



FACULDADE DE LETRAS

ESCOLA NAVAL



***A introdução de eletricidade na Marinha
Portuguesa***

*A sua evolução desde os primórdios até ao final da 1ª Guerra Mundial
(1884-1918)*

José Manuel dos Santos Maia

Dissertação especialmente elaborada para a
obtenção do grau de Mestre em História Marítima

2021



FACULDADE DE LETRAS

ESCOLA NAVAL



***A introdução de eletricidade na Marinha
Portuguesa***

*A sua evolução desde os primórdios até ao final da 1ª Guerra Mundial
(1884-1918)*

José Manuel dos Santos Maia

Dissertação orientada pelo
Professor Doutor António José Duarte Costa Canas,
especialmente elaborada para a obtenção do grau de
Mestre em História Marítima

2021

Fogo-de-santelmo

*“Contar-te longamente as perigosas
Cousas do mar, que os homens não entendem,
Súbitas trovoadas temerosas,
Relâmpados que o ar em fogo acendem,
Negros chuveiros, noites tenebrosas,
Bramidos de trovões, que o mundo fendem,
Não menos é trabalho que grande erro,
Ainda que tivesse a voz de ferro.*

*Os casos vi, que os rudos marinheiros,
Que têm por mestra a longa experiência,
Contam por certos sempre e verdadeiros,
Julgando as cousas só pola aparência,
E que os que têm juízos mais inteiros,
Que só por puro engenho e por ciência
Vêm do mundo os segredos escondidos,
Julgam por falsos ou mal entendidos.*

*Vi, claramente visto, o lume vivo
Que a marítima gente tem por santo,
Em tempo de tormenta e vento esquivo,
De tempestade escura e triste pranto.
Não menos foi a todos excessivo
Milagre, e cousa, certo, de alto espanto,
Ver as nuvens, do mar com largo cano,
Sorver as altas águas do Oceano.”*

(Camões, Os Lusíadas, Canto V)

Dedicatória

Às mulheres da minha vida,
Rita e Dina, Filha e Mulher,
a quem em determinados momentos das nossas vidas,
não proporcionei o conforto e o Amor que tanto merecem.

Agradecimentos

A preparação de qualquer projeto ou tarefa de natureza académica não resulta apenas de um esforço individual e autónomo, pois é o corolário dos contributos diretos e indiretos de muitas pessoas, designadamente dos docentes, dos colegas, dos técnicos dos arquivos e bibliotecas, dos especialistas que consultamos, dos amigos e dos familiares.

A preparação da presente dissertação, enquanto etapa final do Mestrado de História Marítima, não foi exceção a essa regra e, por isso, desejo aqui expressar a minha gratidão e destacar algumas das pessoas que mais me ajudaram a concretizar esse projeto.

Em primeiro lugar destaco o meu orientador, Comandante António Costa Canas, pelo estímulo pessoal e pelo rumo que traçou para esta dissertação, mas também pelas dinâmicas aulas de História da Náutica e das Viagens e Explorações Marítimas que ministrou no primeiro ano do curso;

Ao meu especial Mestre em História Marítima, Comandante Adelino Rodrigues da Costa, pelas palavras de incentivo que sempre me transmitiu, que me encorajaram e que me fez acreditar que esta “viagem” e que este estudo eram possíveis;

À Academia de Marinha, na pessoa do seu Presidente, Almirante Francisco Vidal Abreu, pela confiança que em mim depositou e pelo apoio constante que dele recebi, bem como da instituição que dirige;

Aos meus professores do Mestrado de História Marítima: Professor Doutor José Manuel Varandas, Comandante Jorge Semedo de Matos, Comandante Augusto Alves Salgado e Comandante José Rodrigues Pedra, bem como ao saudoso Professor Doutor Francisco Contente Domingues, que foi o Diretor de Curso, aqui deixo o meu grato reconhecimento pelos ensinamentos que me transmitiram;

Por fim, também expresso a minha gratidão aos que me apoiaram e de certa forma contribuíram para a concretização deste trabalho, em especial aos Professores Doutores Vítor Gaspar Rodrigues, Ana Paula Avelar e João Moreira Freire, aos Almirantes José Luís Leiria Pinto e Fernando David e Silva, aos Comandantes Herlander Valente

Zambujo, Luís Couto Soares e João Bellem Ribeiro, à Dra. Isabel Beato, chefe do Arquivo Histórico da Biblioteca Central de Marinha e ao designer José Manuel Cabrita.

