



## 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 Santos  
EXE-QUADRANTE  
[aesantos@qd-eng.com](mailto:aesantos@qd-eng.com)

### Resumo

Onshore Power Supply (OPS), Shore-to-Ship (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 presente artigo será apresentado 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.

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

### 1. Introdução

Considerando as metas de redução de pegada carbónica impostas pela União Europeia 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 CO<sub>2</sub> nos seus portos.

A presente comunicação tem por isso como objetivo apresentar as soluções técnicas estudadas para a implementação de uma solução de *Onshore Power Supply* (OPS) no Porto de Lisboa e que 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.

Inclui-se ainda a apresentação de um estudo de projeto base para a implementação de uma solução *Onshore Power Supply* (OPS), no terminal de cruzeiros do porto de Lisboa (LCP) e nos cinco terminais de mercadorias da zona oriental do Porto de Lisboa.

### 2. Estado de Arte

Este capítulo fornece uma caracterização, resumida e útil, de portos equipados com sistemas *Onshore Power Supply* (OPS). De facto, é possível observar uma grande diversidade no tipo de potência disponível em cada porto, características elétricas do sistema OPS e do tipo de navios servidos.

A particular importância dos dados apresentados, provenientes de estudos anteriores e dos próprios portos com histórico de operação com OPS, prende-se com a possibilidade de



comparação, caracterização e validação dos dados primários que se vierem a obter para este trabalho.

Na Figura 1 encontra-se uma distribuição generalista a nível global, dos portos com sistemas OPS e com planos em curso para a sua implementação.



Figura 1 – Overview da distribuição de portos com sistemas Onshore Power Supply [1]

Na Figura 2, encontra-se uma distribuição generalista a nível global dos portos com planos em curso para implementação de sistemas OPS.



Figura 2 – Distribuição de portos com planos já iniciados para integrar sistemas Onshore Power Supply [1]

## 2.1. Sistemas Onshore Power Supply (OPS)

De forma geral, um sistema *Onshore Power Supply* (OPS) visa suprir as necessidades de energia elétrica de um navio de mercadorias ou de passageiros, 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.

A implementação de sistemas OPS, por tradição, encontra-se suportada por normas internacionais, nomeadamente a IEC/ISSO/IEEE 80005:2019 nas suas partes 1 e 3 relativas a, respetivamente:

- *High Voltage Shore Connection* (HVSC):
  - Tensão no ponto de conexão do OPS do lado do terminal em Média Tensão ( $1000 V_{rms} < MT \leq 45\,000 V_{rms}$  segundo a IEC 61643);
  - Valores padrão: 6,6 kV e 11 kV.
- *Low Voltage Shore Connection* (LVSC):
  - Tensão no ponto de conexão do OPS do lado do terminal em Baixa Tensão ( $\leq 1000 V_{rms}$  segundo a IEC 61643);
  - Valores padrão: 400 V, 440 V e 690 V.

A principal diferença entre as duas partes prende-se, essencialmente, com a adaptação de alguns equipamentos para transportar uma determinada potência da rede elétrica e adaptar os parâmetros em termos de tensão e frequência aos valores nominais de entrada do sistema a bordo do navio.

De um modo geral, os possíveis constituintes de um sistema OPS são apenas os que se encontram nos limites do Porto, como se pode ver na Figura 3.

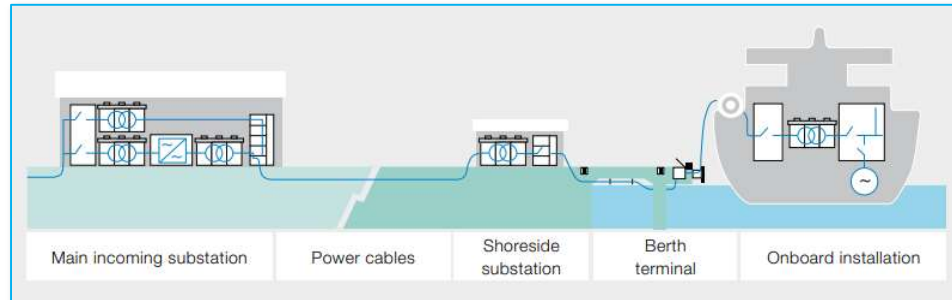


Figura 3 – Visão geral de uma instalação Onshore Power Supply [2]

Contudo, numa análise mais alargada, facilmente se observa, na Figura 4, a interdependência desde a rede elétrica.

