
Data: 31-12-2020
Processo: T2000-0369-01
Ficheiro: T2000-0369-01-PB-ELE-006-00.dwg

Projeto: DFN
Desenho: DFN
Verificou: ALS
Aprovou: ALS

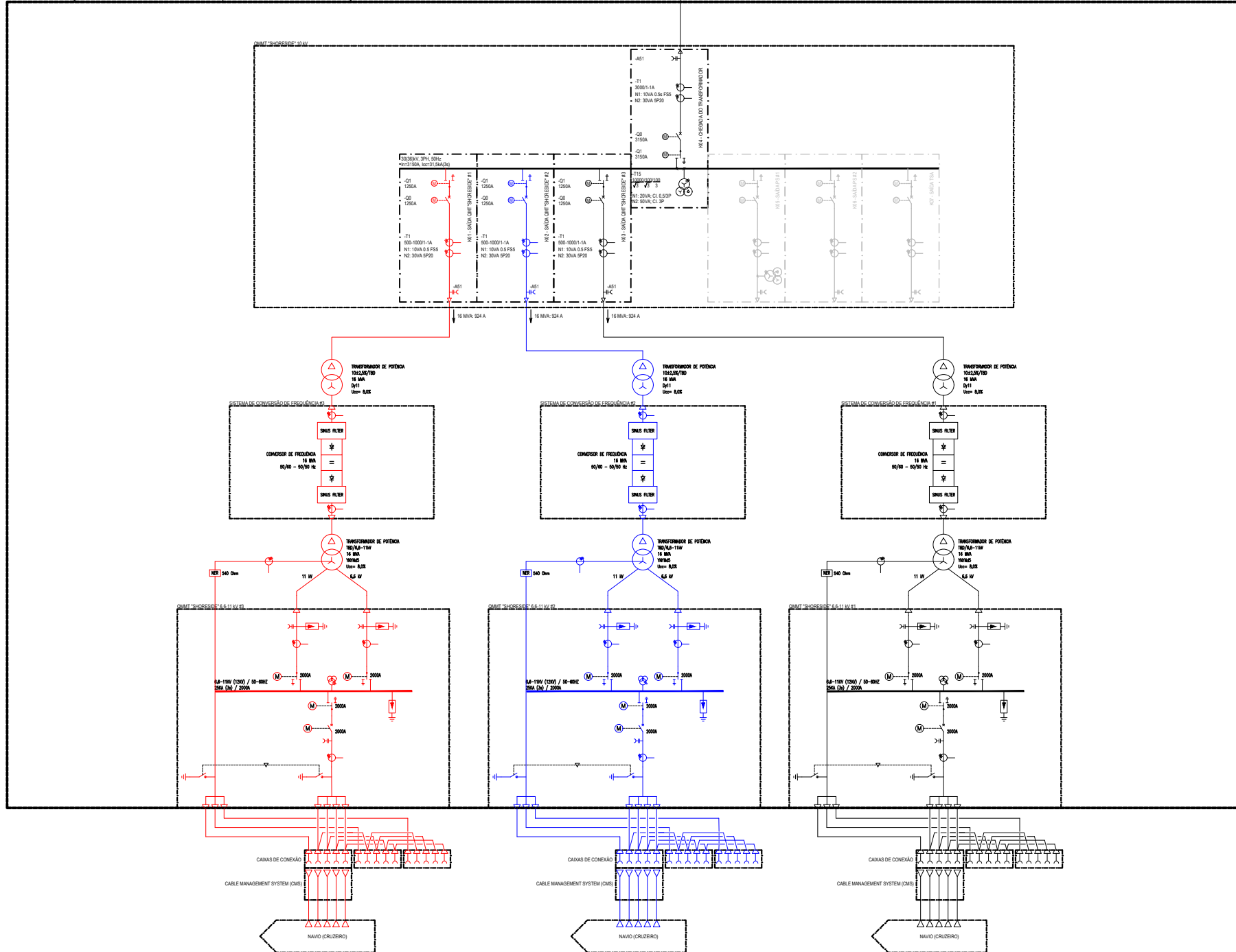
Desenho Nº
PB-ELE-006 00

Revisão

Este desenho é propriedade do GRUPO QUADRANTE, não podendo ser utilizado ou reproduzido no todo ou em parte, ou comunicado a terceiros, sem a sua expressa autorização. Este documento é válido para construção de obras de investimento aprovado.

SUBESTAÇÃO "SHORESIDE" 10/6.11 kV - SUBESTAÇÃO PRINCIPAL 60/10 kV

DESDE DO TRANSFORMADOR DE POTÊNCIA DA SUBESTAÇÃO PRINCIPAL 60/10 kV
VER ESQUEMA UNIFILAR T2020-0358-01 PSELE-01



NOTAS GERAIS

- CASO SE VERIFIQUE QUALQUER INCOMPATIBILIDADE NO PRESENTE PROJETO, A MESMA DEVERÁ DE IMEDIATO SER COMUNICADA POR ESCRITO PARA O PROJETISTA.
- ESTE DESENHO CARREGA DE CONSULTA E ANÁLISE DE OUTRAS PEÇAS DE PROJETO.
- DEVERÃO SER VERIFICADAS EM OBRA TODAS AS CONDICIONANTES ASSUMIDAS NO PROJETO.

LEGENDA

- TRANSFORMADOR DE POTÊNCIA
- RETIFICADOR CA/CC
- SECCIONADOR
- DISJUNTOR
- SECCIONADOR DE TRÊS POSIÇÕES COM LIGAÇÃO À TERRA
- INTERRUPTOR-SECCIONADOR
- FUSÍVEL
- ENCRAVAMENTO MECÂNICO
- TRANSFORMADOR DE MEDIDA DE CORRENTE
- TRANSFORMADOR DE MEDIDA DE TENSÕES (DOIS NÚCLEOS SECUNDÁRIOS)
- DESCARGAREGADOR DE SOBRETENSÕES
- LIGAÇÃO RÍGIDA À TERRA
- SINALIZAÇÃO DE PRESENÇA DE TENSÃO
- CAIXA TERMINAL DE CABO
- RESISTÊNCIA DE TERRA

ESQUEMA DE CORES

- CENÁRIO 1 (BASE)
- CENÁRIO 2
- CENÁRIO 3 (MÁXIMO)

QD	31/01/2020	Verificação Inicial	ALS
Rev.	1	Descrição das alterações	APR



PROJETO
SOLUÇÕES DE ABASTECIMENTO DE ENERGIA - SHORE-TO-SHIP

Fase
PROJETO BASE

Designação
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS
ESQUEMA UNIFILAR SIMPLIFICADO Terminal de Cruzeiros de Lisboa (LCP)

Escalas:	SI ESC.	Projeto:	DFN
Data:	31-12-2020	Desenhado:	DFN
Processo:	T2020-0358-01	Verificado:	ALS
Ficheiro:	T2020-0358-01-PB-ELE-011-00.dwg	Aprovado:	ALS

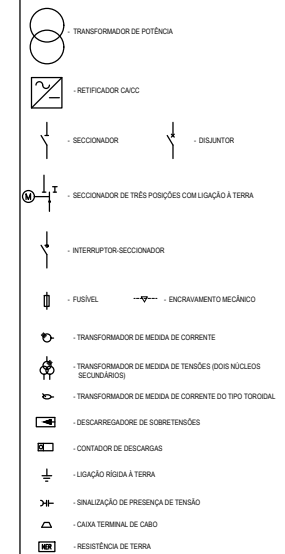
Desenho Nº **PB-ELE-011** | 00

Este desenho é propriedade do GRUPO QUADRANTE, não podendo ser utilizado ou reproduzido no todo ou em parte, ou comunicado a terceiros, sem a sua expressa autorização. Este documento é válido para constituição técnica de equipamento assinado.

NOTAS GERAIS

- CASO SE VERIFIQUE QUALQUER INCOMPATIBILIDADE NO PRESENTE PROJETO, A MESMA DEVERÁ DE INSTANTO SER COMUNICADA POR ESCRITO PARA O PROJETISTA.
- ESTE DESENHO CARECE DE CONSULTA E ANÁLISE DE OUTRAS PEÇAS DE PROJETO.
- DEVERÃO SER VERIFICADAS EM OBRA TODAS AS CONDIÇÕES ASSUMIDAS NO PROJETO.

LEGENDA



Rev.	Data	Descrição das alterações	Assinatura
00	31/07/2020	Versão Inicial	ALS
01		Descrição das alterações	APV



PROJETO
SOLUÇÕES DE ABASTECIMENTO DE ENERGIA - SHORE-TO-SHIP

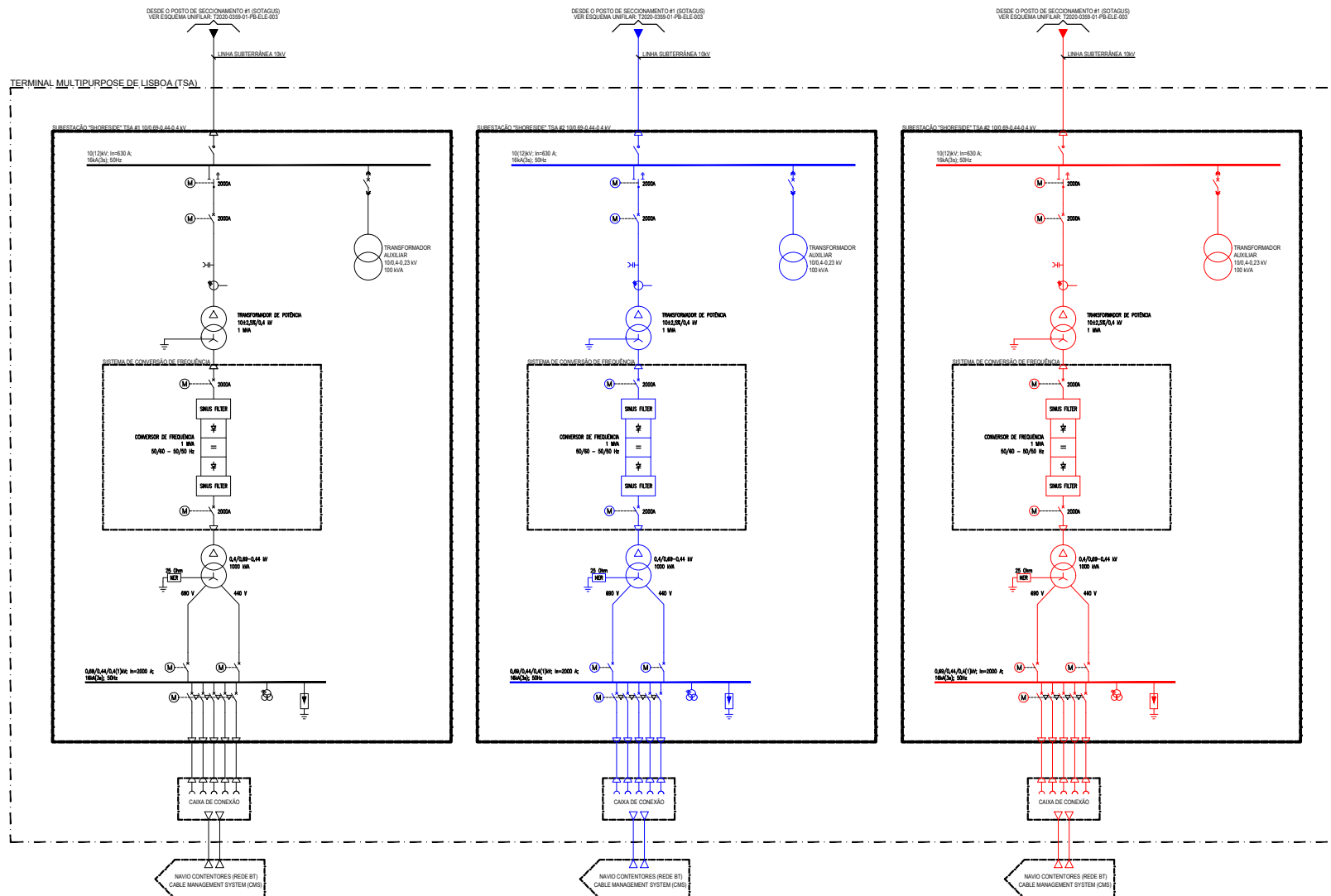
Fase
PROJETO BASE

Designação
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS
ESQUEMA UNIFILAR SIMPLIFICADO
Terminal Multipurpose de Lisboa (TSA)

Escalas:	SI/ESC.	Projeto:	DFN
Data:	31-12-2020	Desenho:	DFN
Processo:	T2000-0369-01	Verificou:	ALS
Arquivo:	T2000-0369-01-PB-ELE-012-00.dwg	Aprovou:	ALS

Desenho Nº **PB-ELE-012** 00

Este desenho é propriedade do GRUPO QUADRANTE, não podendo ser utilizado ou reproduzido no todo ou em parte, ou comunicado a terceiros, sem a sua expressa autorização. Este desenho só é válido para constituição directa de equipamento assinalado.



NOTAS GERAIS

- CASO SE VERIFIQUE QUALQUER INCOMPATIBILIDADE NO PRESENTE PROJETO, A MESMA DEVERÁ DE IMEDIATO SER COMUNICADA POR ESCRITO PARA O PROJETISTA.
- ESTE DESENHO CARECE DE CONSULTA E ANÁLISE DE OUTRAS PEÇAS DE PROJETO.
- DEVERÃO SER VERIFICADAS EM OBRA TODAS AS CONDICIONANTES ASSUMIDAS NO PROJETO.

LEGENDA

- TRANSFORMADOR DE POTÊNCIA
- RETIFICADOR CA/CC
- SECCIONADOR
- DISJUNTOR
- SECCIONADOR DE TRÊS POSIÇÕES COM LIGAÇÃO À TERRA
- INTERRUPTOR-SECCIONADOR
- FUSÍVEL
- ENCRAVAMENTO MECÂNICO
- TRANSFORMADOR DE MEDIDA DE CORRENTE
- TRANSFORMADOR DE MEDIDA DE TENSÕES (DOIS NÚCLEOS SECUNDÁRIOS)
- TRANSFORMADOR DE MEDIDA DE CORRENTE DO TIPO TOROIDAL
- DESCARGADORE DE SOBRETENSÕES
- CONTADOR DE DESCARGAS
- LIGAÇÃO RÍGIDA À TERRA
- SINALIZAÇÃO DE PRESENÇA DE TENSÃO
- CAIXA TERMINAL DE CABO
- RESISTÊNCIA DE TERRA

ESQUEMA DE CORES

- CENÁRIO 1 (BASE)
- CENÁRIO 2
- CENÁRIO 3 (MÁXIMO)

Rev.	Data	Descrição das alterações	Assinatura
00	31/07/2020	Versão inicial	ALS
01		Revisão das alterações	ALP/DFN



PROJETO
SOLUÇÕES DE ABASTECIMENTO DE ENERGIA - SHORE-TO-SHIP

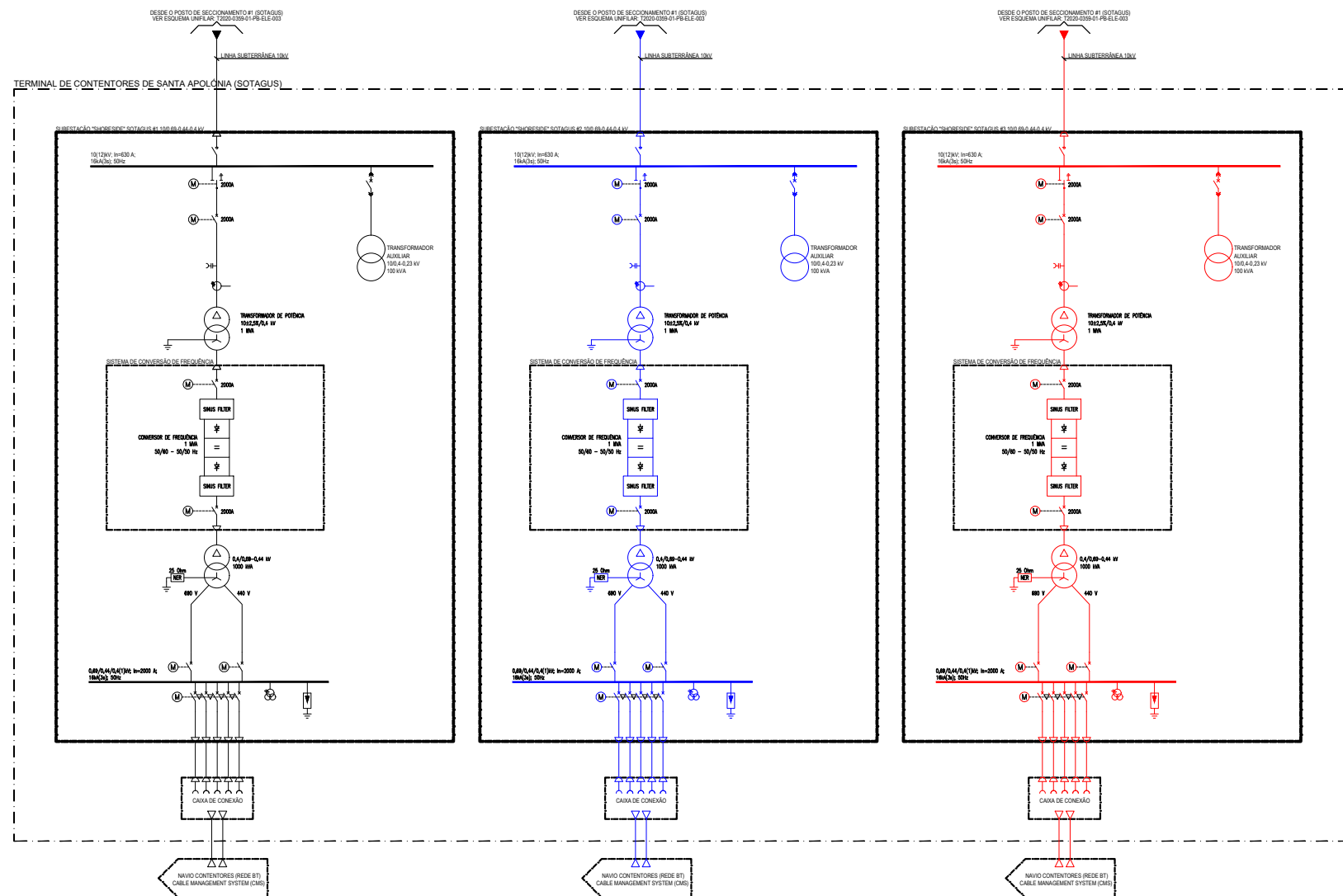
Fase
PROJETO BASE

Designação
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS
Terminal de Contentores de Santa Apolónia (SOTAGUS)

Escalas: SI/ESC. Projeto: DFN
Data: 31-12-2020 Desenhou: DFN
Processo: T2000-0369-01 Verificou: ALS
Ficheiro: T2000-0369-01-PB-ELE-013-00.dwg Aproveçou: ALS

Desenho Nº **PB-ELE-013 00** Revisão

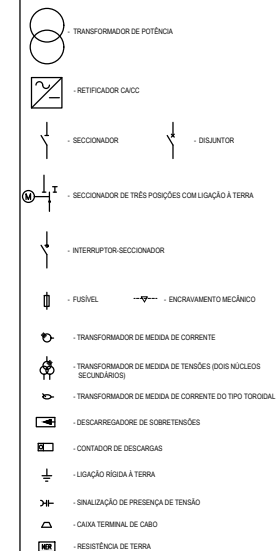
Este desenho é propriedade do GRUPO QUADRANTE, não podendo ser utilizado ou reproduzido no todo ou em parte, ou comunicado a terceiros, sem a sua expressa autorização. Este desenho só é válido para construção directa de equipamento assinalado.