A todos agradeço, muito reconhecido e honrado, pelo incentivo e apoio com que me distinguiram.

Um agradecimento especial é devido à minha Família pela compreensão com que suportou as minhas “ausências” em circunstâncias diversas, porque sem o seu constante apoio eu não teria as condições necessárias para me envolver neste projeto com a dedicação e o empenhamento que ele exige.

Resumo

O aproveitamento prático da eletricidade só surgiu em Portugal no último quartel do século XIX, sendo inicialmente utilizada na iluminação pública dos grandes centros urbanos, mas essa nova tecnologia que então estava em grande desenvolvimento no estrangeiro, veio a ser rapidamente adotada em muitas outras aplicações em Portugal.

As primeiras referências escritas sobre a questão da eletricidade a bordo dos navios da Armada, foram publicadas nos *Anais do Clube Militar Naval* e respeitam à corveta *Afonso de Albuquerque* e ao cruzador *S. Gabriel*, em que são descritas algumas experiências e que, surgiram numa altura em que ainda não existiam praticamente nenhuma utilização concretas da eletricidade na Marinha Portuguesa.

Porém, a adoção da eletricidade para utilização a bordo dos navios da Marinha Portuguesa foi um processo que exigiu crítica e reflexão, daí resultando que a sua produção a bordo e as suas diferentes aplicações nos sistemas de iluminação, telecomunicações, artilharia, produção de frio, entre outras utilizações, fosse um processo gradual e que fosse desenvolvido como parte de diversos planos navais para a renovação da esquadra.

Após a entrega dos primeiros navios de casco de aço, deu-se início à instrução do pessoal em eletricidade, primeiro na Escola Naval e depois aos primeiros artífices torpedeiros-eletricistas do Serviço e Escola Prática de Torpedos e Eletricidade.

Quando Portugal entrou na Grande Guerra (1914-1918) a eletricidade e as suas principais aplicações, designadamente na TSF, nos motores elétricos e nas aplicações de artilharia, já faziam parte do quotidiano naval português.

Neste trabalho é analisada a evolução que se verificou na Marinha Portuguesa desde a introdução da eletricidade a bordo dos navios até ao fim da Grande Guerra.

Palavras-chave: eletricidade, iluminação a bordo, telecomunicações, planos navais, ensino da eletricidade.

Abstract

The practical use of electricity only appeared in Portugal in the last quarter of the 19th century, being initially used in public lighting in large urban centers, but this new technology, which was then under great development abroad, was quickly adopted in many other applications in Portugal.

The first written references on the issue of electricity aboard Navy ships were published in the *Anais do Clube Militar Naval* and refer to the corvette *Afonso de Albuquerque* and the cruiser *S. Gabriel*, in which some experiences that arose at a time when there were practically no concrete uses of electricity in the Portuguese Navy.

However, the adoption of electricity for use on board Portuguese Navy ships was a process that required criticism and reflection, with the result that its production on board and its different applications in lighting, telecommunications, artillery, cold production systems, among other uses, it was a gradual process and following several naval plans for the renewal of the fleet.

After the delivery of the first steel-hulled ships, the training of personnel in electricity began, first to the students at the Naval Academy and after to the first torpedo-electricians element of the Service and Practical School of Torpedoes and Electricity.

When Portugal entered the World War I or WW1 (1914-1918) electricity and its main applications, namely the wireless telegraphy, the electric motor and the artillery uses, were already part of the Portuguese naval daily life.