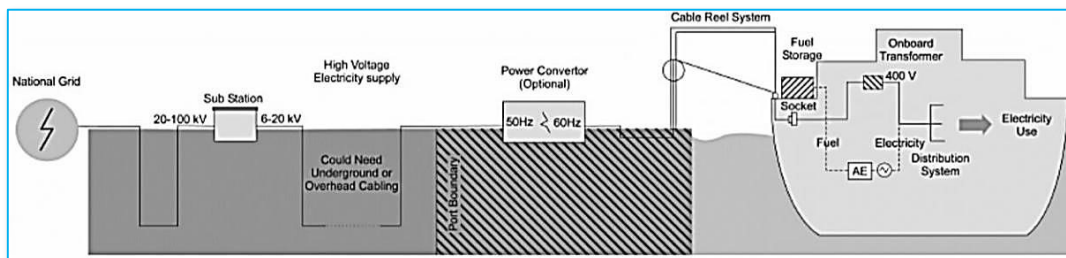


Figura 4 – Visão alargada de um sistema Onshore Power Supply [3]

## 2.2. Cable Management System (CMS)

Dependendo das condições existentes em cada porto, a adaptação de um terminal para receber um sistema OPS exige a implementação de diferentes soluções de CMS (*Cable Management System*) disponibilizadas pelos fabricantes, como os exemplos indicados na Figura 5.



Figura 5 - Sistemas diversos de Cable Management System. Da esquerda para a direita: Cavotec AMP Vault, Cavotec AMP Mobile, Cavotec AMP Reel, Siemens Siharbor Caddy [32] [33]

A escolha entre a adoção de um HVSC ou LVSC depende de um conjunto de fatores, nomeadamente das características elétricas do navio e do terminal e das características construtivas do navio e do terminal.

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 OPS (atuais ou futuros) de modo que haja uma rentabilização dos investimentos de todas as partes.

## 3. Estudo de Caso - Terminais da Zona Oriental do Porto de Lisboa

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.

Os terminais de interesse e compreendidos por este estudo, resultam primariamente do plano estratégico de desenvolvimento do porto e apresentam-se na Figura 6, 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 6 – 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 Rede Elétrica de Serviço Público (RESP).

### 3.1. Levantamento de Necessidades e Previsões de Consumo

Como dado de partida para a definição dos cenários de possível instalação de sistemas OPS no Porto de Lisboa, é primordial que seja realizada uma criteriosa análise e tratamento das Bases de Dados (BD) da APL.

Na Figura 7 encontra-se resumida a informação obtida pela análise das BD disponibilizadas pela APL, sobre o histórico do Terminal de Cruzeiros de Lisboa (LCP), enquanto que na Figura 8 se encontra resumida a informação relativa aos terminais de mercadorias em estudo.