NOTAS GERAIS

- CASO SE VERIFIQUE QUALQUER INCOMPATIBILIDADE NO PRESENTE PROJETO, A MESMA DEVERÁ SER MEDIADA E CONCLUÍDA POR ESCRITO PARA O PROJETISTA.
- ESTE DESENHO CARECE DE CONSULTA E ANÁLISE DE OUTRAS PEÇAS DE PROJETO.
- DEVERÃO SER VERIFICADAS EM OBRA TODAS AS CONDICIONANTES ASSUMIDAS NO PROJETO.

LEGENDA



ESQUEMA DE CORES



Rev.	Data	Descrição das alterações	Aprov.
00	31/12/2020	Versão Inicial	ALS
01	02/01/2021	Descrição das alterações	ALZ



PROJETO
SOLUÇÕES DE ABASTECIMENTO
DE ENERGIA - SHORE-TO-SHIP

Fase
PROJETO BASE

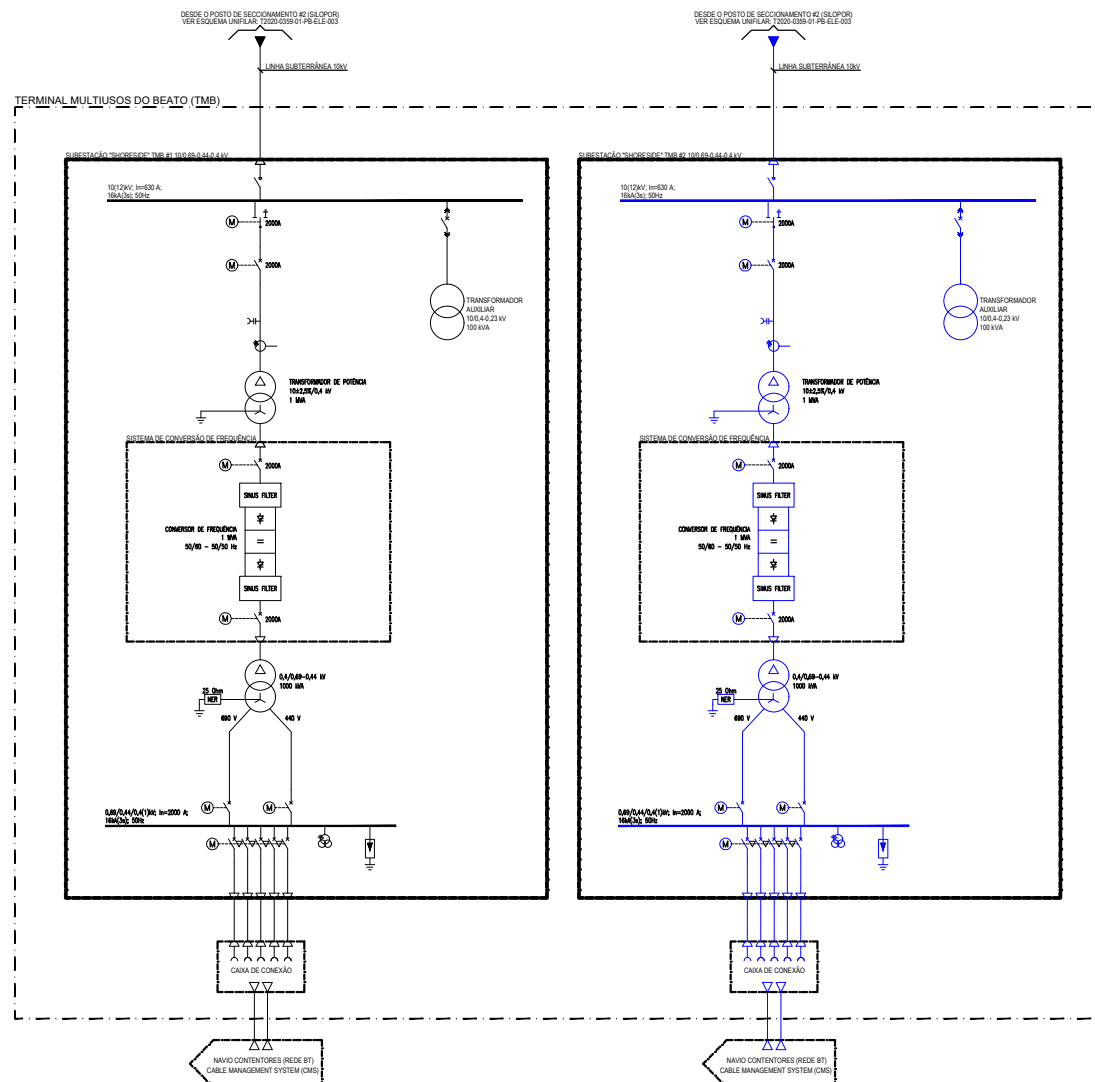
Designação
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS
ESQUEMA UNIFILAR SIMPLIFICADO
Terminal Multiusos do Beato (TMB)

Escalas: SI/ESC. Projeto: DFN
Data: 31-12-2020 Desenhou: DFN
Processo: T2000-0359-01 Verificou: ALS
Ficheiro: T2000-0359-01-PB-ELE-014-00.dwg Aprovou: ALS

Desenho Nº Revisão

PB-ELE-014 00

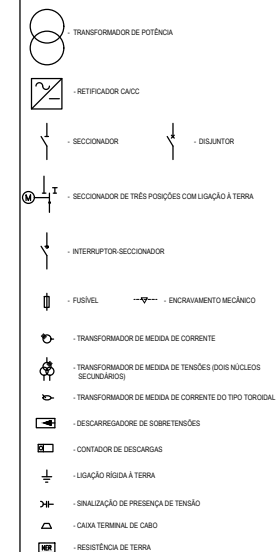
Este desenho é propriedade do GRUPO QUADRANTE, não podendo ser utilizado ou reproduzido no todo ou em parte, ou comunicado a terceiros, sem a sua expressa autorização. Este desenho só é válido para construção de obras de investimento aprovado.



NOTAS GERAIS

- CASO SE VERIFIQUE QUALQUER INCOMPATIBILIDADE NO PRESENTE PROJETO, A MESMA DEVERÁ DE imediato SER COMUNICADA POR ESCRITO PARA O PROJETISTA.
- ESTE DESENHO CARECE DE CONSULTA E ANÁLISE DE OUTRAS PEÇAS DE PROJETO.
- DEVERÃO SER VERIFICADAS EM OBRA TODAS AS CONDICIONANTES ASSUMIDAS NO PROJETO.

LEGENDA



ESQUEMA DE CORES

- CENÁRIO 1 (BASE)
- CENÁRIO 2
- CENÁRIO 3 (MÁXIMO)

Rev.	Data	Descrição das alterações	Assinatura
00	31/12/2020	Versão Inicial	ALS
01		Descrição das alterações	ALS



PROJETO
SOLUÇÕES DE ABASTECIMENTO
DE ENERGIA - SHORE-TO-SHIP

Fase
PROJETO BASE

Designação
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

ESQUEMA UNIFILAR SIMPLIFICADO
Terminal de Granéis Alimentares do Beato
(SILOPOR)

Escalas: SI/ESC.
Data: 31-12-2020
Processo: T2000-0369-01
Ficheiro: T2000-0369-01-PB-ELE-015-00.dwg

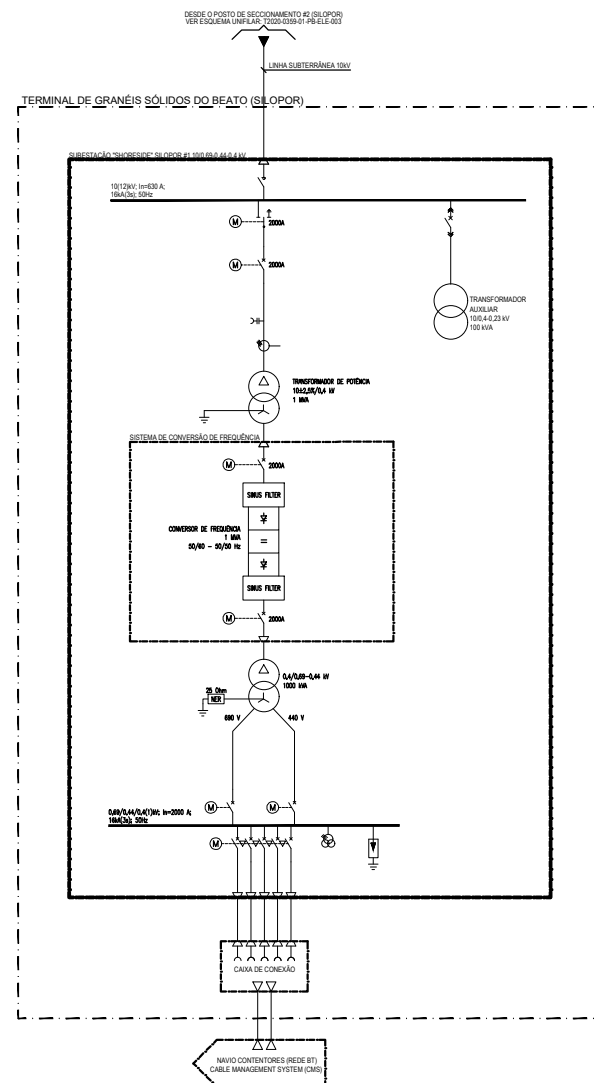
Projeto: DFN
Desenho: DFN
Verificou: ALS
Aprovou: ALS

Desenho Nº

Revisão

PB-ELE-015 00

Este desenho é propriedade do GRUPO QUADRANTE, não podendo ser utilizado ou reproduzido no todo ou em parte, ou comunicado a terceiros, sem a sua expressa autorização. Este desenho só é válido para construção directa de equipamento assinalado.



NOTAS GERAIS

- CASO SE VERIFIQUE QUALQUER INCOMPATIBILIDADE NO PRESENTE PROJETO, A MESMA DEVERÁ DE INSTANTO SER COMUNICADA POR ESCRITO PARA O PROJETISTA.
- ESTE DESENHO CARECE DE CONSULTA E ANÁLISE DE OUTRAS PEÇAS DE PROJETO.
- DEVERÃO SER VERIFICADAS EM OBRA TODAS AS CONDICIONANTES ASSUMIDAS NO PROJETO.

LEGENDA

- TRANSFORMADOR DE POTÊNCIA
- RETIFICADOR CA/CC
- SECCIONADOR
- DISJUNTOR
- SECCIONADOR DE TRÊS POSIÇÕES COM LIGAÇÃO À TERRA
- INTERRUPTOR SECCIONADOR
- FUSÍVEL
- ENCRAVAMENTO MECÂNICO
- TRANSFORMADOR DE MEDIDA DE CORRENTE
- TRANSFORMADOR DE MEDIDA DE TENSÕES (DOIS NÚCLEOS SECUNDÁRIOS)
- TRANSFORMADOR DE MEDIDA DE CORRENTE DO TIPO TOROIDAL
- DESCARREGADORE DE SOBRETENSÕES
- CONTADOR DE DESCARGAS
- LIGAÇÃO RÍGIDA À TERRA
- SINALIZAÇÃO DE PRESENÇA DE TENSÃO
- CAIXA TERMINAL DE CABO
- RESISTÊNCIA DE TERRA

ESQUEMA DE CORES

- CENÁRIO 1 (BASE)
- CENÁRIO 2
- CENÁRIO 3 (MÁXIMO)

00	31/12/2020	Versão Inicial	ALS
Rev.	Data	Descrição das alterações	Autor



PROJETO
SOLUÇÕES DE ABASTECIMENTO DE ENERGIA - SHORE-TO-SHIP

Fase
PROJETO BASE

Designação
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

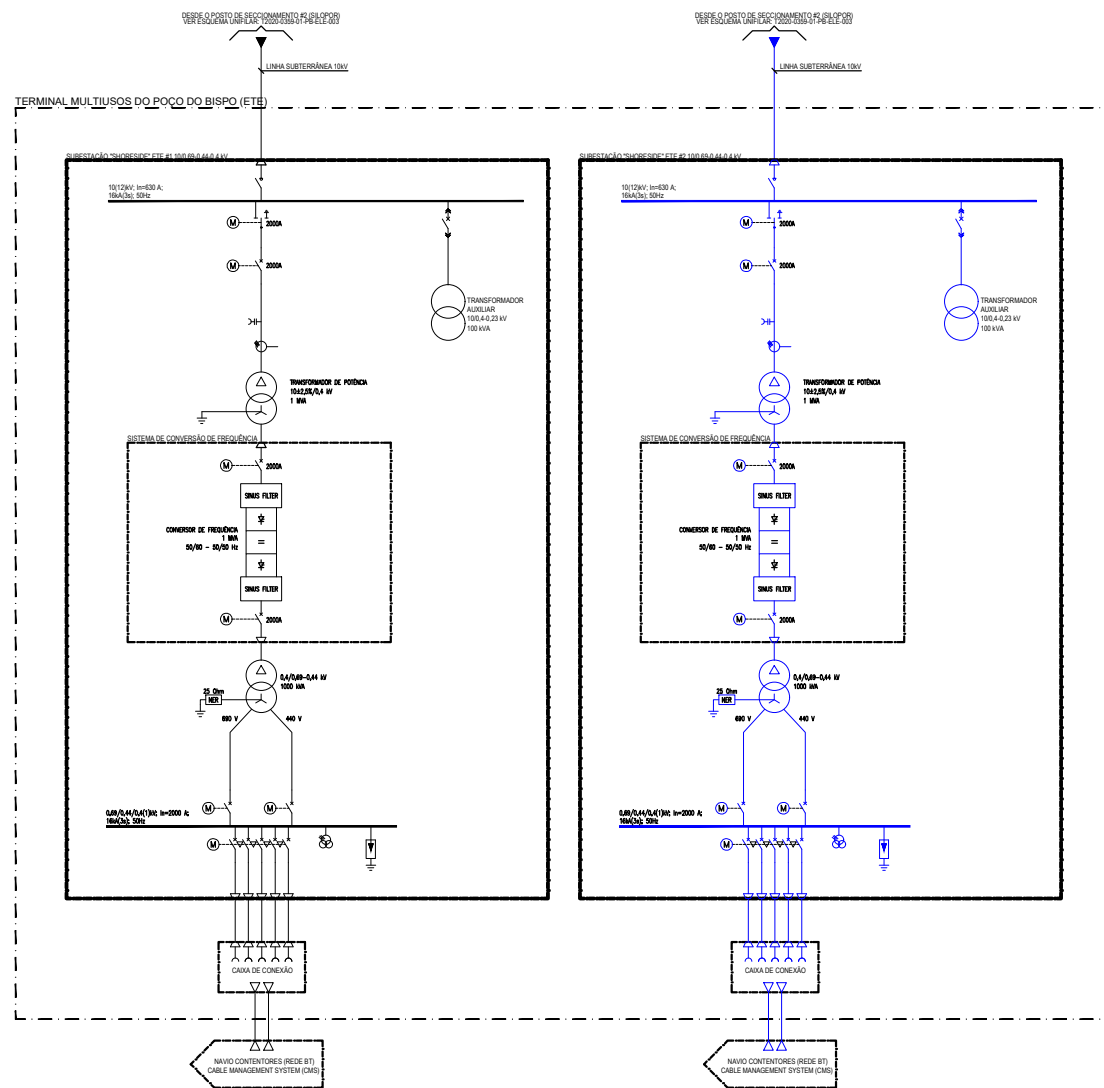
ESQUEMA UNIFILAR SIMPLIFICADO
Terminal Multiusos do Poço do Bispo (ETE)

Escalas:	SI/ESC.	Projeto:	DFN
Data:	31-12-2020	Desenhou:	DFN
Processo:	T2000-0369-01	Verificou:	ALS
Ficheiro:	T2000-0369-01-PB-ELE-016-00.dwg	Aprovou:	ALS

Desenho Nº

PB-ELE-016 00

Este desenho é propriedade do GRUPO QUADRANTE, não podendo ser utilizado ou reproduzido no todo ou em parte, ou comunicado a terceiros, sem a sua expressa autorização. Este desenho só é válido para construção de obra de devolvente assinado.