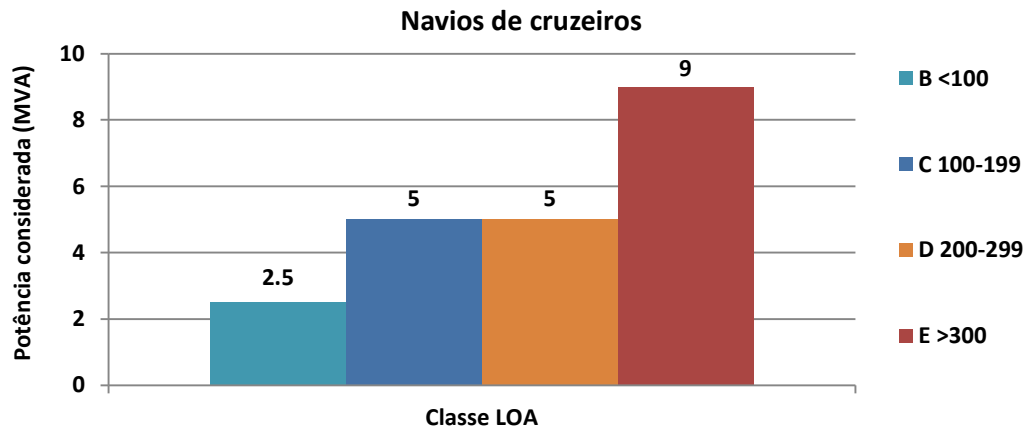


Figura 7 – Potência considerada por classe LOA de navios de cruzeiros

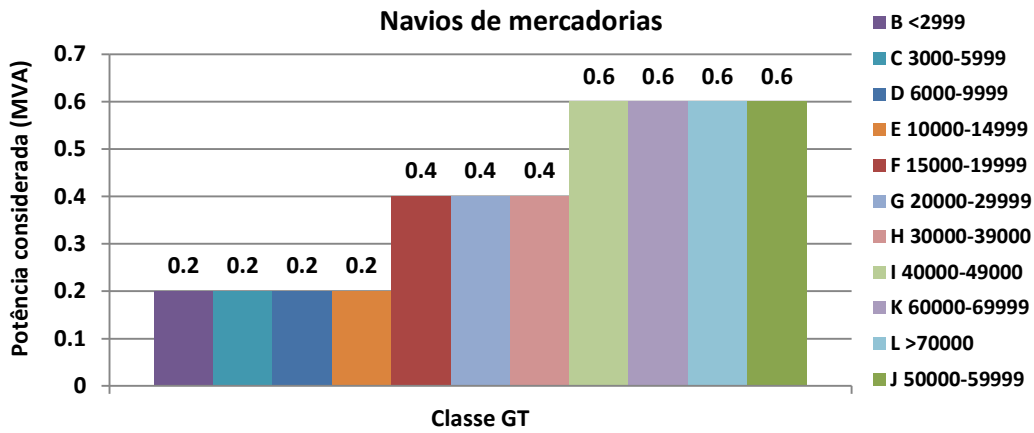


Figura 8 – Potência considerada por classe GT de navios de mercadorias

#### 3.1.1. Terminal de Cruzeiros de Lisboa – LCP

Como exemplo, neste capítulo será resumida a análise efetuada à BD da APL relativa ao período de 2015 a 2019, no Terminal de Cruzeiros de Lisboa, nas Figuras 9 a 11.



Figura 9 – Taxa de ocupação do LCP tendo em conta o número de postos de acostagem

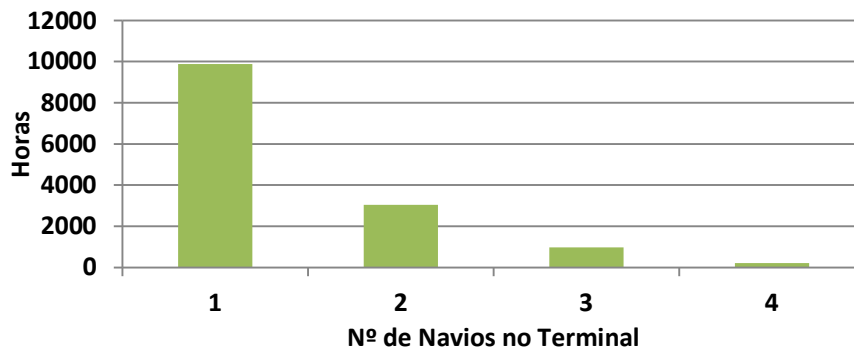


Figura 10 – Número de navios atracados em simultâneo no LCP por tempo de estadia

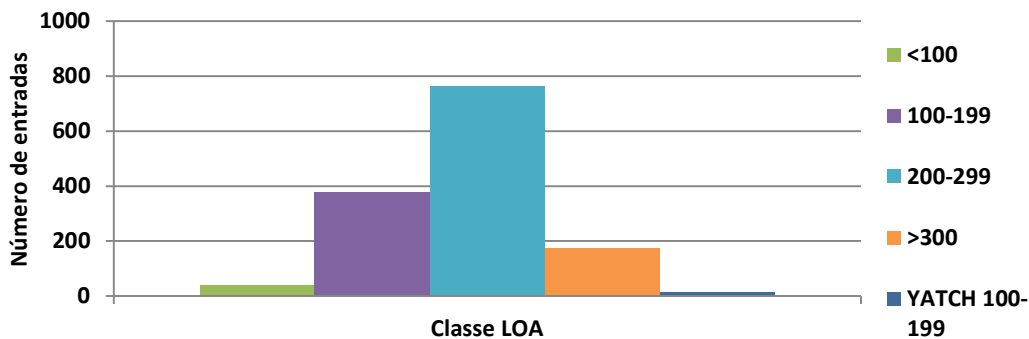


Figura 11 – Número de entradas de navios de cruzeiro por classe LOA

### 3.1.2. Visão Global de Consumo por Terminal

Na Figura 12 encontra-se representado o consumo total dos terminais para os quatro cenários de potência definidos:

- **Cenário 1:**

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, sendo por isso a solução de menor potência instalada.

- **Cenário 2:**

Tem como objetivo analisar um ponto intermédio de capacidade instalada e verificar se, com base na frequência de visitas e tipologia de navios, se obtêm melhores índices de rentabilidade.

- **Cenário 3:**

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, se obtêm melhores índices de rentabilidade, sendo por isso a solução de maior potência instalada.

- **Cenário ideal:**

Cenário definido com base no maior consumo de energia previsto para cada terminal versus o número de equipamentos OPS instalados.

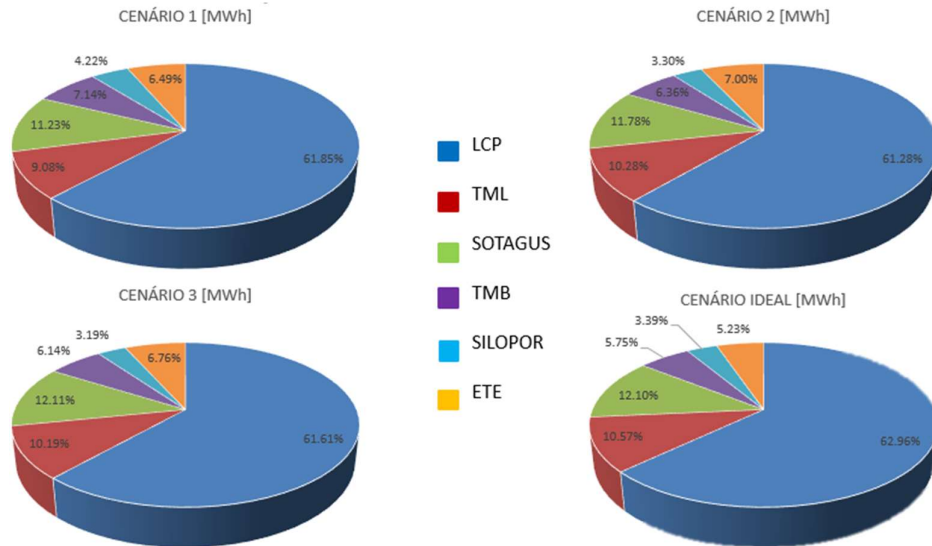


Figura 12 – Consumo total dos terminais para cada cenário pré-definido

### 3.2. Determinação da Potência Instalada

Nesta fase pretendeu-se determinar as necessidades máximas, nomeadamente, o número de pontos de carregamento *Onshore Power Supply* (OPS) e a 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).

Assim, em função da quantidade e dispersão dos terminais e dos requisitos preliminares de potência atrás indicados, na Figura 13 é apresentada, de forma preliminar, a configuração prevista para a rede elétrica a constituir na zona oriental do Porto de Lisboa.

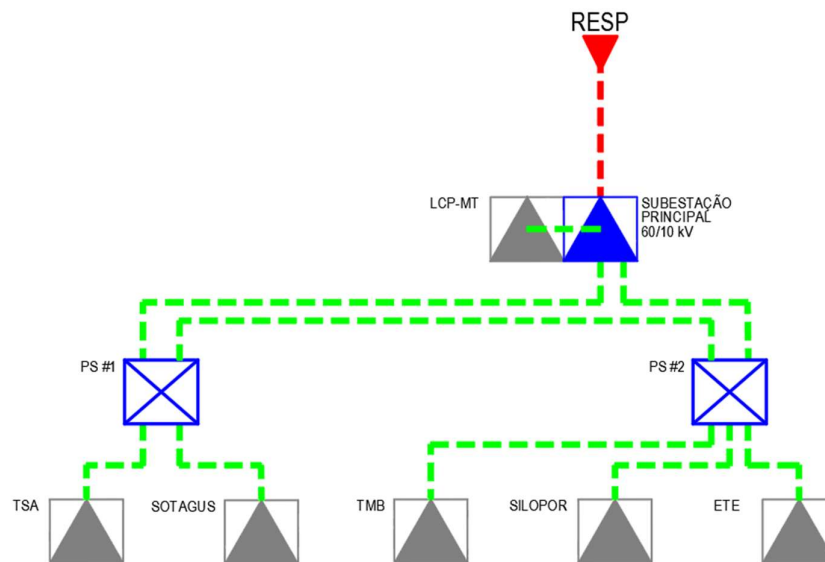


Figura 13 – Diagrama unifilar simplificado da infraestrutura elétrica a construir