NOTAS GERAIS

- CASO SE VERIFIQUE QUALQUER INCOMPATIBILIDADE NO PRESENTE PROJETO, A MESMA DEVERÁ DE IMEDIATO SER COMUNICADA POR ESCRITO PARA O PROJETISTA.
- ESTE DESENHO CARECE DE CONSULTA E ANÁLISE DE OUTRAS PEÇAS DE PROJETO.
- DEVERÃO SER VERIFICADAS EM OBRA TODAS AS CONDICIONANTES ASSUMIDAS NO PROJETO.

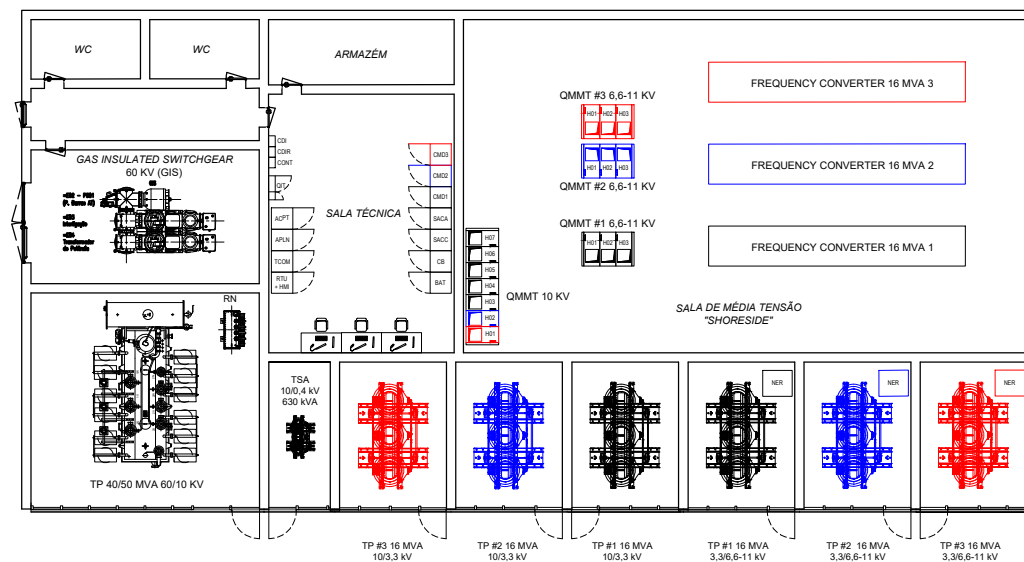
LEGENDA

- SALA DE QUADROS, COMANDO E CONTROLO:
- SACA - QUADRO DE SERVIÇOS AUXILIARES CORRENTE ALTERNADA
- SAC2 - QUADRO DE SERVIÇOS AUXILIARES CORRENTE CONTÍNUA
- CONT - ARMAZÉM DE CONTAGEM
- RTU+HMI - RING MAIN UNIT + HUMAN MACHINE INTERFACE
- BAT - BANCO DE BATERIAS
- CB - CARRGADOR DE BATERIAS
- APLN - ARMAZÉM DE PROTEÇÃO LINHA 100 KV
- ACPT - ARMAZÉM DE CONTROLO E PROTEÇÃO DO TRANSFORMADOR
- TCOM - ARMAZÉM DE TELECOMUNICAÇÕES
- CMO - ARMAZÉM DE COMANDO DA ALIMENTAÇÃO SHORE TO SHIP
- QIT - QUADRO DE ILUMINAÇÃO E TOMADAS
- CDI - CENTRAL DE DETEÇÃO DE INCÊNDIO
- CDR - CENTRAL DE DETEÇÃO DE INTRUSÃO

- SALA DE MÉDIA TENSÃO "SHORESIDE":
- QUADRO METÁLICO DE MÉDIA TENSÃO (QMMT) 10 KV:
- HE1 - SAÍDA Nº01 - TFR #1 REDUTOR 10/3,3 KV
- HE2 - SAÍDA Nº02 - TFR #2 REDUTOR 10/3,3 KV
- HE3 - SAÍDA Nº03 - TFR #3 REDUTOR 10/3,3 KV
- HE4 - CHEGADA DO TP 60/10 KV
- HE5 - SAÍDA POSTO DE SECCIONAMENTO 1
- HE6 - SAÍDA POSTO DE SECCIONAMENTO 2
- HE7 - SAÍDA TSA
- QUADRO METÁLICO DE MÉDIA TENSÃO (QMMT) 6,6-11 KV:
- HE1 - CHEGADA TFR ELEVADOR 3,3/6,6 KV
- HE2 - CHEGADA TFR ELEVADOR 3,3/11 KV
- HE3 - SAÍDA SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO "SHORE-TO-SHIP"

ESQUEMA DE CORES

- CENÁRIO 1 (BASE)
- CENÁRIO 2
- CENÁRIO 3 (MÁXIMO)



PLANTA
ESCALA 1:100

Rev.	Data	Descrição das alterações	Autov.
01	07-01-2021	Remoção da SE Shoreside em BT	ALS
00	08-10-2020	Versão Inicial	ALS



PROJETO
**SOLUÇÕES DE ABASTECIMENTO
DE ENERGIA - SHORE-TO-SHIP**

Fase
PROJETO BASE

Designação
SUBESTAÇÃO 60/10 KV - 50 MVA

PLANTA GERAL

Escala: 1:100
Data: 16-12-2020
Processo: T2020-0369-01
Ficheiro: T2020-0369-01-PB-ELE-032-01.dwg

Projeto: DFN
Desenho: DFN
Verificou: ALS
Aprovou: ALS

Desenho Nº

PB-ELE-032 01

Revisão

Este desenho é propriedade do GRUPO QUADRANTE, não podendo ser utilizado ou reproduzido no todo ou em parte, ou comunicado a terceiros, sem a sua expressa autorização. Este desenho só é válido para construção directa de equipamento aprovado.

NOTAS GERAIS

- CASO SE VERIFIQUE QUALQUER INCOMPATIBILIDADE NO PRESENTE PROJETO, A MESMA DEVERÁ DE IMEDIATO SER COMUNICADA POR ESCRITO PARA O PROJETISTA.
- ESTE DESENHO CARECE DE CONSULTA E ANÁLISE DE OUTRAS PEÇAS DE PROJETO.
- DEVERÃO SER VERIFICADAS EM OBRA TODAS AS CONDIÇÕES ASSUMIDAS NO PROJETO.

LEGENDA

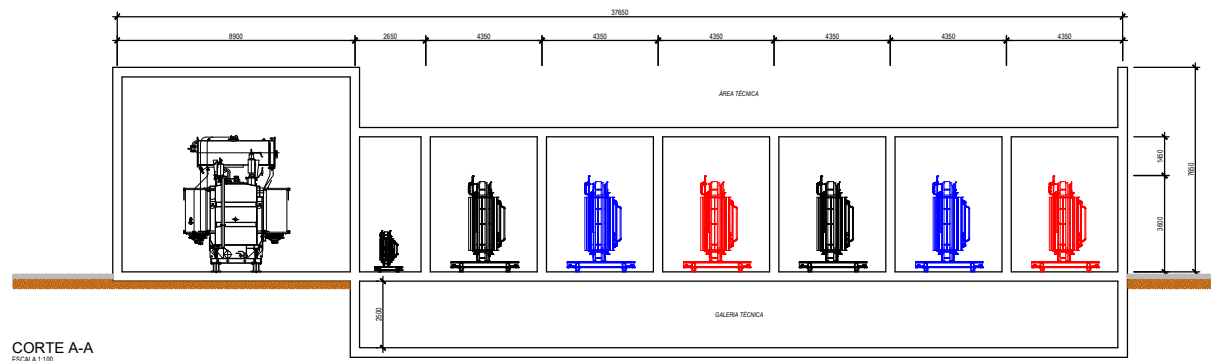
- SALA DE QUADROS: COMANDO E CONTROLO
- SACA - QUADRO DE SERVIÇOS AUXILIARES CORRENTE ALTERNADA
- SACC - ARMÁRIO DE SERVIÇOS AUXILIARES CORRENTE CONTINUA
- CONT - ARMÁRIO DE CONTAGEM
- RTU+HMI - RING MAIN UNIT + HUMAN MACHINE INTERFACE
- BAT - BANCO DE BATERIAS
- CB - CARREGADOR DE BATERIAS
- ARNA - ARMÁRIO DE PROTEÇÃO LINHA 100 kV
- ACPT - ARMÁRIO DE CONTROLO E PROTEÇÃO DO TRANSFORMADOR
- TCOM - ARMÁRIO DE TELECOMUNICAÇÕES
- CMD - ARMÁRIO DE COMANDO DA ALIMENTAÇÃO SHORE TO SHIP
- QIT - QUADRO DE ILUMINAÇÃO E TOMADAS
- COI - CENTRAL DE DETEÇÃO DE INCÊNDIO
- COR - CENTRAL DE DETEÇÃO DE INTRUSÃO

- SALA DE MÉDIA TENSÃO "SHORE-TO-SHIP"

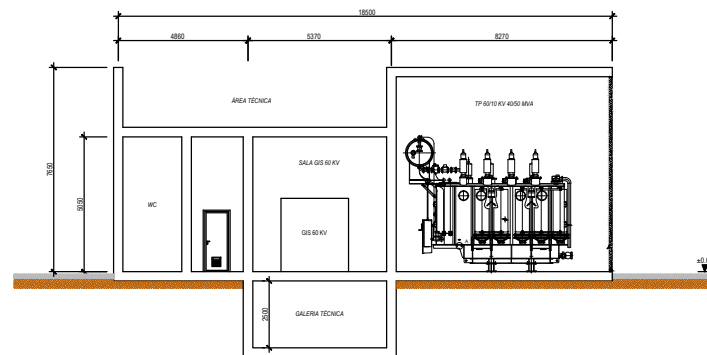
- QUADRO METALICO DE MÉDIA TENSÃO (QMMT) 10 KV
- H01 - SAÍDA N°01 - TFR #9 REDUTOR 100,3 KV
- H02 - SAÍDA N°02 - TFR #2 REDUTOR 100,3 KV
- H03 - SAÍDA N°03 - TFR #1 REDUTOR 100,3 KV
- H04 - CHEGADA DO TP 40/10 KV
- H05 - SAÍDA - POSTO DE SECCIONAMENTO 1
- H06 - SAÍDA - POSTO DE SECCIONAMENTO 2
- H07 - SAÍDA TSA
- QUADRO METALICO DE MÉDIA TENSÃO (QMMT) 6,6-11 KV
- H01 - CHEGADA TFR ELEVADOR 3,36,6 KV
- H02 - CHEGADA TFR ELEVADOR 3,311 KV
- H03 - SAÍDA SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO "SHORE-TO-SHIP"

ESQUEMA DE CORES

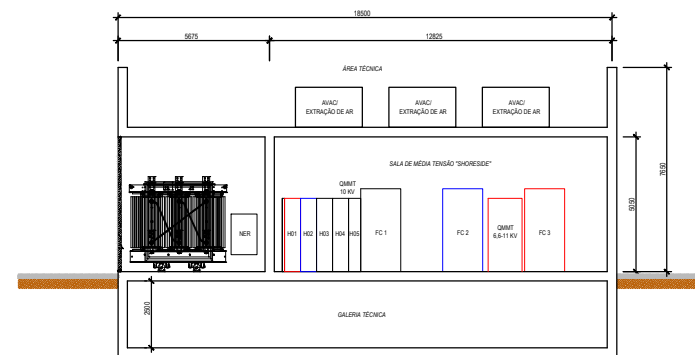
- CENÁRIO 1 (BASE)
- CENÁRIO 2
- CENÁRIO 3 (MÁXIMO)



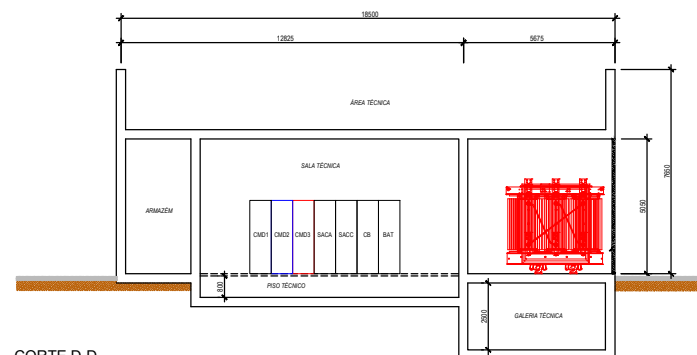
CORTE A-A
ESCALA 1:100



CORTE B-B
ESCALA 1:100



CORTE C-C
ESCALA 1:100



CORTE D-D
ESCALA 1:100

Rev.	Data	Descrição das alterações	Aut.
01	07-01-2021	Remoção da SE Shoreside em BT	ALS
00	01-12-2020	Versão inicial	ALS
Rev.	Data	Descrição das alterações	Aut.



PROJETO
SOLUÇÕES DE ABASTECIMENTO DE ENERGIA - SHORE-TO-SHIP

Fase
PROJETO BASE

Designação
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS
SUBESTAÇÃO 60/10 KV
CORTES

Escala: 1:100
Data: 17-12-2020
Processo: T2000-0369-01
Ficheiro: T2000-0369-01-PB-ELE-033-01.dwg

Projeto: DFN
Desenho: DFN
Verifica: ALS
Aprova: ALS

Desenho Nº
PB-ELE-033 01

Este desenho é propriedade do GRUPO QUADRANTE, não podendo ser utilizado ou reproduzido no todo ou em parte, ou comunicado a terceiros, sem a sua expressa autorização. Este desenho só é válido para condições técnicas de equipamento assinalado.



NOTAS GERAIS

- CASO SE VERIFIQUE QUALQUER INCOMPATIBILIDADE NO PRESENTE PROJETO, A MESMA DEVERÁ DE MEDIATO SER COMUNICADA POR ESCRITO PARA O PROJETISTA.
- ESTE DESENHO CARECE DE CONSULTA E ANÁLISE DE OUTRAS PEÇAS DE PROJETO.
- DEVERÃO SER VERIFICADAS EM OBRA TODAS AS CONDIÇÕES ASSUMIDAS NO PROJETO.

LEGENDA

- SUBESTAÇÃO PRINCIPAL 60/10 KV
- POSTO DE SECCIONAMENTO
- SUBESTAÇÃO SHORESIDE MTBT
- CAIXA DE CONEXÃO FIXA (FIXED JUNCTION BOX) MT
- CAIXA DE CONEXÃO MÓVEL (MOBILE JUNCTION BOX) BT

ESQUEMA DE CORES

- CENÁRIO 1 (BASE)
- CENÁRIO 2
- CENÁRIO 3 (MÁXIMO)

Rev.	Data	Descrição das alterações	AL.S	ALTOU
00	31-12-2020	Versão inicial	ALS	
01	2020	Descrição das alterações		ALTOU



PROJETO
SOLUÇÕES DE ABASTECIMENTO DE ENERGIA - SHORE-TO-SHIP

Fase
PROJETO BASE

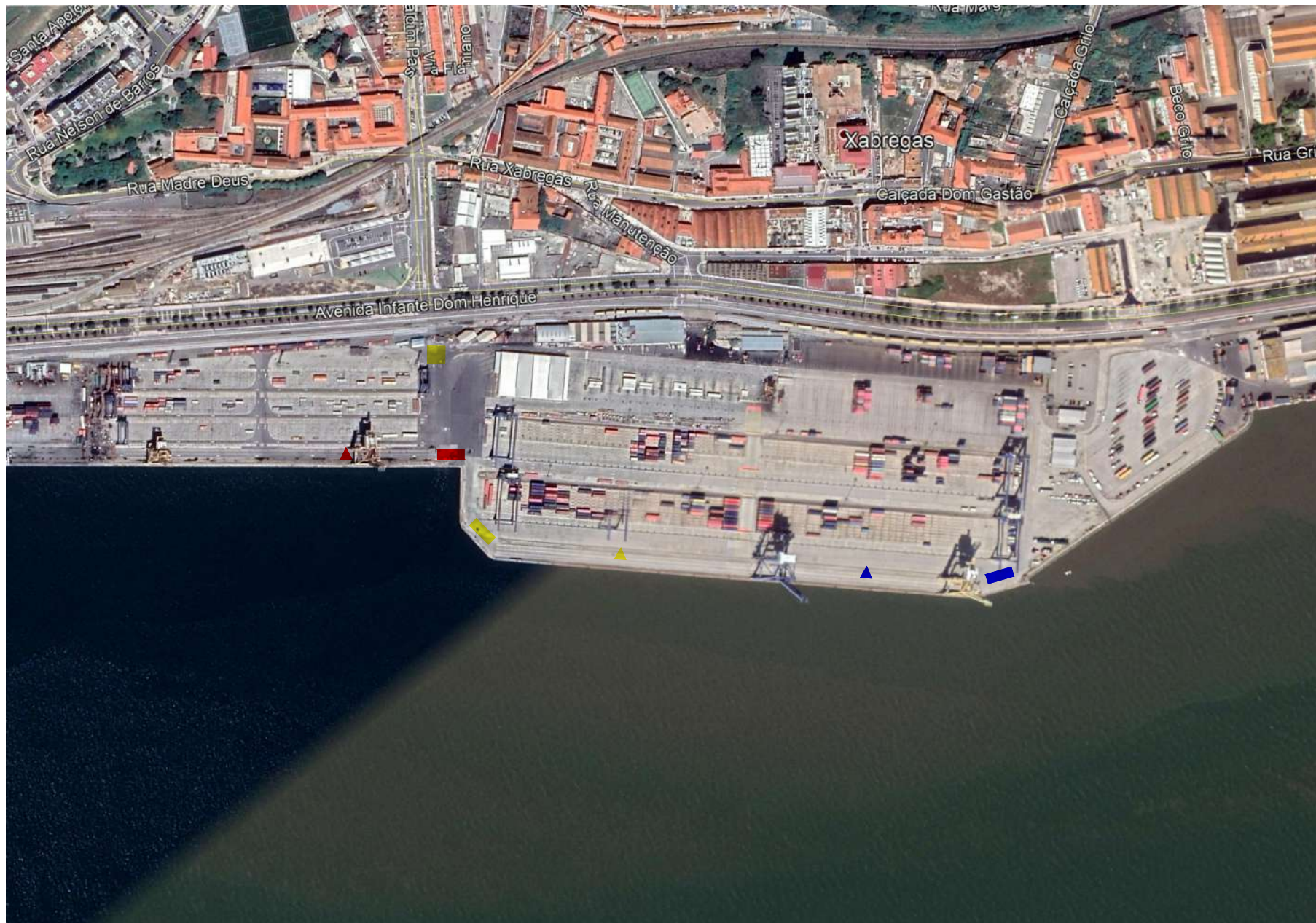
Designação
**LOCALIZAÇÃO DE SISTEMAS STS
 TERMINAL MULTIPURPOSE DE LISBOA (TML)**

Escala: 1:2000	Projeto: DFN
Data: 31-12-2020	Desenho: DFN
Processo: T2000-0359-01	Verifica: ALS
Idioma: T2000-0359-01-PB-ELE-042-00.dwg	Aprova: ALS

Desenho Nº: PB-ELE-042-00

PB-ELE-042 00

Este desenho é propriedade do GRUPO QUADRANTE, não podendo ser utilizado ou reproduzido no todo ou em parte, na totalidade ou parcialmente, sem a sua expressa autorização. Este desenho só é válido para construção depois de devidamente assinado.