Os valores e resultados dos cálculos realizados encontram-se apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - 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) |
|---|----------------|------------------------------------|---------------------------|
| <b>Terminal de Cruzeiros de Lisboa (LCP):</b>       | 43             | 1                                  | 43                        |
| Subestação "Shoreside" MT #1                        | 16             | -                                  | 16                        |
| Subestação "Shoreside" MT #2                        | 16             | -                                  | 16                        |
| Subestação "Shoreside" MT #3                        | 11             | -                                  | 11                        |
| <b>Posto de Seccionamento #1 (TSA+SOTAGUS):</b>     | 3,6            | 1                                  | 3,6                       |
| Subestação "Shoreside" TSA #1                       | 1              | -                                  | 1                         |
| Subestação "Shoreside" TSA #2                       | 0,4            | -                                  | 0,4                       |
| Subestação "Shoreside" TSA #2                       | 0,4            | -                                  | 0,4                       |
| Subestação "Shoreside" SOTAGUS #1                   | 1              | -                                  | 1                         |
| Subestação "Shoreside" SOTAGUS #2                   | 0,4            | -                                  | 0,4                       |
| Subestação "Shoreside" SOTAGUS #3                   | 0,4            | -                                  | 0,4                       |
| <b>Posto de Seccionamento #2 (TMB+SILOPOR+ETE):</b> | 3,2            | 1                                  | 3,2                       |
| Subestação "Shoreside" TMB #1                       | 1              | -                                  | 1                         |
| Subestação "Shoreside" TMB #2                       | 0,4            | -                                  | 0,4                       |
| Subestação "Shoreside" SILOPOR                      | 0,4            | -                                  | 0,4                       |
| Subestação "Shoreside" ETE #1                       | 1              | -                                  | 1                         |
| Subestação "Shoreside" ETE #2                       | 0,4            | -                                  | 0,4                       |
| <b>Subestação Principal 60/10 kV:</b>               | <b>49,8</b>    |                                    | <b>46,4</b>               |
| LCP – Subestação "Shoreside" MT                     | 43             | 1                                  | 43                        |
| Anel PS #1 + PS #2                                  | 6,8            | 0,5                                | 3,4                       |

### 3.3. Solução de Ligação à Rede Elétrica de Serviço Público (RESP)

Foram também analisadas as linhas AT mais próximas ao Porto de Lisboa e nenhuma delas tem capacidade de trânsito de potência para os 50 MVA requisitados. Assim, a escolha recaiu sobre o PS do Alto de São João, pertencente à Rede Nacional de Distribuição (RND).

Tendo em conta o carácter urbano da zona afetada pela linha elétrica, foram analisados os traçados de linhas subterrâneas existentes de modo a tentar aproveitar os mesmos para a nova linha a construir. Deste modo, e de acordo com [4], 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 14. Assim, 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 14 – Traçado da linha 60 kV entre o PS Alto de S. João e a SE Marvila [4]

### 3.4. 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 Onshore Power Supply dos terminais em estudo.

Conforme referido na secção 3.3 e indicado na Figura 15, 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.

#### 3.4.1. Linha Elétrica AT – 60 kV

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 60/10 kV 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 15.



Figura 15 – Traçado previsto para a linha subterrânea de 60 kV

#### 3.4.2. Subestação Principal 60/10 kV – 50 MVA e Subestações Shoreside MT – LCP

Dando seguimento ao realizado nos pontos anteriores, pretende-se nesta fase caracterizar a Subestação Elétrica (SE) de 60/10 kV e 50 MVA a construir no Porto de Lisboa, que terá por principal objetivo alimentar todas as infraestruturas *Onshore Power Supply* (OPS) a construir no terminal de cruzeiros (LCP) e nos cinco (5) terminais de mercadorias do Porto de Lisboa.

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 construída dentro de um edifício de dois pisos e constituída pelos seguintes equipamentos:

- Posto blindado GIS 60 kV;
- Transformador de potência 60/10 kV 40/50 MVA;
- Quadros metálicos blindados de 10 kV (QMMT);
- Descarregadores de sobretensões (AT e MT);
- Serviços auxiliares de corrente alternada e contínua;
- Subestações *shoreside* MT (transformadores, redutores, conversores de frequência e transformadores elevadores);
- Sistemas de Proteção, Comando e Controlo.

Todos os equipamentos elétricos de AT, MT e BT, serão instalados no interior do referido edifício, conforme se pode visualizar na Figura 16. 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.