NOTAS GERAIS

- CASO SE VERIFIQUE QUALQUER INCOMPATIBILIDADE NO PRESENTE PROJETO, A MESMA DEVERÁ DE IMEDIATO SER COMUNICADA POR ESCRITO PARA O PROJETISTA.
- ESTE DESENHO CARECE DE CONSULTA E ANÁLISE DE OUTRAS PEÇAS DE PROJETO.
- DEVERÃO SER VERIFICADAS EM OBRA TODAS AS CONDIÇÕES ASSUMIDAS NO PROJETO.

LEGENDA

- SUBESTAÇÃO PRINCIPAL 60/10 KV
- POSTO DE SECCIONAMENTO
- SUBESTAÇÃO SHORESIDE MTBT
- CAIXA DE CONEXÃO FIXA (FIXED JUNCTION BOX) MT
- CAIXA DE CONEXÃO MÓVEL (MOBILE JUNCTION BOX) BT

ESQUEMA DE CORES

- CENÁRIO 1 (BASE)
- CENÁRIO 2
- CENÁRIO 3 (MÁXIMO)

00	31-12-2020	Verificação final
Rev.	0200	Descrição das alterações
		ALS
		ALC/AV



PROJETO
SOLUÇÕES DE ABASTECIMENTO DE ENERGIA - SHORE-TO-SHIP

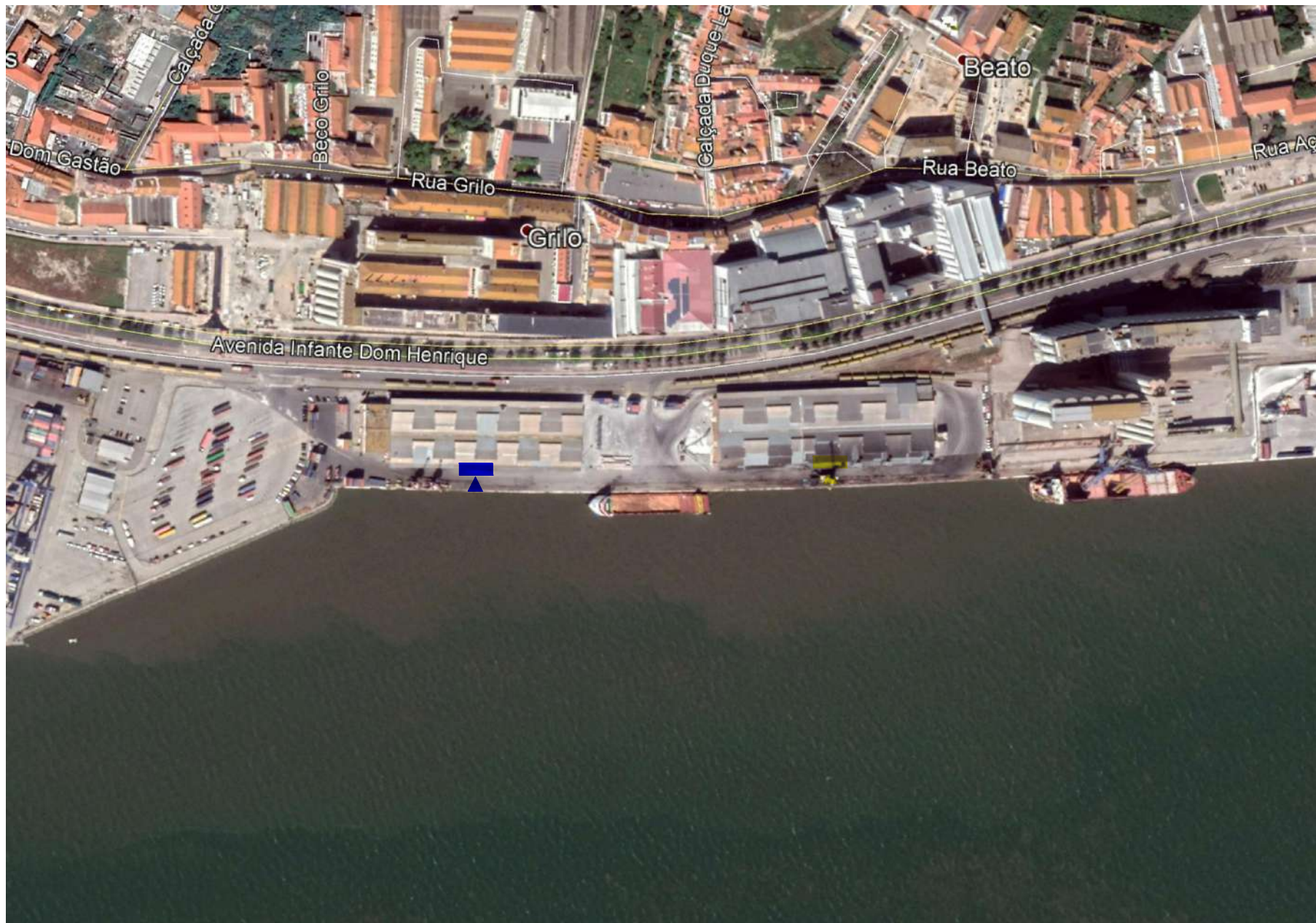
Fase
PROJETO BASE

Designação
LOCALIZAÇÃO DE SISTEMAS STS
TERMINAL DE CONTENTORES DE SANTA APOLÓNIA (SOTAGUS)

Escala:	1:2000	Projeto:	DFN
Data:	31-12-2020	Desenho:	DFN
Processo:	T2020-0359-01	Verifica:	ALS
Idioma:	T2020-0359-01-PB-ELE-043-00.dwg	Aprova:	ALS

Desenho Nº **PB-ELE-043** 00

Este desenho é propriedade do GRUPO QUADRANTE, não podendo ser utilizado ou reproduzido no todo ou em parte, na totalidade ou parcialmente, sem a sua expressa autorização. Este desenho só é válido para construção depois de devidamente assinado.



NOTAS GERAIS

- CASO SE VERIFIQUE QUALQUER INCOMPATIBILIDADE NO PRESENTE PROJETO, A MESMA DEVERÁ DE IMEDIATO SER COMUNICADA POR ESCRITO PARA O PROJETISTA.
- ESTE DESENHO CARECE DE CONSULTA E ANÁLISE DE OUTRAS PEÇAS DE PROJETO.
- DEVERÃO SER VERIFICADAS EM OBRA TODAS AS CONDIÇÕES ASSUMIDAS NO PROJETO.

LEGENDA

- SUBESTAÇÃO PRINCIPAL 60/10 KV
- POSTO DE SECCIONAMENTO
- SUBESTAÇÃO SHORESIDE MT/BT
- CAIXA DE CONEXÃO FIXA (FIXED JUNCTION BOX) MT
- CAIXA DE CONEXÃO MÓVEL (MOBILE JUNCTION BOX) BT

ESQUEMA DE CORES

- CENÁRIO 1 (BASE)
- CENÁRIO 2
- CENÁRIO 3 (MÁXIMO)

Rev.	Data	Descrição das alterações	Auto.
00	31-12-2020	Versão inicial	ALS
01	31-12-2020	Descrição das alterações	ALS



PROJETO
SOLUÇÕES DE ABASTECIMENTO DE ENERGIA - SHORE-TO-SHIP

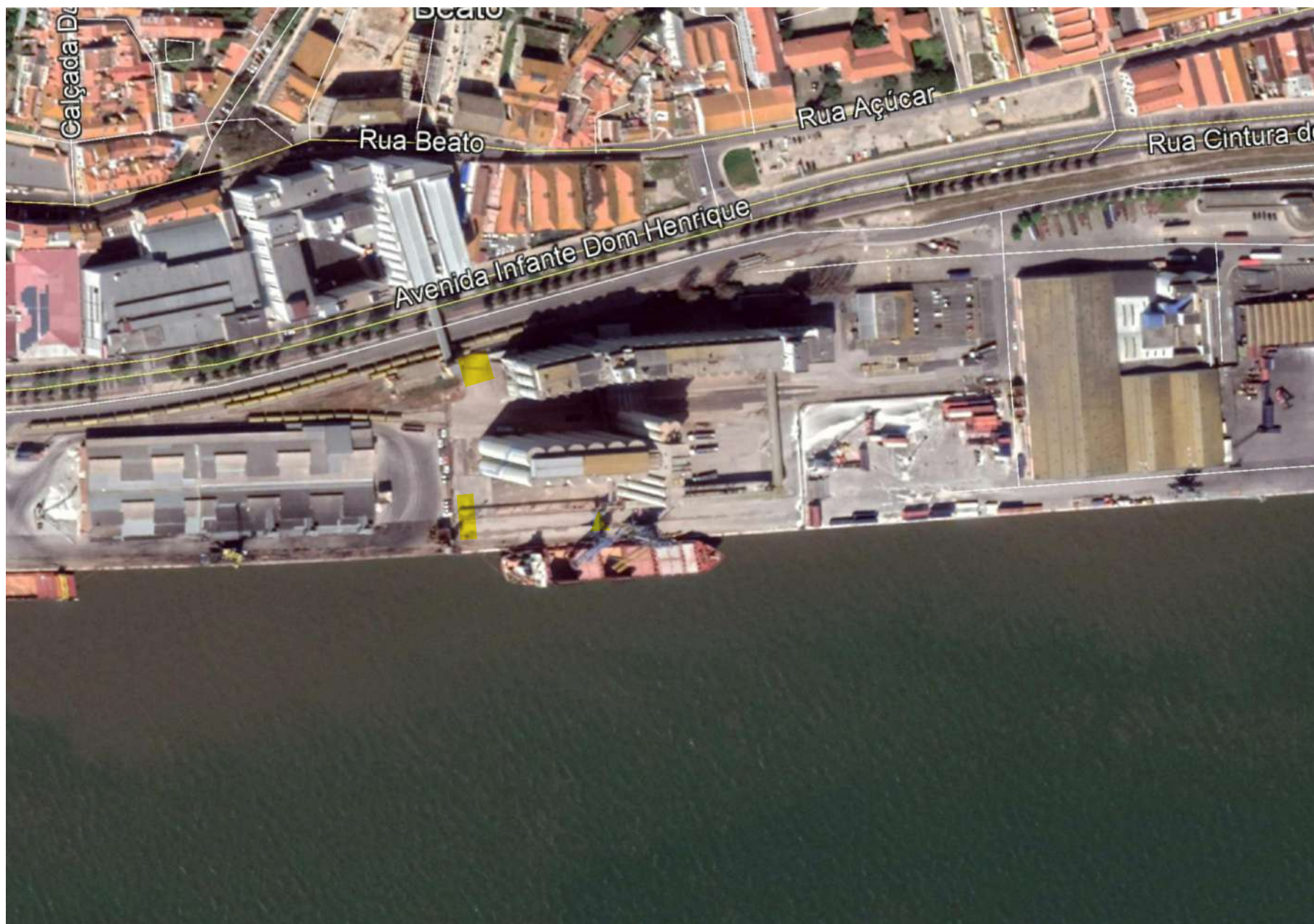
Fase
PROJETO BASE

Designação
LOCALIZAÇÃO DE SISTEMAS STS
TERMINAL MULTIUSOS DO BEATO (TMB)

Escala: 1:2000	Projeto: DFN
Data: 31-12-2020	Desenho: DFN
Processo: T2020-0359-01	Verifico: ALS
Ficheiro: T2020-0359-01-PB-ELE-044-00.dwg	Aprovo: ALS

Desenho Nº
PB-ELE-044 00

Este desenho é propriedade do GRUPO QUADRANTE, não podendo ser utilizado ou reproduzido em todo ou em parte, ou comunicado a terceiros, sem a sua expressa autorização. Este desenho só é válido para o contrato de desenvolvimento assinado.



NOTAS GERAIS

- CASO SE VERIFIQUE QUALQUER INCOMPATIBILIDADE NO PRESENTE PROJETO, A MESMA DEVERÁ DE IMEDIATO SER COMUNICADA POR ESCRITO PARA O PROJETISTA.
- ESTE DESENHO CARECE DE CONSULTA E ANÁLISE DE OUTRAS PEÇAS DE PROJETO.
- DEVERÃO SER VERIFICADAS EM OBRA TODAS AS CONDIÇÕES ASSUMIDAS NO PROJETO.

LEGENDA

- SUBESTAÇÃO PRINCIPAL 60/10 KV
- POSTO DE SECCIONAMENTO
- SUBESTAÇÃO SHORESIDE MTBT
- CAIXA DE CONEXÃO FIXA (FIXED JUNCTION BOX) MT
- CAIXA DE CONEXÃO MÓVEL (MOBILE JUNCTION BOX) BT

ESQUEMA DE CORES

- CENÁRIO 1 (BASE)
- CENÁRIO 2
- CENÁRIO 3 (MÁXIMO)

00	31-12-2020	Verão 2020
Rev.	0000	Descrição das alterações
		ALS
		Apov.



PROJETO
SOLUÇÕES DE ABASTECIMENTO DE ENERGIA - SHORE-TO-SHIP

Fase
PROJETO BASE

Designação
LOCALIZAÇÃO DE SISTEMAS STS
TERMINAL DE GRANÉIS ALIMENTARES DO BEATO (SILOPOR)

Escala:	1:1500	Projeto:	DFN
Data:	31-12-2020	Desenho:	DFN
Processo:	T2020-0359-01	Verifica:	ALS
Fluxo:	T2020-0359-01-PB-ELE-045-00.dwg	Aprova:	ALS

Desenho Nº **PB-ELE-045** Revisão **00**

Este desenho é propriedade do GRUPO QUADRANTE, não podendo ser utilizado ou reproduzido no todo ou em parte, na totalidade ou parcialmente, sem a sua expressa autorização. Este desenho só é válido para construção depois de devidamente assinado.



NOTAS GERAIS

- CASO SE VERIFIQUE QUALQUER INCOMPATIBILIDADE NO PRESENTE PROJETO, A MESMA DEVERÁ DE IMEDIATO SER COMUNICADA POR ESCRITO PARA O PROJETISTA.
- ESTE DESENHO CARECE DE CONSULTA E ANÁLISE DE OUTRAS PEÇAS DE PROJETO.
- DEVERÃO SER VERIFICADAS EM OBRA TODAS AS CONDIÇÕES ASSUMIDAS NO PROJETO.

LEGENDA

- SUBESTAÇÃO PRINCIPAL 60/10 KV
- POSTO DE SECCIONAMENTO
- SUBESTAÇÃO SHORESIDE MTBT
- CAIXA DE CONEXÃO FIXA (FIXED JUNCTION BOX) MT
- CAIXA DE CONEXÃO MÓVEL (MOBILE JUNCTION BOX) BT

ESQUEMA DE CORES

- CENÁRIO 1 (BASE)
- CENÁRIO 2
- CENÁRIO 3 (MÁXIMO)

Rev.	Data	Descrição das alterações	AL.S.	ALTOU.
00	31-12-2020	Versão inicial	ALS	
01	2020	Descrição das alterações		ALTOU.



PROJETO
SOLUÇÕES DE ABASTECIMENTO DE ENERGIA - SHORE-TO-SHIP

Fase
PROJETO BASE

Designação
**LOCALIZAÇÃO DE SISTEMAS STS
 TERMINAL MULTIUSOS DO POÇO DO BISPO (TMPB)**

Escala: 1:2000
 Data: 31-12-2020
 Processo: T2020-0359-01
 Ficheiro: T2020-0359-01-PB-ELE-046-00.dwg

Projeto: DFN
 Desenhou: DFN
 Verificou: ALS
 Aproveitou: ALS

Desenho Nº **PB-ELE-046** | Revisão **00**

Este desenho é propriedade do GRUPO QUADRANTE, não podendo ser utilizado ou reproduzido no todo ou em parte, na totalidade ou parcialmente, sem a sua expressa autorização. Este desenho só é válido para construção depois de devidamente assinado.