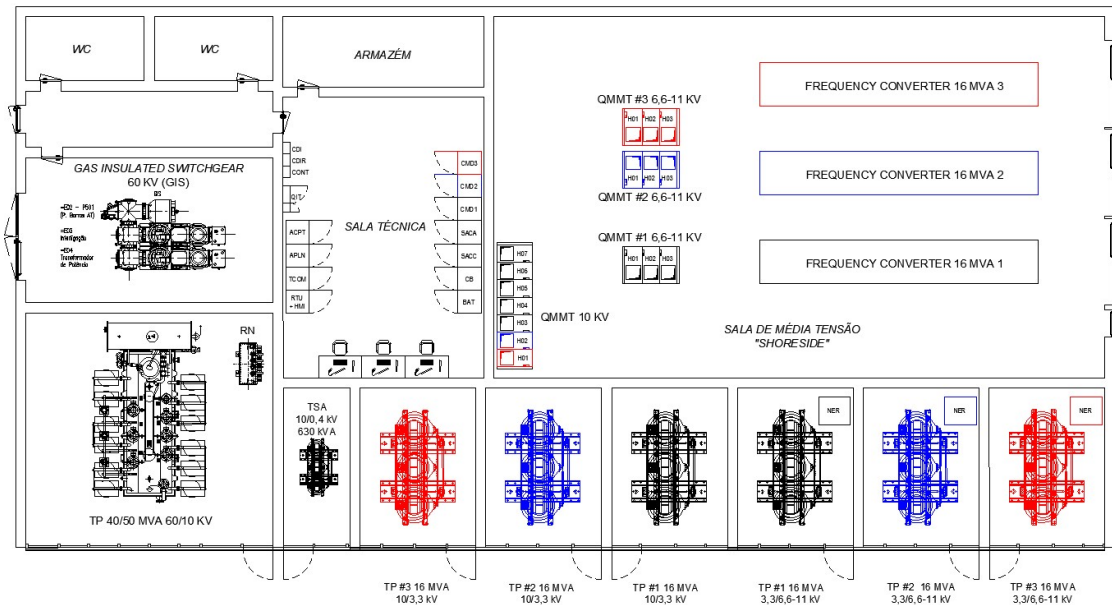


Figura 16 – Disposição em planta dos equipamentos da Subestação Principal

### 3.4.3. Rede Interna e Postos de Seccionamento 10 kV

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 13 e na planta geral da Figura 17.



Figura 17 – Traçado previsto para a rede interna de 10 kV e Postos de Seccionamento

A rede interna será constituída pelos seguintes equipamentos:

- Dois (2) Postos de Seccionamento de 10 kV constituídos por 9 e 8 celas de Média Tensão de 10 (12) kV, 630A e 16kA/3s;
- Cabos LXHIOZ1 (cbe) 1x500/16mm<sup>2</sup> 6/10(12) kV no anel principal;
- Cabos LXHIOZ1 (cbe) 1x240/16mm<sup>2</sup> 6/10(12) kV nas alimentações às subestações shoreside BT;
- Serviços auxiliares de corrente alternada;
- Sistemas de Proteção, Comando e Controlo (SPCC).



#### 3.4.4. Subestações Shoreside BT – Terminais de Mercadorias

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 [5] 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 18 encontra-se uma imagem real de uma subestação shoreside BT.



Figura 18 – Imagem real de subestação shoreside BT – Sistema ShoreBox da Schneider Electric [6]

A localização das subestações *shoreside* BT nos terminais de mercadorias é a que se apresenta na Tabela 2, dependendo do cenário proposto.

Tabela 2 – Quantidade de subestações shoreside BT por terminal para cada cenário considerado

| Terminal   | Cenário 1 | Cenário 2 | Cenário 3 |
|--|-----------|-----------|-----------|
| <b>Terminal Multipurpose de Lisboa (TSA)</b>               | 1         | 2         | 3         |
| <b>Terminal de Contentores de Santa Apolónia (SOTAGUS)</b> | 1         | 2         | 3         |
| <b>Terminal Multiusos do Beato (TMB)</b>                   | 1         | 2         | 2         |
| <b>Terminal de Granéis Alimentares do Beato (SILOPOR)</b>  | 1         | 1         | 1         |
| <b>Terminal Multiusos do Poço do Bispo (ETE)</b>           | 1         | 2         | 2         |

De forma geral, cada subestação *shoreside* BT será constituída pelos seguintes equipamentos:

- Quadro metálico de 10 kV;
- Transformador redutor 10/0,4kV – 1 MVA;
- Conversor de frequência 50/60Hz, 400 V – 1 MVA;
- Quadro Geral de Baixa Tensão (QGBT);
- Sistemas de Proteção, Comando e Controlo (SPCC).

#### 3.4.5. Caixas de Conexão de Cabos e Cable Management System (CMS)

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 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. Por outro lado, os restantes terminais de mercadorias não possuem critérios de construção desfavoráveis, sendo por isso possível a implementação de uma solução de CMS mais convencional.

Assim, no LCP o *Cable Management System* assentará, essencialmente, em veículos autopropulsores elétricos, comandados manualmente por um operador qualificado como o apresentado na Figura 19. Assim, e sendo uma unidade móvel, previamente à ligação OPS, 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 19 – Veículo Shore CONNECT da Stemman-Technik [7]

Devido à importante componente visual 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 20.



Figura 20 – Localização prevista para as caixas de conexão

As caixas de conexão a instalar no Terminal de Cruzeiros serão do tipo *daisy dhain* semelhantes à apresentada na Figura 21.

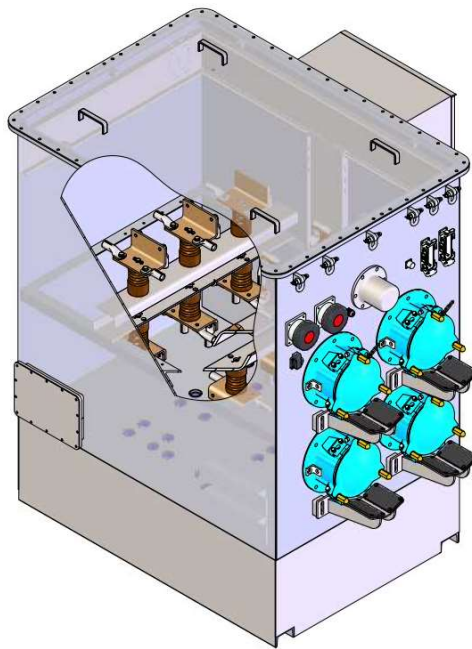


Figura 21 – Caixa de conexão para 6,6/11kV e 16 MVA da Stemman-Technik [8]

Na Figura 22 apresenta-se a localização e quantidade de equipamentos previstos no terminal de cruzeiros. Os círculos representados nesta figura indicam a título de referência a localização prevista para as caixas de conexão entre a 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 22 – Implantação de equipamentos no Terminal de Cruzeiros de Lisboa (LCP)

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.

Por outro lado, 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.

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 23, sendo a mesma referente a um sistema com 3 cabos em paralelo.

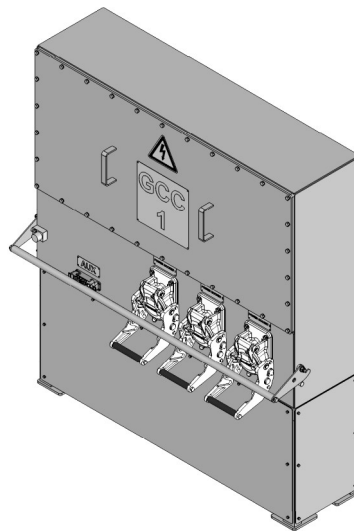


Figura 23 – Caixa de conexão para 0,44/0,69 kV e 1 MVA da Stemman-Technik [9]

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 semelhante ao apresentado na Figura 24 que pode ser transportado para junto do navio através de um empilhador ou porta paletes.

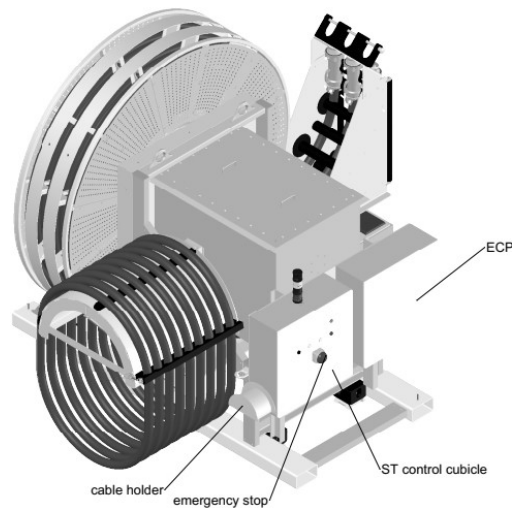


Figura 24 – Sistema de gestão de cabos BT da Stemman-Technik [10]

Assim, na Figura 25 encontra-se a implantação de equipamentos no Terminal Multipurpose de Lisboa (TSA), na Figura 26 o mesmo para o Terminal de Contentores de Santa Apolónia (SOTAGUS), na Figura 27 o Terminal Multiusos do Beato (TMB), na Figura 28 o Terminal de Granéis Alimentares do Beato (SILOPOR) e na Figura 29 o Terminal Multiusos do Poço do Bispo (ETE). O código de cores utilizado tem o mesmo significado do já utilizado no Terminal de Cruzeiros de Lisboa (LCP), e 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.