Anexo V – Estimativa Orçamental

VI.1	ESTIMATIVA ORÇAMENTAL - CENÁRIO 1
VI.2	ESTIMATIVA ORÇAMENTAL - CENÁRIO 2
VI.3	ESTIMATIVA ORÇAMENTAL - CENÁRIO 3
VI.4	ESTIMATIVA ORÇAMENTAL - CENÁRIO IDEAL

SOLUÇÕES DE ABASTECIMENTO DE ENERGIA - SHORE-TO-SHIP
 PORTO DE LISBOA - PORTUGAL
 FASE 2 - ESTUDO PRELIMINAR DE VIABILIDADE TÉCNICO-ECONÓMICA

ESTIMATIVA DE CUSTOS / COST ESTIMATION
 CENÁRIO 1 / CENARIO 1

Artigo	Designação	Unid.	Quant.	Preço Unitário (EUR)	Preço Total (EUR)	Preço Total (p.u.)
A	LIGAÇÃO À RESP (REDE ELÉTRICA DE SERVIÇO PÚBLICO)	cj	1.00	3 096 053.00 €	3 096 053.00 €	
A	1 Painel 60 kV - PS Alto S. João (EDP) <i>Panel 60 kV - PS Alto S. João (EDP)</i>	vg	1.00	500 000.00 €	500 000.00 €	
A	2 Custos associados à ligação à rede AT <i>Cost associated with the HV grid connection</i>	vg	1.00	196 053.00 €	196 053.00 €	
A	3 Linha Subterrânea 60 kV entre o PS EDP e a Subestação Principal 60/10 kV <i>Underground cable line 60 kV between the PS EDP and the Main Substation 60/10 kV</i>	vg	1.00	1 000 000.00 €	1 000 000.00 €	
A	4 Subestação Principal 60/10 kV (Cliente) <i>Main Substation 60/10 kV (Client)</i>	vg	1.00	1 400 000.00 €	1 400 000.00 €	
SUB-TOTAL - A					3 096 053.00 €	
SUB-TOTAL - A C/ MARGEM DE 20%					3 715 263.60 €	
B	REDE INTERNA DE MÉDIA TENSÃO DE 10 KV E POSTOS DE SECCIONAMENTO					
B	1 LINHAS SUBTERRÂNEAS 10 KV ENTRE A SUBESTAÇÃO PRINCIPAL 60/10 KV E OS POSTOS DE SECCIONAMENTO <i>Underground cable lines 6,6/10/11 kV between the Main Substation 60/10 kV, the "Shoreside" substations and the Processina Substations</i>	cj	1.00	182 133.45 €	182 133.45 €	
SUB-TOTAL - B1 C/ MARGEM DE 20%					218 560.14 €	
B	1.1 Cabos MT 3x(1x300/16) de ligação em anel entre a Subestação Principal e os Postos de Seccionamento	km	18.66	7 230.10 €	134 913.67 €	
B	2 POSTOS DE SECCIONAMENTO	cj	1.00	100 000.00 €	100 000.00 €	
SUB-TOTAL - B2 C/ MARGEM DE 40%					140 000.00 €	
B	2.1 Posto de Seccionamento 10 kV, incluindo mão de obra e obra civil	un	2.00	50 000.00 €	100 000.00 €	
SUB-TOTAL - B					358 560.14 €	
C	SUBESTAÇÃO PRINCIPAL E LIGAÇÃO SHORESIDE - TERMINAL DE CRUZEIROS DE LISBOA (LCP)					
C	1 SISTEMA "SHORESIDE" 16MVA <i>SHORESIDE SYSTEM 16MVA</i>	cj	1.00	3 273 627.02 €	3 273 627.02 €	
SUB-TOTAL - C1 C/ MARGEM DE 20%					3 928 352.43 €	
C	1.2 Transformador Redutor <i>Step-down transformer</i>	un	1.00	169 750.00 €	169 750.00 €	
C	1.3 Conversor de Frequência 50/60 ou 50/50 Hz <i>Frequency converter 50/60 or 50/50 HZ</i>	un	1.00	790 000.00 €	790 000.00 €	
C	1.4 Transformador Elevador <i>Step-up transformer</i>	un	1.00	172 200.00 €	172 200.00 €	
C	1.5 Quadro Metálico Blindado de MT (QMMT) "shoreside" <i>Downstream MV Switchgear</i>	un	1.00	177 300.00 €	177 300.00 €	
C	1.7 Quadro de BT "shoreside" <i>Output LV Switchboard</i>	un	1.00	46 800.00 €	46 800.00 €	
C	1.8 Sistema de proteção e controlo <i>Control & Protection System</i>	un	1.00	35 700.00 €	35 700.00 €	
C	1.9 Cabos MT LXHIOZ1 4x[3x(1x300/16)] de ligação entre subestação e caixas de conexão "shore-to-ship" <i>MV Cables LXHIOZ1 4x[3x(1x300/16)] for connection from the substation and junction boxes at berth</i>	km	18.24	7 230.10 €	131 877.02 €	

SOLUÇÕES DE ABASTECIMENTO DE ENERGIA - SHORE-TO-SHIP
 PORTO DE LISBOA - PORTUGAL
 FASE 2 - ESTUDO PRELIMINAR DE VIABILIDADE TÉCNICO-ECONÓMICA

ESTIMATIVA DE CUSTOS / COST ESTIMATION
 CENÁRIO 1 / CENARIO 1

Artigo	Designação	Unid.	Quant.	Preço Unitário (EUR)	Preço Total (EUR)	Preço Total (p.u.)
C	1,10	Outros Automation studies, programming, factory functional test, FAT and SAT with costumer	vg	1.00	250 000.00 €	250 000.00 €
C	1.11	Cable Management System MT (3 junction boxes)	vg	1.00	1 500 000.00 €	1 500 000.00 €
SUB-TOTAL - C					3 928 352.43 €	
D SUBESTAÇÃO E LIGAÇÃO SHORESIDE - TERMINAL MULTIPURPOSE DE LISBOA (TML)						
D	1	SUBESTAÇÕES "SHORESIDE" 1 MVA SHORESIDE SUBSTATIONS 1 MVA	cj	1.00	848 614.93 €	848 614.93 €
D	2.1	Quadro Metálico Blindado de MT (QMMT) recetor <i>Upstream MV Switchgear</i>	un	0.50	67 500.00 €	33 750.00 €
D	2.2	Transformador Redutor <i>Step-down transformer</i>	un	1.00	35 800.00 €	35 800.00 €
D	2.3	Conversor de Frequência 50/60 ou 50/50 Hz <i>Frequency converter 50/60 or 50/50 HZ</i>	un	1.00	88 000.00 €	88 000.00 €
D	2.4	Transformador Elevador <i>Step-up transformer</i>	un	1.00	35 800.00 €	35 800.00 €
D	2.7	Quadro de BT "shoreside" <i>Output LV Switchboard</i>	un	1.00	46 800.00 €	46 800.00 €
D	2.8	Sistema de proteção e controlo <i>Control & Protection System</i>	un	1.00	35 700.00 €	35 700.00 €
D	2.9	Cabos MT 3x(1x240/16) de ligação entre subestação e caixas de conexão "shore-to-ship" <i>MV Cables 3x(1x240/16) for connection from the substation and iunction boxes at berth</i>	km	0.15	6 400.84 €	960.13 €
D	2,10	Cabos BT XZ1 3x185+1x95 mm2 de ligação entre subestação e caixas de conexão "shore-to-ship" <i>LV Cables XZ1 3x185+1x95 mm2 for connection from the substation and iunction boxes at berth</i>	km	0.40	94 387.00 €	37 754.80 €
D	2.11	Outros <i>Automation Studies, programming, factory functional test, FAT and SAT with costumer</i>	vg	0.30	113 500.00 €	34 050.00 €
D	2.12	Cable Managemnet System BT	vg	1.00	500 000.00 €	500 000.00 €
SUB-TOTAL - D					848 614.93 €	
SUB-TOTAL - D C/ MARGEM DE 20%					1 018 337.91 €	
E SUBESTAÇÃO E LIGAÇÃO SHORESIDE - TERMINAL DE CONTENTORES DE SANTA APOLÓNIA (SOTAGUS)						
E	1	SUBESTAÇÕES "SHORESIDE" 1MVA SHORESIDE SUBSTATIONS 1 MVA	cj	1.00	850 535.18 €	850 535.18 €
E	2.1	Quadro Metálico Blindado de MT (QMMT) recetor <i>Upstream MV Switchgear</i>	un	0.50	67 500.00 €	33 750.00 €
E	2.2	Transformador Redutor <i>Step-down transformer</i>	un	1.00	35 800.00 €	35 800.00 €
E	2.3	Conversor de Frequência 50/60 ou 50/50 Hz <i>Frequency converter 50/60 or 50/50 HZ</i>	un	1.00	88 000.00 €	88 000.00 €
E	2.4	Transformador Elevador <i>Step-up transformer</i>	un	1.00	35 800.00 €	35 800.00 €
E	2.7	Quadro de BT "shoreside" <i>Output LV Switchboard</i>	un	1.00	46 800.00 €	46 800.00 €

SOLUÇÕES DE ABASTECIMENTO DE ENERGIA - SHORE-TO-SHIP
 PORTO DE LISBOA - PORTUGAL
 FASE 2 - ESTUDO PRELIMINAR DE VIABILIDADE TÉCNICO-ECONÓMICA

ESTIMATIVA DE CUSTOS / COST ESTIMATION
 CENÁRIO 1 / CENARIO 1

Artigo	Designação	Unid.	Quant.	Preço Unitário (EUR)	Preço Total (EUR)	Preço Total (p.u.)
E	2.8	Sistema de proteção e controlo <i>Control & Protection System</i>	un	1.00	35 700.00 €	35 700.00 €
E	2.9	Cabos MT 3x(1x240/16) de ligação entre subestação e caixas de conexão "shore-to-ship" <i>MV Cables 3x(1x240/16) for connection from the substation and iunction boxes at berth</i>	km	0.45	6 400.84 €	2 880.38 €
E	2,10	Cabos BT XZ1 3x185+1x95 mm2 de ligação entre subestação e caixas de conexão "shore-to-ship" <i>LV Cables XZ1 3x185+1x95 mm2 for connection from the substation and iunction boxes at berth</i>	km	0.40	94 387.00 €	37 754.80 €
E	2.11	Outros <i>Automation Studies, programming, factory functional test, FAT and SAT with costumer</i>	vg	0.30	113 500.00 €	34 050.00 €
E	2.12	Cable Management System BT	vg	1.00	500 000.00 €	500 000.00 €
SUB-TOTAL - E					850 535.18 €	
SUB-TOTAL - E C/ MARGEM DE 20%					1 020 642.21 €	
F	SUBESTAÇÃO E LIGAÇÃO SHORESIDE - TERMINAL DE MULTIUSOS DE BEATO (TMB)					
F	1	SUBESTAÇÕES "SHORESIDE" 1 MVA <i>SHORESIDE SUBSTATIONS 1 MVA</i>	cj	1.00	855 335.81 €	855 335.81 €
F	2.1	Quadro Metálico Blindado de MT (QMMT) recetor <i>Upstream MV Switchgear</i>	un	0.50	67 500.00 €	33 750.00 €
F	2.2	Transformador Redutor <i>Step-down transformer</i>	un	1.00	35 800.00 €	35 800.00 €
F	2.3	Conversor de Frequência 50/60 ou 50/50 Hz <i>Frequency converter 50/60 or 50/50 HZ</i>	un	1.00	88 000.00 €	88 000.00 €
F	2.4	Transformador Elevador <i>Step-up transformer</i>	un	1.00	35 800.00 €	35 800.00 €
F	2.7	Quadro de BT "shoreside" <i>Output LV Switchboard</i>	un	1.00	46 800.00 €	46 800.00 €
F	2.8	Sistema de proteção e controlo <i>Control & Protection System</i>	un	1.00	35 700.00 €	35 700.00 €
F	2.9	Cabos MT 3x(1x240/16) de ligação entre subestação e caixas de conexão "shore-to-ship" <i>MV Cables 3x(1x240/16) for connection from the substation and iunction boxes at berth</i>	km	1.20	6 400.84 €	7 681.01 €
F	2,10	Cabos BT XZ1 3x185+1x95 mm2 de ligação entre subestação e caixas de conexão "shore-to-ship" <i>LV Cables XZ1 3x185+1x95 mm2 for connection from the substation and iunction boxes at berth</i>	km	0.40	94 387.00 €	37 754.80 €
F	2.11	Outros <i>Automation Studies, programming, factory functional test, FAT and SAT with costumer</i>	vg	0.30	113 500.00 €	34 050.00 €
F	2.12	Cable Management System BT	vg	1.00	500 000.00 €	500 000.00 €
SUB-TOTAL - F					855 335.81 €	
SUB-TOTAL - F C/ MARGEM DE 20%					1 026 402.97 €	

SOLUÇÕES DE ABASTECIMENTO DE ENERGIA - SHORE-TO-SHIP
 PORTO DE LISBOA - PORTUGAL
 FASE 2 - ESTUDO PRELIMINAR DE VIABILIDADE TÉCNICO-ECONÓMICA

ESTIMATIVA DE CUSTOS / COST ESTIMATION
 CENÁRIO 1 / CENARIO 1

Artigo	Designação	Unid.	Quant.	Preço Unitário (EUR)	Preço Total (EUR)	Preço Total (p.u.)
G	SUBESTAÇÃO E LIGAÇÃO SHORESIDE - TERMINAL DE GRANÉIS SÓLIDOS (SILOPOR)					
G	1 SUBESTAÇÕES "SHORESIDE" 1 MVA SHORESIDE SUBSTATIONS 1 MVA	cj	1.00	849 383.03 €	849 383.03 €	
G	2.1 Quadro Metálico Blindado de MT (QMMT) recetor <i>Upstream MV Switchgear</i>	un	0.50	67 500.00 €	33 750.00 €	
G	2.2 Transformador Redutor <i>Step-down transformer</i>	un	1.00	35 800.00 €	35 800.00 €	
G	2.3 Conversor de Frequência 50/60 ou 50/50 Hz <i>Frequency converter 50/60 or 50/50 HZ</i>	un	1.00	88 000.00 €	88 000.00 €	
G	2.4 Transformador Elevador <i>Step-up transformer</i>	un	1.00	35 800.00 €	35 800.00 €	
G	2.7 Quadro de BT "shoreside" <i>Output LV Switchboard</i>	un	1.00	46 800.00 €	46 800.00 €	
G	2.8 Sistema de proteção e controlo <i>Control & Protection System</i>	un	1.00	35 700.00 €	35 700.00 €	
G	2.9 Cabos MT 3x(1x240/16) de ligação entre subestação e caixas de conexão "shore-to-ship" <i>MV Cables 3x(1x240/16) for connection from the substation and iunction boxes at berth</i>	km	0.27	6 400.84 €	1 728.23 €	
G	2,10 Cabos BT XZ1 3x185+1x95 mm2 de ligação entre subestação e caixas de conexão "shore-to-ship" <i>LV Cables XZ1 3x185+1x95 mm2 for connection from the substation and iunction boxes at berth</i>	km	0.40	94 387.00 €	37 754.80 €	
G	2.11 Outros <i>Automation Studies, programming, factory functional test, FAT and SAT with costumer</i>	vg	0.30	113 500.00 €	34 050.00 €	
G	2.12 Cable Management System BT	vg	1.00	500 000.00 €	500 000.00 €	
SUB-TOTAL -G					849 383.03 €	
SUB-TOTAL - G C/ MARGEM DE 20%					1 019 259.63 €	
H	SUBESTAÇÃO E LIGAÇÃO SHORESIDE - TERMINAL MULTIUSOS DO POÇO DO BISTO (TMPB)					
H	1 SUBESTAÇÕES "SHORESIDE" 1 MVA SHORESIDE SUBSTATIONS 1 MVA	cj	1.00	856 295.93 €	856 295.93 €	
H	2.1 Quadro Metálico Blindado de MT (QMMT) recetor <i>Upstream MV Switchgear</i>	un	0.50	67 500.00 €	33 750.00 €	
H	2.2 Transformador Redutor <i>Step-down transformer</i>	un	1.00	35 800.00 €	35 800.00 €	
H	2.3 Conversor de Frequência 50/60 ou 50/50 Hz <i>Frequency converter 50/60 or 50/50 HZ</i>	un	1.00	88 000.00 €	88 000.00 €	
H	2.4 Transformador Elevador ou de isolamento <i>Isolator or Step-up transformer</i>	un	1.00	35 800.00 €	35 800.00 €	
H	2.5 Quadro de BT "shoreside" <i>Output LV Switchboard</i>	un	1.00	46 800.00 €	46 800.00 €	
H	2.6 Sistema de proteção e controlo <i>Control & Protection System</i>	un	1.00	35 700.00 €	35 700.00 €	
H	2.9 Cabos MT 3x(1x240/16) de ligação entre subestação e caixas de conexão "shore-to-ship" <i>MV Cables 3x(1x240/16) for connection from the substation and iunction boxes at berth</i>	km	1.35	6 400.84 €	8 641.13 €	

SOLUÇÕES DE ABASTECIMENTO DE ENERGIA - SHORE-TO-SHIP
 PORTO DE LISBOA - PORTUGAL
 FASE 2 - ESTUDO PRELIMINAR DE VIABILIDADE TÉCNICO-ECONÓMICA

ESTIMATIVA DE CUSTOS / COST ESTIMATION
 CENÁRIO 1 / CENARIO 1

Artigo	Designação	Unid.	Quant.	Preço Unitário (EUR)	Preço Total (EUR)	Preço Total (p.u.)
H	2.10 Cabos BT XZ1 3x185+1x95 mm2 de ligação entre subestação e caixas de conexão "shore-to-ship" <i>LV Cables XZ1 3x185+1x95 mm2 for connection from the substation and junction boxes at berth</i>	km	0.40	94 387.00 €	37 754.80 €	
H	2.8 Outros <i>Automation Studies, programming, factory functional test, FAT and SAT with costumer</i>	vg	0.30	113 500.00 €	34 050.00 €	
H	2.12 Cable Management System BT	vg	1.00	500 000.00 €	500 000.00 €	
SUB-TOTAL - H					856 295.93 €	
SUB-TOTAL - H C/ MARGEM DE 20%					1 027 555.12 €	
TOTAL					13 114 374.02 €	

SOLUÇÕES DE ABASTECIMENTO DE ENERGIA - SHORE-TO-SHIP
 PORTO DE LISBOA - PORTUGAL
 FASE 2 - ESTUDO PRELIMINAR DE VIABILIDADE TÉCNICO-ECONÓMICA