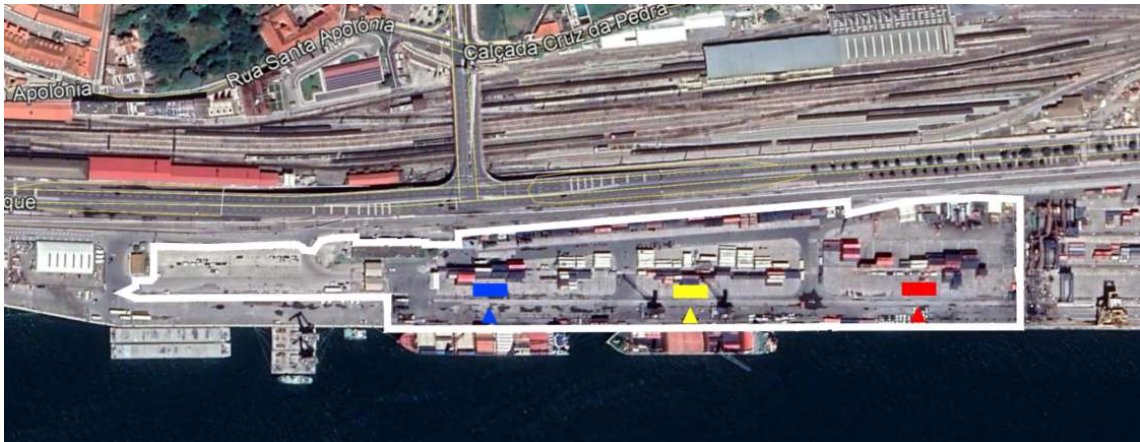


Figura 25 – Implantação de equipamentos no Terminal Multipurpose de Lisboa (TSA)



Figura 26 – Implantação de equipamentos no Terminal de Contentores de Santa Apolónia (SOTAGUS)



Figura 27 – Implantação de equipamentos no Terminal Multiusos do Beato (TMB)



Figura 28 – Implantação de equipamentos no Terminal de Granéis Alimentares do Beato (SILOPOR)



Figura 29 – Implantação de equipamentos no Terminal Multiusos do Poço do Bispo (ETE)



#### 4. Conclusões

O presente estudo foi desenvolvido com o objetivo de ajudar a APL a reduzir as emissões de CO<sub>2</sub> 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 Onshore Power Supply (OPS) nos referidos terminais.

Paralelamente, com base na bibliografia e numa análise preliminar realizada, conclui-se que existe uma necessidade de potenciar a competitividade do preço da energia elétrica de um sistema OPS face ao custo de produção *onboard*, visto ser um fator que influencia muito a viabilidade técnico-económica do projeto, devido à falta de legislação aplicável e medidas que incentivem o uso destas soluções em Portugal.

#### Referências Bibliográficas

- [1] I. A. o. P. a. Harbors, “WPCI IAPH World Ports,” 23 07 2020. [Online]. Available: <https://sustainableworldports.org/>.
- [2] ABB, “Onshore Power Supplypower & Smart Ports,” ABB, 2017.
- [3] J. G. SÁENZ, “Master Thesis - Energy analysis and coOPS estimation of an On-shore Power Supply system in the Port of Gävle,” University of Gävle, 2019.
- [4] E-Redes, “<https://e-redes-rede.wntech.com/>,” [Online].
- [5] IEC/ISO/IEEE, “Utility Connections in Port: Part 3,” 2016.
- [6] Cadena de suministro, “<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].
- [7] STEMMAN, STEMMANN – ShoreCONNECT, Cable management system for Cruise Liner, 2020.
- [8] STEMMAN, ShoreCONNECT-Anschlusskasten, mit 2x IEC80005-1 Kreuzfahrer Steckdosensatz, 2019.
- [9] STEMMAN, Ground Connection Cabinet Shore Power, 2017.
- [10] STEMMAN, LTTR 1000/2300/3x70 - PE+3/1200A/690V+PE+12/20A, 2017.
- [11] DGEG, “<https://www.dgeg.gov.pt/pt/estatistica/energia/precos-de-energia/precos-de-eletricidade-e-gas-natural/>,” [Online]. [Acedido em 13-06-2021].
- [12] S. & Bunker, “Ship & Bunker,” [Online]. Available: <https://shipandbunker.com/prices/emea/nwe/nl-rtm-rotterdam#VLSFO>. [Acedido em 22-06-2021].
- [13] 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].