ESTIMATIVA DE CUSTOS / COST ESTIMATION
 CENÁRIO 2 / CENARIO 2

Artigo	Designação	Unid.	Quant.	Preço Unitário (EUR)	Preço Total (EUR)	Preço Total (p.u.)
A	LIGAÇÃO À RESP (REDE ELÉTRICA DE SERVIÇO PÚBLICO)	cj	1.00	3 253 053.00 €	3 253 053.00 €	
A	1 Painel 60 kV - PS Alto S. João (EDP) <i>Panel 60 kV - PS Alto S. João (EDP)</i>	vg	1.00	500 000.00 €	500 000.00 €	
A	2 Custos associados à ligação à rede AT <i>Cost associated with the HV grid connection</i>	vg	1.00	353 053.00 €	353 053.00 €	
A	3 Linha Subterrânea 60 kV entre o PS EDP e a Subestação Principal 60/10 kV <i>Underground cable line 60 kV between the PS EDP and the Main Substation 60/10 kV</i>	vg	1.00	1 000 000.00 €	1 000 000.00 €	
A	4 Subestação Principal 60/10 kV (Cliente) <i>Main Substation 60/10 kV (Client)</i>	vg	1.00	1 400 000.00 €	1 400 000.00 €	
SUB-TOTAL - A					3 253 053.00 €	
SUB-TOTAL - A C/ MARGEM DE 20%					3 903 663.60 €	
B	REDE INTERNA DE MÉDIA TENSÃO DE 10 KV E POSTOS DE SECCIONAMENTO					
B	1 LINHAS SUBTERRÂNEAS 10 KV ENTRE A SUBESTAÇÃO PRINCIPAL 60/10 KV E OS POSTOS DE SECCIONAMENTO <i>Underground cable lines 6,6/10/11 kV between the Main Substation 60/10 kV, the "Shoreside" substations and the Processina Substations</i>	cj	1.00	182 133.45 €	182 133.45 €	
SUB-TOTAL - B1 C/ MARGEM DE 20%					218 560.14 €	
B	1.1 Cabos MT 3x(1x300/16) de ligação em anel entre a Subestação Principal e os Postos de Seccionamento	km	18.66	7 230.10 €	134 913.67 €	
B	2 POSTOS DE SECCIONAMENTO	cj	1.00	100 000.00 €	100 000.00 €	
SUB-TOTAL - B2 C/ MARGEM DE 40%					140 000.00 €	
B	2.1 Posto de Seccionamento 10 kV, incluindo mão de obra e obra civil	un	2.00	50 000.00 €	100 000.00 €	
SUB-TOTAL - B					358 560.14 €	
C	SUBESTAÇÃO PRINCIPAL E LIGAÇÃO SHORESIDE - TERMINAL DE CRUZEIROS DE LISBOA (LCP)					
C	1 SISTEMA "SHORESIDE" 16MVA <i>SHORESIDE SYSTEM 16MVA</i>	cj	2.00	3 226 775.98 €	6 453 551.95 €	
SUB-TOTAL - C1 C/ MARGEM DE 20%					7 744 262.34 €	
C	1.2 Transformador Redutor <i>Step-down transformer</i>	un	1.00	169 750.00 €	169 750.00 €	
C	1.3 Conversor de Frequência 50/60 ou 50/50 Hz <i>Frequency converter 50/60 or 50/50 HZ</i>	un	1.00	790 000.00 €	790 000.00 €	
C	1.4 Transformador Elevador <i>Step-up transformer</i>	un	1.00	172 200.00 €	172 200.00 €	
C	1.5 Quadro Metálico Blindado de MT (QMMT) "shoreside" <i>Downstream MV Switchgear</i>	un	1.00	177 300.00 €	177 300.00 €	
C	1.7 Quadro de BT "shoreside" <i>Output LV Switchboard</i>	un	1.00	46 800.00 €	46 800.00 €	
C	1.8 Sistema de proteção e controlo <i>Control & Protection System</i>	un	1.00	35 700.00 €	35 700.00 €	
C	1.9 Cabos MT LXHIOZ1 4x[3x(1x300/16)] de ligação entre subestação e caixas de conexão "shore-to-ship" <i>MV Cables LXHIOZ1 4x[3x(1x300/16)] for connection from the substation and junction boxes at berth</i>	km	11.76	7 230.10 €	85 025.98 €	

SOLUÇÕES DE ABASTECIMENTO DE ENERGIA - SHORE-TO-SHIP
 PORTO DE LISBOA - PORTUGAL
 FASE 2 - ESTUDO PRELIMINAR DE VIABILIDADE TÉCNICO-ECONÓMICA

ESTIMATIVA DE CUSTOS / COST ESTIMATION
 CENÁRIO 2 / CENARIO 2

Artigo	Designação	Unid.	Quant.	Preço Unitário (EUR)	Preço Total (EUR)	Preço Total (p.u.)
C	1,10	Outros Automation studies, programming, factory functional test, FAT and SAT with costumer	vg	1.00	250 000.00 €	250 000.00 €
C	1.11	Cable Management System MT (3 junction boxes)	vg	1.00	1 500 000.00 €	1 500 000.00 €
SUB-TOTAL - C					7 744 262.34 €	
D SUBESTAÇÃO E LIGAÇÃO SHORESIDE - TERMINAL MULTIPURPOSE DE LISBOA (TML)						
D	1	SUBESTAÇÕES "SHORESIDE" 1 MVA SHORESIDE SUBSTATIONS 1 MVA	cj	2.00	831 081.70 €	1 662 163.40 €
D	2.1	Quadro Metálico Blindado de MT (QMMT) recetor <i>Upstream MV Switchgear</i>	un	0.50	67 500.00 €	33 750.00 €
D	2.2	Transformador Redutor <i>Step-down transformer</i>	un	1.00	35 800.00 €	35 800.00 €
D	2.3	Conversor de Frequência 50/60 ou 50/50 Hz <i>Frequency converter 50/60 or 50/50 HZ</i>	un	1.00	88 000.00 €	88 000.00 €
D	2.4	Transformador Elevador <i>Step-up transformer</i>	un	1.00	35 800.00 €	35 800.00 €
D	2.7	Quadro de BT "shoreside" <i>Output LV Switchboard</i>	un	1.00	46 800.00 €	46 800.00 €
D	2.8	Sistema de proteção e controlo <i>Control & Protection System</i>	un	1.00	35 700.00 €	35 700.00 €
D	2.9	Cabos MT 3x(1x240/16) de ligação entre subestação e caixas de conexão "shore-to-ship" <i>MV Cables 3x(1x240/16) for connection from the substation and iunction boxes at berth</i>	km	0.36	6 400.84 €	2 304.30 €
D	2,10	Cabos BT XZ1 3x185+1x95 mm2 de ligação entre subestação e caixas de conexão "shore-to-ship" <i>LV Cables XZ1 3x185+1x95 mm2 for connection from the substation and iunction boxes at berth</i>	km	0.20	94 387.00 €	18 877.40 €
D	2.11	Outros <i>Automation Studies, programming, factory functional test, FAT and SAT with costumer</i>	vg	0.30	113 500.00 €	34 050.00 €
D	2.12	Cable Managemnet System BT	vg	1.00	500 000.00 €	500 000.00 €
SUB-TOTAL - D					1 662 163.40 €	
SUB-TOTAL - D C/ MARGEM DE 20%					1 994 596.09 €	
E SUBESTAÇÃO E LIGAÇÃO SHORESIDE - TERMINAL DE CONTENTORES DE SANTA APOLÓNIA (SOTAGUS)						
E	1	SUBESTAÇÕES "SHORESIDE" 1MVA SHORESIDE SUBSTATIONS 1 MVA	cj	2.00	832 137.84 €	1 664 275.68 €
E	2.1	Quadro Metálico Blindado de MT (QMMT) recetor <i>Upstream MV Switchgear</i>	un	0.50	67 500.00 €	33 750.00 €
E	2.2	Transformador Redutor <i>Step-down transformer</i>	un	1.00	35 800.00 €	35 800.00 €
E	2.3	Conversor de Frequência 50/60 ou 50/50 Hz <i>Frequency converter 50/60 or 50/50 HZ</i>	un	1.00	88 000.00 €	88 000.00 €
E	2.4	Transformador Elevador <i>Step-up transformer</i>	un	1.00	35 800.00 €	35 800.00 €
E	2.7	Quadro de BT "shoreside" <i>Output LV Switchboard</i>	un	1.00	46 800.00 €	46 800.00 €

SOLUÇÕES DE ABASTECIMENTO DE ENERGIA - SHORE-TO-SHIP
 PORTO DE LISBOA - PORTUGAL
 FASE 2 - ESTUDO PRELIMINAR DE VIABILIDADE TÉCNICO-ECONÓMICA

ESTIMATIVA DE CUSTOS / COST ESTIMATION
 CENÁRIO 2 / CENARIO 2

Artigo	Designação	Unid.	Quant.	Preço Unitário (EUR)	Preço Total (EUR)	Preço Total (p.u.)
E	2.8	Sistema de proteção e controlo <i>Control & Protection System</i>	un	1.00	35 700.00 €	35 700.00 €
E	2.9	Cabos MT 3x(1x240/16) de ligação entre subestação e caixas de conexão "shore-to-ship" <i>MV Cables 3x(1x240/16) for connection from the substation and iunction boxes at berth</i>	km	0.53	6 400.84 €	3 360.44 €
E	2,10	Cabos BT XZ1 3x185+1x95 mm2 de ligação entre subestação e caixas de conexão "shore-to-ship" <i>LV Cables XZ1 3x185+1x95 mm2 for connection from the substation and iunction boxes at berth</i>	km	0.20	94 387.00 €	18 877.40 €
E	2.11	Outros <i>Automation Studies, programming, factory functional test, FAT and SAT with costumer</i>	vg	0.30	113 500.00 €	34 050.00 €
E	2.12	Cable Management System BT	vg	1.00	500 000.00 €	500 000.00 €
SUB-TOTAL - E					1 664 275.68 €	
SUB-TOTAL - E C/ MARGEM DE 20%					1 997 130.82 €	
F	SUBESTAÇÃO E LIGAÇÃO SHORESIDE - TERMINAL DE MULTIUSOS DE BEATO (TMB)					
F	1	SUBESTAÇÕES "SHORESIDE" 1 MVA <i>SHORESIDE SUBSTATIONS 1 MVA</i>	cj	2.00	832 713.92 €	1 665 427.83 €
F	2.1	Quadro Metálico Blindado de MT (QMMT) recetor <i>Upstream MV Switchgear</i>	un	0.50	67 500.00 €	33 750.00 €
F	2.2	Transformador Redutor <i>Step-down transformer</i>	un	1.00	35 800.00 €	35 800.00 €
F	2.3	Conversor de Frequência 50/60 ou 50/50 Hz <i>Frequency converter 50/60 or 50/50 HZ</i>	un	1.00	88 000.00 €	88 000.00 €
F	2.4	Transformador Elevador <i>Step-up transformer</i>	un	1.00	35 800.00 €	35 800.00 €
F	2.7	Quadro de BT "shoreside" <i>Output LV Switchboard</i>	un	1.00	46 800.00 €	46 800.00 €
F	2.8	Sistema de proteção e controlo <i>Control & Protection System</i>	un	1.00	35 700.00 €	35 700.00 €
F	2.9	Cabos MT 3x(1x240/16) de ligação entre subestação e caixas de conexão "shore-to-ship" <i>MV Cables 3x(1x240/16) for connection from the substation and iunction boxes at berth</i>	km	0.62	6 400.84 €	3 936.52 €
F	2,10	Cabos BT XZ1 3x185+1x95 mm2 de ligação entre subestação e caixas de conexão "shore-to-ship" <i>LV Cables XZ1 3x185+1x95 mm2 for connection from the substation and iunction boxes at berth</i>	km	0.20	94 387.00 €	18 877.40 €
F	2.11	Outros <i>Automation Studies, programming, factory functional test, FAT and SAT with costumer</i>	vg	0.30	113 500.00 €	34 050.00 €
F	2.12	Cable Management System BT	vg	1.00	500 000.00 €	500 000.00 €
SUB-TOTAL - F					1 665 427.83 €	
SUB-TOTAL - F C/ MARGEM DE 20%					1 998 513.40 €	

SOLUÇÕES DE ABASTECIMENTO DE ENERGIA - SHORE-TO-SHIP
 PORTO DE LISBOA - PORTUGAL
 FASE 2 - ESTUDO PRELIMINAR DE VIABILIDADE TÉCNICO-ECONÓMICA

ESTIMATIVA DE CUSTOS / COST ESTIMATION
 CENÁRIO 2 / CENARIO 2

Artigo	Designação	Unid.	Quant.	Preço Unitário (EUR)	Preço Total (EUR)	Preço Total (p.u.)
G	SUBESTAÇÃO E LIGAÇÃO SHORESIDE - TERMINAL DE GRANÉIS SÓLIDOS (SILOPOR)					
G	1 SUBESTAÇÕES "SHORESIDE" 1 MVA SHORESIDE SUBSTATIONS 1 MVA	cj	1.00	849 383.03 €	849 383.03 €	
G	2.1 Quadro Metálico Blindado de MT (QMMT) recetor <i>Upstream MV Switchgear</i>	un	0.50	67 500.00 €	33 750.00 €	
G	2.2 Transformador Redutor <i>Step-down transformer</i>	un	1.00	35 800.00 €	35 800.00 €	
G	2.3 Conversor de Frequência 50/60 ou 50/50 Hz <i>Frequency converter 50/60 or 50/50 HZ</i>	un	1.00	88 000.00 €	88 000.00 €	
G	2.4 Transformador Elevador <i>Step-up transformer</i>	un	1.00	35 800.00 €	35 800.00 €	
G	2.7 Quadro de BT "shoreside" <i>Output LV Switchboard</i>	un	1.00	46 800.00 €	46 800.00 €	
G	2.8 Sistema de proteção e controlo <i>Control & Protection System</i>	un	1.00	35 700.00 €	35 700.00 €	
G	2.9 Cabos MT 3x(1x240/16) de ligação entre subestação e caixas de conexão "shore-to-ship" <i>MV Cables 3x(1x240/16) for connection from the substation and iunction boxes at berth</i>	km	0.27	6 400.84 €	1 728.23 €	
G	2,10 Cabos BT XZ1 3x185+1x95 mm2 de ligação entre subestação e caixas de conexão "shore-to-ship" <i>LV Cables XZ1 3x185+1x95 mm2 for connection from the substation and iunction boxes at berth</i>	km	0.40	94 387.00 €	37 754.80 €	
G	2.11 Outros <i>Automation Studies, programming, factory functional test, FAT and SAT with costumer</i>	vg	0.30	113 500.00 €	34 050.00 €	
G	2.12 Cable Management System BT	vg	1.00	500 000.00 €	500 000.00 €	
SUB-TOTAL -G					849 383.03 €	
SUB-TOTAL - G C/ MARGEM DE 20%					1 019 259.63 €	
H	SUBESTAÇÃO E LIGAÇÃO SHORESIDE - TERMINAL MULTIUSOS DO POÇO DO BISTO (TMPB)					
H	1 SUBESTAÇÕES "SHORESIDE" 1 MVA SHORESIDE SUBSTATIONS 1 MVA	cj	2.00	832 617.90 €	1 665 235.81 €	
H	2.1 Quadro Metálico Blindado de MT (QMMT) recetor <i>Upstream MV Switchgear</i>	un	0.50	67 500.00 €	33 750.00 €	
H	2.2 Transformador Redutor <i>Step-down transformer</i>	un	1.00	35 800.00 €	35 800.00 €	
H	2.3 Conversor de Frequência 50/60 ou 50/50 Hz <i>Frequency converter 50/60 or 50/50 HZ</i>	un	1.00	88 000.00 €	88 000.00 €	
H	2.4 Transformador Elevador ou de isolamento <i>Isolator or Step-up transformer</i>	un	1.00	35 800.00 €	35 800.00 €	
H	2.5 Quadro de BT "shoreside" <i>Output LV Switchboard</i>	un	1.00	46 800.00 €	46 800.00 €	
H	2.6 Sistema de proteção e controlo <i>Control & Protection System</i>	un	1.00	35 700.00 €	35 700.00 €	
H	2.9 Cabos MT 3x(1x240/16) de ligação entre subestação e caixas de conexão "shore-to-ship" <i>MV Cables 3x(1x240/16) for connection from the substation and iunction boxes at berth</i>	km	0.60	6 400.84 €	3 840.50 €	

SOLUÇÕES DE ABASTECIMENTO DE ENERGIA - SHORE-TO-SHIP
 PORTO DE LISBOA - PORTUGAL
 FASE 2 - ESTUDO PRELIMINAR DE VIABILIDADE TÉCNICO-ECONÓMICA

ESTIMATIVA DE CUSTOS / COST ESTIMATION
 CENÁRIO 2 / CENARIO 2

Artigo	Designação	Unid.	Quant.	Preço Unitário (EUR)	Preço Total (EUR)	Preço Total (p.u.)
H	2.10	Cabos BT XZ1 3x185+1x95 mm2 de ligação entre subestação e caixas de conexão "shore-to-ship" <i>LV Cables XZ1 3x185+1x95 mm2 for connection from the substation and junction boxes at berth</i>	km	0.20	94 387.00 €	18 877.40 €
H	2.8	Outros <i>Automation Studies, programming, factory functional test, FAT and SAT with costumer</i>	vg	0.30	113 500.00 €	34 050.00 €
H	2.12	Cable Management System BT	vg	1.00	500 000.00 €	500 000.00 €
SUB-TOTAL - H					1 665 235.81 €	
SUB-TOTAL - H C/ MARGEM DE 20%					1 998 282.97 €	
TOTAL					21 014 268.99 €	

SOLUÇÕES DE ABASTECIMENTO DE ENERGIA - SHORE-TO-SHIP
 PORTO DE LISBOA - PORTUGAL
 FASE 2 - ESTUDO PRELIMINAR DE VIABILIDADE TÉCNICO-ECONÓMICA

ESTIMATIVA DE CUSTOS / COST ESTIMATION
 CENÁRIO 3 / CENARIO 3

Artigo	Designação	Unid.	Quant.	Preço Unitário (EUR)	Preço Total (EUR)	Preço Total (p.u.)
A	LIGAÇÃO À RESP (REDE ELÉTRICA DE SERVIÇO PÚBLICO)	cj	1.00	3 331 553.00 €	3 331 553.00 €	
A	1 Painel 60 kV - PS Alto S. João (EDP) <i>Panel 60 kV - PS Alto S. João (EDP)</i>	vg	1.00	500 000.00 €	500 000.00 €	
A	2 Custos associados à ligação à rede AT <i>Cost associated with the HV grid connection</i>	vg	1.00	431 553.00 €	431 553.00 €	
A	3 Linha Subterrânea 60 kV entre o PS EDP e a Subestação Principal 60/10 kV <i>Underground cable line 60 kV between the PS EDP and the Main Substation 60/10 kV</i>	vg	1.00	1 000 000.00 €	1 000 000.00 €	
A	4 Subestação Principal 60/10 kV (Cliente) <i>Main Substation 60/10 kV (Client)</i>	vg	1.00	1 400 000.00 €	1 400 000.00 €	
SUB-TOTAL - A					3 331 553.00 €	
SUB-TOTAL - A C/ MARGEM DE 20%					3 997 863.60 €	
B	REDE INTERNA DE MÉDIA TENSÃO DE 10 KV E POSTOS DE SECCIONAMENTO					
B	1 LINHAS SUBTERRÂNEAS 10 KV ENTRE A SUBESTAÇÃO PRINCIPAL 60/10 KV E OS POSTOS DE SECCIONAMENTO <i>Underground cable lines 6,6/10/11 kV between the Main Substation 60/10 kV, the "Shoreside" substations and the Processina Substations</i>	cj	1.00	182 133.45 €	182 133.45 €	
SUB-TOTAL - B1 C/ MARGEM DE 20%					218 560.14 €	
B	1.1 Cabos MT 3x(1x300/16) de ligação em anel entre a Subestação Principal e os Postos de Seccionamento	km	18.66	7 230.10 €	134 913.67 €	
B	2 POSTOS DE SECCIONAMENTO	cj	1.00	100 000.00 €	100 000.00 €	
SUB-TOTAL - B2 C/ MARGEM DE 40%					140 000.00 €	
B	2.1 Posto de Seccionamento 10 kV, incluindo mão de obra e obra civil	un	2.00	50 000.00 €	100 000.00 €	
SUB-TOTAL - B					358 560.14 €	
C	SUBESTAÇÃO PRINCIPAL E LIGAÇÃO SHORESIDE - TERMINAL DE CRUZEIROS DE LISBOA (LCP)					
C	1 SISTEMA "SHORESIDE" 16MVA <i>SHORESIDE SYSTEM 16MVA</i>	cj	3.00	3 219 545.88 €	9 658 637.63 €	
SUB-TOTAL - C1 C/ MARGEM DE 20%					11 590 365.15 €	
C	1.2 Transformador Redutor <i>Step-down transformer</i>	un	1.00	169 750.00 €	169 750.00 €	
C	1.3 Conversor de Frequência 50/60 ou 50/50 Hz <i>Frequency converter 50/60 or 50/50 HZ</i>	un	1.00	790 000.00 €	790 000.00 €	
C	1.4 Transformador Elevador <i>Step-up transformer</i>	un	1.00	172 200.00 €	172 200.00 €	
C	1.5 Quadro Metálico Blindado de MT (QMMT) "shoreside" <i>Downstream MV Switchgear</i>	un	1.00	177 300.00 €	177 300.00 €	
C	1.7 Quadro de BT "shoreside" <i>Output LV Switchboard</i>	un	1.00	46 800.00 €	46 800.00 €	
C	1.8 Sistema de proteção e controlo <i>Control & Protection System</i>	un	1.00	35 700.00 €	35 700.00 €	
C	1.9 Cabos MT LXHIOZ1 4x[3x(1x300/16)] de ligação entre subestação e caixas de conexão "shore-to-ship" <i>MV Cables LXHIOZ1 4x[3x(1x300/16)] for connection from the substation and junction boxes at berth</i>	km	10.76	7 230.10 €	77 795.88 €	

SOLUÇÕES DE ABASTECIMENTO DE ENERGIA - SHORE-TO-SHIP
 PORTO DE LISBOA - PORTUGAL
 FASE 2 - ESTUDO PRELIMINAR DE VIABILIDADE TÉCNICO-ECONÓMICA

ESTIMATIVA DE CUSTOS / COST ESTIMATION
 CENÁRIO 3 / CENARIO 3

Artigo	Designação	Unid.	Quant.	Preço Unitário (EUR)	Preço Total (EUR)	Preço Total (p.u.)
C	1,10	Outros Automation studies, programming, factory functional test, FAT and SAT with costumer	vg	1.00	250 000.00 €	250 000.00 €
C	1.11	Cable Management System MT (3 junction boxes)	vg	1.00	1 500 000.00 €	1 500 000.00 €
SUB-TOTAL - C					11 590 365.15 €	
D SUBESTAÇÃO E LIGAÇÃO SHORESIDE - TERMINAL MULTIPURPOSE DE LISBOA (TML)						
D	1	SUBESTAÇÕES "SHORESIDE" 1 MVA SHORESIDE SUBSTATIONS 1 MVA	cj	3.00	825 301.30 €	2 475 903.91 €
D	2.1	Quadro Metálico Blindado de MT (QMMT) recetor <i>Upstream MV Switchgear</i>	un	0.50	67 500.00 €	33 750.00 €
D	2.2	Transformador Redutor <i>Step-down transformer</i>	un	1.00	35 800.00 €	35 800.00 €
D	2.3	Conversor de Frequência 50/60 ou 50/50 Hz <i>Frequency converter 50/60 or 50/50 HZ</i>	un	1.00	88 000.00 €	88 000.00 €
D	2.4	Transformador Elevador <i>Step-up transformer</i>	un	1.00	35 800.00 €	35 800.00 €
D	2.7	Quadro de BT "shoreside" <i>Output LV Switchboard</i>	un	1.00	46 800.00 €	46 800.00 €
D	2.8	Sistema de proteção e controlo <i>Control & Protection System</i>	un	1.00	35 700.00 €	35 700.00 €
D	2.9	Cabos MT 3x(1x240/16) de ligação entre subestação e caixas de conexão "shore-to-ship" <i>MV Cables 3x(1x240/16) for connection from the substation and iunction boxes at berth</i>	km	0.44	6 400.84 €	2 816.37 €
D	2,10	Cabos BT XZ1 3x185+1x95 mm2 de ligação entre subestação e caixas de conexão "shore-to-ship" <i>LV Cables XZ1 3x185+1x95 mm2 for connection from the substation and iunction boxes at berth</i>	km	0.13	94 387.00 €	12 584.93 €
D	2.11	Outros <i>Automation Studies, programming, factory functional test, FAT and SAT with costumer</i>	vg	0.30	113 500.00 €	34 050.00 €
D	2.12	Cable Managemnet System BT	vg	1.00	500 000.00 €	500 000.00 €
SUB-TOTAL - D					2 475 903.91 €	
SUB-TOTAL - D C/ MARGEM DE 20%					2 971 084.69 €	
E SUBESTAÇÃO E LIGAÇÃO SHORESIDE - TERMINAL DE CONTENTORES DE SANTA APOLÓNIA (SOTAGUS)						
E	1	SUBESTAÇÕES "SHORESIDE" 1MVA SHORESIDE SUBSTATIONS 1 MVA	cj	3.00	827 733.62 €	2 483 200.87 €
E	2.1	Quadro Metálico Blindado de MT (QMMT) recetor <i>Upstream MV Switchgear</i>	un	0.50	67 500.00 €	33 750.00 €
E	2.2	Transformador Redutor <i>Step-down transformer</i>	un	1.00	35 800.00 €	35 800.00 €
E	2.3	Conversor de Frequência 50/60 ou 50/50 Hz <i>Frequency converter 50/60 or 50/50 HZ</i>	un	1.00	88 000.00 €	88 000.00 €
E	2.4	Transformador Elevador <i>Step-up transformer</i>	un	1.00	35 800.00 €	35 800.00 €
E	2.7	Quadro de BT "shoreside" <i>Output LV Switchboard</i>	un	1.00	46 800.00 €	46 800.00 €

SOLUÇÕES DE ABASTECIMENTO DE ENERGIA - SHORE-TO-SHIP
 PORTO DE LISBOA - PORTUGAL
 FASE 2 - ESTUDO PRELIMINAR DE VIABILIDADE TÉCNICO-ECONÓMICA

ESTIMATIVA DE CUSTOS / COST ESTIMATION
 CENÁRIO 3 / CENARIO 3

Artigo	Designação	Unid.	Quant.	Preço Unitário (EUR)	Preço Total (EUR)	Preço Total (p.u.)
E	2.8	Sistema de proteção e controlo <i>Control & Protection System</i>	un	1.00	35 700.00 €	35 700.00 €
E	2.9	Cabos MT 3x(1x240/16) de ligação entre subestação e caixas de conexão "shore-to-ship" <i>MV Cables 3x(1x240/16) for connection from the substation and iunction boxes at berth</i>	km	0.82	6 400.84 €	5 248.69 €
E	2,10	Cabos BT XZ1 3x185+1x95 mm2 de ligação entre subestação e caixas de conexão "shore-to-ship" <i>LV Cables XZ1 3x185+1x95 mm2 for connection from the substation and iunction boxes at berth</i>	km	0.13	94 387.00 €	12 584.93 €
E	2.11	Outros <i>Automation Studies, programming, factory functional test, FAT and SAT with costumer</i>	vg	0.30	113 500.00 €	34 050.00 €
E	2.12	Cable Management System BT	vg	1.00	500 000.00 €	500 000.00 €
SUB-TOTAL - E					2 483 200.87 €	
SUB-TOTAL - E C/ MARGEM DE 20%					2 979 841.04 €	
F	SUBESTAÇÃO E LIGAÇÃO SHORESIDE - TERMINAL DE MULTIUSOS DE BEATO (TMB)					
F	1	SUBESTAÇÕES "SHORESIDE" 1 MVA <i>SHORESIDE SUBSTATIONS 1 MVA</i>	cj	2.00	832 713.92 €	1 665 427.83 €
F	2.1	Quadro Metálico Blindado de MT (QMMT) recetor <i>Upstream MV Switchgear</i>	un	0.50	67 500.00 €	33 750.00 €
F	2.2	Transformador Redutor <i>Step-down transformer</i>	un	1.00	35 800.00 €	35 800.00 €
F	2.3	Conversor de Frequência 50/60 ou 50/50 Hz <i>Frequency converter 50/60 or 50/50 HZ</i>	un	1.00	88 000.00 €	88 000.00 €
F	2.4	Transformador Elevador <i>Step-up transformer</i>	un	1.00	35 800.00 €	35 800.00 €
F	2.7	Quadro de BT "shoreside" <i>Output LV Switchboard</i>	un	1.00	46 800.00 €	46 800.00 €
F	2.8	Sistema de proteção e controlo <i>Control & Protection System</i>	un	1.00	35 700.00 €	35 700.00 €
F	2.9	Cabos MT 3x(1x240/16) de ligação entre subestação e caixas de conexão "shore-to-ship" <i>MV Cables 3x(1x240/16) for connection from the substation and iunction boxes at berth</i>	km	0.62	6 400.84 €	3 936.52 €
F	2,10	Cabos BT XZ1 3x185+1x95 mm2 de ligação entre subestação e caixas de conexão "shore-to-ship" <i>LV Cables XZ1 3x185+1x95 mm2 for connection from the substation and iunction boxes at berth</i>	km	0.20	94 387.00 €	18 877.40 €
F	2.11	Outros <i>Automation Studies, programming, factory functional test, FAT and SAT with costumer</i>	vg	0.30	113 500.00 €	34 050.00 €
F	2.12	Cable Management System BT	vg	1.00	500 000.00 €	500 000.00 €
SUB-TOTAL - F					1 665 427.83 €	
SUB-TOTAL - F C/ MARGEM DE 20%					1 998 513.40 €	

SOLUÇÕES DE ABASTECIMENTO DE ENERGIA - SHORE-TO-SHIP
 PORTO DE LISBOA - PORTUGAL
 FASE 2 - ESTUDO PRELIMINAR DE VIABILIDADE TÉCNICO-ECONÓMICA

ESTIMATIVA DE CUSTOS / COST ESTIMATION
 CENÁRIO 3 / CENARIO 3

Artigo	Designação	Unid.	Quant.	Preço Unitário (EUR)	Preço Total (EUR)	Preço Total (p.u.)
G	SUBESTAÇÃO E LIGAÇÃO SHORESIDE - TERMINAL DE GRANÉIS SÓLIDOS (SILOPOR)					
G	1 SUBESTAÇÕES "SHORESIDE" 1 MVA SHORESIDE SUBSTATIONS 1 MVA	cj	1.00	849 383.03 €	849 383.03 €	
G	2.1 Quadro Metálico Blindado de MT (QMMT) recetor <i>Upstream MV Switchgear</i>	un	0.50	67 500.00 €	33 750.00 €	
G	2.2 Transformador Redutor <i>Step-down transformer</i>	un	1.00	35 800.00 €	35 800.00 €	
G	2.3 Conversor de Frequência 50/60 ou 50/50 Hz <i>Frequency converter 50/60 or 50/50 HZ</i>	un	1.00	88 000.00 €	88 000.00 €	
G	2.4 Transformador Elevador <i>Step-up transformer</i>	un	1.00	35 800.00 €	35 800.00 €	
G	2.7 Quadro de BT "shoreside" <i>Output LV Switchboard</i>	un	1.00	46 800.00 €	46 800.00 €	
G	2.8 Sistema de proteção e controlo <i>Control & Protection System</i>	un	1.00	35 700.00 €	35 700.00 €	
G	2.9 Cabos MT 3x(1x240/16) de ligação entre subestação e caixas de conexão "shore-to-ship" <i>MV Cables 3x(1x240/16) for connection from the substation and iunction boxes at berth</i>	km	0.27	6 400.84 €	1 728.23 €	
G	2,10 Cabos BT XZ1 3x185+1x95 mm2 de ligação entre subestação e caixas de conexão "shore-to-ship" <i>LV Cables XZ1 3x185+1x95 mm2 for connection from the substation and iunction boxes at berth</i>	km	0.40	94 387.00 €	37 754.80 €	
G	2.11 Outros <i>Automation Studies, programming, factory functional test, FAT and SAT with costumer</i>	vg	0.30	113 500.00 €	34 050.00 €	
G	2.12 Cable Management System BT	vg	1.00	500 000.00 €	500 000.00 €	
SUB-TOTAL -G					849 383.03 €	
SUB-TOTAL - G C/ MARGEM DE 20%					1 019 259.63 €	
H	SUBESTAÇÃO E LIGAÇÃO SHORESIDE - TERMINAL MULTIUSOS DO POÇO DO BISTO (TMPB)					
H	1 SUBESTAÇÕES "SHORESIDE" 1 MVA SHORESIDE SUBSTATIONS 1 MVA	cj	2.00	832 617.90 €	1 665 235.81 €	
H	2.1 Quadro Metálico Blindado de MT (QMMT) recetor <i>Upstream MV Switchgear</i>	un	0.50	67 500.00 €	33 750.00 €	
H	2.2 Transformador Redutor <i>Step-down transformer</i>	un	1.00	35 800.00 €	35 800.00 €	
H	2.3 Conversor de Frequência 50/60 ou 50/50 Hz <i>Frequency converter 50/60 or 50/50 HZ</i>	un	1.00	88 000.00 €	88 000.00 €	
H	2.4 Transformador Elevador ou de isolamento <i>Isolator or Step-up transformer</i>	un	1.00	35 800.00 €	35 800.00 €	
H	2.5 Quadro de BT "shoreside" <i>Output LV Switchboard</i>	un	1.00	46 800.00 €	46 800.00 €	
H	2.6 Sistema de proteção e controlo <i>Control & Protection System</i>	un	1.00	35 700.00 €	35 700.00 €	
H	2.9 Cabos MT 3x(1x240/16) de ligação entre subestação e caixas de conexão "shore-to-ship" <i>MV Cables 3x(1x240/16) for connection from the substation and iunction boxes at berth</i>	km	0.60	6 400.84 €	3 840.50 €	

SOLUÇÕES DE ABASTECIMENTO DE ENERGIA - SHORE-TO-SHIP
 PORTO DE LISBOA - PORTUGAL
 FASE 2 - ESTUDO PRELIMINAR DE VIABILIDADE TÉCNICO-ECONÓMICA

ESTIMATIVA DE CUSTOS / COST ESTIMATION
 CENÁRIO 3 / CENARIO 3

Artigo	Designação	Unid.	Quant.	Preço Unitário (EUR)	Preço Total (EUR)	Preço Total (p.u.)
H	2.10	Cabos BT XZ1 3x185+1x95 mm2 de ligação entre subestação e caixas de conexão "shore-to-ship" <i>LV Cables XZ1 3x185+1x95 mm2 for connection from the substation and junction boxes at berth</i>	km	0.20	94 387.00 €	18 877.40 €
H	2.8	Outros <i>Automation Studies, programming, factory functional test, FAT and SAT with costumer</i>	vg	0.30	113 500.00 €	34 050.00 €
H	2.12	Cable Management System BT	vg	1.00	500 000.00 €	500 000.00 €
SUB-TOTAL - H					1 665 235.81 €	
SUB-TOTAL - H C/ MARGEM DE 20%					1 998 282.97 €	
TOTAL					26 913 770.62 €	

SOLUÇÕES DE ABASTECIMENTO DE ENERGIA - SHORE-TO-SHIP
 PORTO DE LISBOA - PORTUGAL
 FASE 2 - ESTUDO PRELIMINAR DE VIABILIDADE TÉCNICO-ECONÓMICA

ESTIMATIVA DE CUSTOS / COST ESTIMATION
 CENÁRIO IDEAL / IDEAL CENARIO

Artigo	Designação	Unid.	Quant.	Preço Unitário (EUR)	Preço Total (EUR)	Preço Total (p.u.)
A	LIGAÇÃO À RESP (REDE ELÉTRICA DE SERVIÇO PÚBLICO)	cj	1.00	3 253 053.00 €	3 253 053.00 €	
A	1 Paineis 60 kV - PS Alto S. João (EDP) <i>Panel 60 kV - PS Alto S. João (EDP)</i>	vg	1.00	500 000.00 €	500 000.00 €	
A	2 Custos associados à ligação à rede AT <i>Cost associated with the HV grid connection</i>	vg	1.00	353 053.00 €	353 053.00 €	
A	3 Linha Subterrânea 60 kV entre o PS EDP e a Subestação Principal 60/10 kV <i>Underground cable line 60 kV between the PS EDP and the Main Substation 60/10 kV</i>	vg	1.00	1 000 000.00 €	1 000 000.00 €	
A	4 Subestação Principal 60/10 kV (Cliente) <i>Main Substation 60/10 kV (Client)</i>	vg	1.00	1 400 000.00 €	1 400 000.00 €	
SUB-TOTAL - A					3 253 053.00 €	
SUB-TOTAL - A C/ MARGEM DE 20%					3 903 663.60 €	
B	REDE INTERNA DE MÉDIA TENSÃO DE 10 KV E POSTOS DE SECCIONAMENTO					
B	1 LINHAS SUBTERRÂNEAS 10 KV ENTRE A SUBESTAÇÃO PRINCIPAL 60/10 KV E OS POSTOS DE SECCIONAMENTO <i>Underground cable lines 6,6/10/11 kV between the Main Substation 60/10 kV, the "Shoreside" substations and the Processina Substations</i>	cj	1.00	182 133.45 €	182 133.45 €	
SUB-TOTAL - B1 C/ MARGEM DE 20%					218 560.14 €	
B	1.1 Cabos MT 3x(1x300/16) de ligação em anel entre a Subestação Principal e os Postos de Seccionamento	km	18.66	7 230.10 €	134 913.67 €	
B	2 POSTOS DE SECCIONAMENTO	cj	1.00	100 000.00 €	100 000.00 €	
SUB-TOTAL - B2 C/ MARGEM DE 40%					140 000.00 €	
B	2.1 Posto de Seccionamento 10 kV, incluindo mão de obra e obra civil	un	2.00	50 000.00 €	100 000.00 €	
SUB-TOTAL - B					358 560.14 €	
C	SUBESTAÇÃO PRINCIPAL E LIGAÇÃO SHORESIDE - TERMINAL DE CRUZEIROS DE LISBOA (LCP)					
C	1 SISTEMA "SHORESIDE" 16MVA <i>SHORESIDE SYSTEM 16MVA</i>	cj	2.00	3 226 775.98 €	6 453 551.95 €	
SUB-TOTAL - C1 C/ MARGEM DE 20%					7 744 262.34 €	
C	1.2 Transformador Redutor <i>Step-down transformer</i>	un	1.00	169 750.00 €	169 750.00 €	
C	1.3 Conversor de Frequência 50/60 ou 50/50 Hz <i>Frequency converter 50/60 or 50/50 HZ</i>	un	1.00	790 000.00 €	790 000.00 €	
C	1.4 Transformador Elevador <i>Step-up transformer</i>	un	1.00	172 200.00 €	172 200.00 €	
C	1.5 Quadro Metálico Blindado de MT (QMMT) "shoreside" <i>Downstream MV Switchgear</i>	un	1.00	177 300.00 €	177 300.00 €	
C	1.7 Quadro de BT "shoreside" <i>Output LV Switchboard</i>	un	1.00	46 800.00 €	46 800.00 €	
C	1.8 Sistema de proteção e controlo <i>Control & Protection System</i>	un	1.00	35 700.00 €	35 700.00 €	
C	1.9 Cabos MT LXHIOZ1 4x[3x(1x300/16)] de ligação entre subestação e caixas de conexão "shore-to-ship" <i>MV Cables LXHIOZ1 4x[3x(1x300/16)] for connection from the substation and junction boxes at berth</i>	km	11.76	7 230.10 €	85 025.98 €	

SOLUÇÕES DE ABASTECIMENTO DE ENERGIA - SHORE-TO-SHIP
 PORTO DE LISBOA - PORTUGAL
 FASE 2 - ESTUDO PRELIMINAR DE VIABILIDADE TÉCNICO-ECONÓMICA

ESTIMATIVA DE CUSTOS / COST ESTIMATION
 CENÁRIO IDEAL / IDEAL CENARIO

Artigo	Designação	Unid.	Quant.	Preço Unitário (EUR)	Preço Total (EUR)	Preço Total (p.u.)
C	1,10	Outros Automation studies, programming, factory functional test, FAT and SAT with costumer	vg	1.00	250 000.00 €	250 000.00 €
C	1.11	Cable Management System MT (3 junction boxes)	vg	1.00	1 500 000.00 €	1 500 000.00 €
SUB-TOTAL - C					7 744 262.34 €	
D SUBESTAÇÃO E LIGAÇÃO SHORESIDE - TERMINAL MULTIPURPOSE DE LISBOA (TML)						
D	1	SUBESTAÇÕES "SHORESIDE" 1 MVA SHORESIDE SUBSTATIONS 1 MVA	cj	2.00	831 081.70 €	1 662 163.40 €
D	2.1	Quadro Metálico Blindado de MT (QMMT) recetor <i>Upstream MV Switchgear</i>	un	0.50	67 500.00 €	33 750.00 €
D	2.2	Transformador Redutor <i>Step-down transformer</i>	un	1.00	35 800.00 €	35 800.00 €
D	2.3	Conversor de Frequência 50/60 ou 50/50 Hz <i>Frequency converter 50/60 or 50/50 HZ</i>	un	1.00	88 000.00 €	88 000.00 €
D	2.4	Transformador Elevador <i>Step-up transformer</i>	un	1.00	35 800.00 €	35 800.00 €
D	2.7	Quadro de BT "shoreside" <i>Output LV Switchboard</i>	un	1.00	46 800.00 €	46 800.00 €
D	2.8	Sistema de proteção e controlo <i>Control & Protection System</i>	un	1.00	35 700.00 €	35 700.00 €
D	2.9	Cabos MT 3x(1x240/16) de ligação entre subestação e caixas de conexão "shore-to-ship" <i>MV Cables 3x(1x240/16) for connection from the substation and iunction boxes at berth</i>	km	0.36	6 400.84 €	2 304.30 €
D	2,10	Cabos BT XZ1 3x185+1x95 mm2 de ligação entre subestação e caixas de conexão "shore-to-ship" <i>LV Cables XZ1 3x185+1x95 mm2 for connection from the substation and iunction boxes at berth</i>	km	0.20	94 387.00 €	18 877.40 €
D	2.11	Outros <i>Automation Studies, programming, factory functional test, FAT and SAT with costumer</i>	vg	0.30	113 500.00 €	34 050.00 €
D	2.12	Cable Managemnet System BT	vg	1.00	500 000.00 €	500 000.00 €
SUB-TOTAL - D					1 662 163.40 €	
SUB-TOTAL - D C/ MARGEM DE 20%					1 994 596.09 €	
E SUBESTAÇÃO E LIGAÇÃO SHORESIDE - TERMINAL DE CONTENTORES DE SANTA APOLÓNIA (SOTAGUS)						
E	1	SUBESTAÇÕES "SHORESIDE" 1MVA SHORESIDE SUBSTATIONS 1 MVA	cj	2.00	832 137.84 €	1 664 275.68 €
E	2.1	Quadro Metálico Blindado de MT (QMMT) recetor <i>Upstream MV Switchgear</i>	un	0.50	67 500.00 €	33 750.00 €
E	2.2	Transformador Redutor <i>Step-down transformer</i>	un	1.00	35 800.00 €	35 800.00 €
E	2.3	Conversor de Frequência 50/60 ou 50/50 Hz <i>Frequency converter 50/60 or 50/50 HZ</i>	un	1.00	88 000.00 €	88 000.00 €
E	2.4	Transformador Elevador <i>Step-up transformer</i>	un	1.00	35 800.00 €	35 800.00 €
E	2.7	Quadro de BT "shoreside" <i>Output LV Switchboard</i>	un	1.00	46 800.00 €	46 800.00 €

SOLUÇÕES DE ABASTECIMENTO DE ENERGIA - SHORE-TO-SHIP
 PORTO DE LISBOA - PORTUGAL
 FASE 2 - ESTUDO PRELIMINAR DE VIABILIDADE TÉCNICO-ECONÓMICA

ESTIMATIVA DE CUSTOS / COST ESTIMATION
 CENÁRIO IDEAL / IDEAL CENARIO

Artigo	Designação	Unid.	Quant.	Preço Unitário (EUR)	Preço Total (EUR)	Preço Total (p.u.)
E	2.8	Sistema de proteção e controlo <i>Control & Protection System</i>	un	1.00	35 700.00 €	35 700.00 €
E	2.9	Cabos MT 3x(1x240/16) de ligação entre subestação e caixas de conexão "shore-to-ship" <i>MV Cables 3x(1x240/16) for connection from the substation and iunction boxes at berth</i>	km	0.53	6 400.84 €	3 360.44 €
E	2,10	Cabos BT XZ1 3x185+1x95 mm2 de ligação entre subestação e caixas de conexão "shore-to-ship" <i>LV Cables XZ1 3x185+1x95 mm2 for connection from the substation and iunction boxes at berth</i>	km	0.20	94 387.00 €	18 877.40 €
E	2.11	Outros <i>Automation Studies, programming, factory functional test, FAT and SAT with costumer</i>	vg	0.30	113 500.00 €	34 050.00 €
E	2.12	Cable Management System BT	vg	1.00	500 000.00 €	500 000.00 €
SUB-TOTAL - E					1 664 275.68 €	
SUB-TOTAL - E C/ MARGEM DE 20%					1 997 130.82 €	
F	SUBESTAÇÃO E LIGAÇÃO SHORESIDE - TERMINAL DE MULTIUSOS DE BEATO (TMB)					
F	1	SUBESTAÇÕES "SHORESIDE" 1 MVA <i>SHORESIDE SUBSTATIONS 1 MVA</i>	cj	1.00	832 713.92 €	832 713.92 €
F	2.1	Quadro Metálico Blindado de MT (QMMT) recetor <i>Upstream MV Switchgear</i>	un	0.50	67 500.00 €	33 750.00 €
F	2.2	Transformador Redutor <i>Step-down transformer</i>	un	1.00	35 800.00 €	35 800.00 €
F	2.3	Conversor de Frequência 50/60 ou 50/50 Hz <i>Frequency converter 50/60 or 50/50 HZ</i>	un	1.00	88 000.00 €	88 000.00 €
F	2.4	Transformador Elevador <i>Step-up transformer</i>	un	1.00	35 800.00 €	35 800.00 €
F	2.7	Quadro de BT "shoreside" <i>Output LV Switchboard</i>	un	1.00	46 800.00 €	46 800.00 €
F	2.8	Sistema de proteção e controlo <i>Control & Protection System</i>	un	1.00	35 700.00 €	35 700.00 €
F	2.9	Cabos MT 3x(1x240/16) de ligação entre subestação e caixas de conexão "shore-to-ship" <i>MV Cables 3x(1x240/16) for connection from the substation and iunction boxes at berth</i>	km	0.62	6 400.84 €	3 936.52 €
F	2,10	Cabos BT XZ1 3x185+1x95 mm2 de ligação entre subestação e caixas de conexão "shore-to-ship" <i>LV Cables XZ1 3x185+1x95 mm2 for connection from the substation and iunction boxes at berth</i>	km	0.20	94 387.00 €	18 877.40 €
F	2.11	Outros <i>Automation Studies, programming, factory functional test, FAT and SAT with costumer</i>	vg	0.30	113 500.00 €	34 050.00 €
F	2.12	Cable Management System BT	vg	1.00	500 000.00 €	500 000.00 €
SUB-TOTAL - F					832 713.92 €	
SUB-TOTAL - F C/ MARGEM DE 20%					999 256.70 €	

SOLUÇÕES DE ABASTECIMENTO DE ENERGIA - SHORE-TO-SHIP
 PORTO DE LISBOA - PORTUGAL
 FASE 2 - ESTUDO PRELIMINAR DE VIABILIDADE TÉCNICO-ECONÓMICA

ESTIMATIVA DE CUSTOS / COST ESTIMATION
 CENÁRIO IDEAL / IDEAL CENARIO

Artigo	Designação	Unid.	Quant.	Preço Unitário (EUR)	Preço Total (EUR)	Preço Total (p.u.)
G	SUBESTAÇÃO E LIGAÇÃO SHORESIDE - TERMINAL DE GRANÉIS SÓLIDOS (SILOPOR)					
G	1 SUBESTAÇÕES "SHORESIDE" 1 MVA SHORESIDE SUBSTATIONS 1 MVA	cj	1.00	850 439.17 €	850 439.17 €	
G	2.1 Quadro Metálico Blindado de MT (QMMT) recetor <i>Upstream MV Switchgear</i>	un	0.50	67 500.00 €	33 750.00 €	
G	2.2 Transformador Redutor <i>Step-down transformer</i>	un	1.00	35 800.00 €	35 800.00 €	
G	2.3 Conversor de Frequência 50/60 ou 50/50 Hz <i>Frequency converter 50/60 or 50/50 HZ</i>	un	1.00	88 000.00 €	88 000.00 €	
G	2.4 Transformador Elevador <i>Step-up transformer</i>	un	1.00	35 800.00 €	35 800.00 €	
G	2.7 Quadro de BT "shoreside" <i>Output LV Switchboard</i>	un	1.00	46 800.00 €	46 800.00 €	
G	2.8 Sistema de proteção e controlo <i>Control & Protection System</i>	un	1.00	35 700.00 €	35 700.00 €	
G	2.9 Cabos MT 3x(1x240/16) de ligação entre subestação e caixas de conexão "shore-to-ship" <i>MV Cables 3x(1x240/16) for connection from the substation and iunction boxes at berth</i>	km	0.44	6 400.84 €	2 784.37 €	
G	2,10 Cabos BT XZ1 3x185+1x95 mm2 de ligação entre subestação e caixas de conexão "shore-to-ship" <i>LV Cables XZ1 3x185+1x95 mm2 for connection from the substation and iunction boxes at berth</i>	km	0.40	94 387.00 €	37 754.80 €	
G	2.11 Outros <i>Automation Studies, programming, factory functional test, FAT and SAT with costumer</i>	vg	0.30	113 500.00 €	34 050.00 €	
G	2.12 Cable Management System BT	vg	1.00	500 000.00 €	500 000.00 €	
SUB-TOTAL -G					850 439.17 €	
SUB-TOTAL - G C/ MARGEM DE 20%					1 020 527.00 €	
H	SUBESTAÇÃO E LIGAÇÃO SHORESIDE - TERMINAL MULTIUSOS DO POÇO DO BISTO (TMPB)					
H	1 SUBESTAÇÕES "SHORESIDE" 1 MVA SHORESIDE SUBSTATIONS 1 MVA	cj	1.00	856 295.93 €	856 295.93 €	
H	2.1 Quadro Metálico Blindado de MT (QMMT) recetor <i>Upstream MV Switchgear</i>	un	0.50	67 500.00 €	33 750.00 €	
H	2.2 Transformador Redutor <i>Step-down transformer</i>	un	1.00	35 800.00 €	35 800.00 €	
H	2.3 Conversor de Frequência 50/60 ou 50/50 Hz <i>Frequency converter 50/60 or 50/50 HZ</i>	un	1.00	88 000.00 €	88 000.00 €	
H	2.4 Transformador Elevador ou de isolamento <i>Isolator or Step-up transformer</i>	un	1.00	35 800.00 €	35 800.00 €	
H	2.5 Quadro de BT "shoreside" <i>Output LV Switchboard</i>	un	1.00	46 800.00 €	46 800.00 €	
H	2.6 Sistema de proteção e controlo <i>Control & Protection System</i>	un	1.00	35 700.00 €	35 700.00 €	
H	2.9 Cabos MT 3x(1x240/16) de ligação entre subestação e caixas de conexão "shore-to-ship" <i>MV Cables 3x(1x240/16) for connection from the substation and iunction boxes at berth</i>	km	1.35	6 400.84 €	8 641.13 €	

SOLUÇÕES DE ABASTECIMENTO DE ENERGIA - SHORE-TO-SHIP
 PORTO DE LISBOA - PORTUGAL
 FASE 2 - ESTUDO PRELIMINAR DE VIABILIDADE TÉCNICO-ECONÓMICA

ESTIMATIVA DE CUSTOS / COST ESTIMATION
 CENÁRIO IDEAL / IDEAL CENARIO

Artigo	Designação	Unid.	Quant.	Preço Unitário (EUR)	Preço Total (EUR)	Preço Total (p.u.)
H	2.10	Cabos BT XZ1 3x185+1x95 mm2 de ligação entre subestação e caixas de conexão "shore-to-ship" <i>LV Cables XZ1 3x185+1x95 mm2 for connection from the substation and junction boxes at berth</i>	km	0.40	94 387.00 €	37 754.80 €
H	2.8	Outros <i>Automation Studies, programming, factory functional test, FAT and SAT with costumer</i>	vg	0.30	113 500.00 €	34 050.00 €
H	2.12	Cable Management System BT	vg	1.00	500 000.00 €	500 000.00 €
SUB-TOTAL - H					856 295.93 €	
SUB-TOTAL - H C/ MARGEM DE 20%					1 027 555.12 €	
TOTAL					19 045 551.80 €	