This work analyses the evolution that took place in the Portuguese Navy since the introduction of electricity on board until the end of the WW1.

Keywords: electricity, onboard lighting, telecommunications, naval plans, electricity education.

Índice Geral

Dedicatória	v
Agradecimento	vii
Resumo	vii
Abstract	xi
Índice Geral	xiii
Índice de Figuras	xv
Abreviaturas, siglas e acrónimos	xvii
Introdução	1
<u>1.</u> Enquadramento histórico	5
<u>1.1.</u> A adoção da eletricidade em diversos países	10
<u>1.2.</u> Contexto que antecedeu a utilização da eletricidade em Portugal	16
<u>2.</u> A adoção da nova tecnologia na Marinha Portuguesa	23
<u>2.1.</u> A introdução da eletricidade a bordo dos navios	24
<u>2.2.</u> Os sistemas de iluminação a bordo	27
<u>2.3.</u> As telecomunicações	29
<u>2.4.</u> Aplicações na artilharia	36
<u>2.5.</u> A produção de frio	38
<u>2.6.</u> A propulsão dos submarinos	41
<u>2.7.</u> A influência da eletricidade sobre a agulha magnética	45
<u>3.</u> Os Planos navais de construção	49
<u>3.1.</u> O programa naval de Andrade Corvo	51
<u>3.2.</u> O programa naval de Jacinto Cândido	59
<u>3.3.</u> O programa naval de 1911	74
<u>4.</u> O ensino de eletricidade na Marinha	83
<u>4.1.</u> O ensino de eletricidade na Escola Naval	83
<u>4.2.</u> Serviço e Escola Prática de Torpedos e Eletricidade	85
<u>4.3.</u> Criação da classe de artífices torpedeiros-eletricistas	90
Conclusão	95
Fontes e bibliografia	97
Anexos documentais	103

Índice de Figuras

- Fig. 1 – Dínamo de Thomas Edison, 1880, a bordo do *SS Columbia*
(Fonte: *The Marine Vessel's Electrical Power System: From its Birth to [...]*, Espen Skjong)
- Fig. 2 – Alternator de Nikola Tesla, 1887
(Fonte: *The Marine Vessel's Electrical Power System: From its Birth to [...]*, Espen Skjong)
- Fig. 3 – A corveta *Mindelo*
(Fonte: *Três Séculos no Mar (1640-1910), Volume 17*, Marques Esparteiro)
- Fig. 4 – Esquema do primeiro navio com sistema de iluminação *Edison*
(Fonte: *Optimization-based Control in Shipboard Electric Systems*, Espen Skjong,)
- Fig. 5 – Posto radiotelegráfico de Vale de Zebro
(Fonte: Museu de Marinha)
- Fig. 6 – Posto radiotelegráfico de Monsanto
(Fonte: *As Comunicações Navais e a TSF na Armada*)
- Fig. 7 – Máquina frigorífica do cruzador *S. Rafael*
(Fonte: *Anais do CMN*)
- Fig. 8 – Esquema do sistema de propulsão diesel-bateria dos primeiros submarinos
(Fonte: *Optimization-based Control in Shipboard Electric Systems*, Espen Skjong)
- Fig. 9 – Distribuição ao longo do navio da bateria do Submersível *Espadarte*
(Fonte: BCM-AH – Plano 19/130 – Álbum 2, Desenho 24)
- Fig. 10 – Experiências sobre o Efeito do conflito Elétrico sobre a Agulha Magnética
(Fonte: *Cadernos de História e Filosofia da Ciência* - Hans Christian Ørsted,)
- Fig. 11 – Máquina de *Gramme* de laboratório de 1869
(Fonte: *Gramme e o desenvolvimento de suas máquinas...* Associação de História Rio de Janeiro)
- Fig. 12 – O cruzador ou corveta-couraçada *Vasco da Gama*
(Fonte: Museu de Marinha)
- Fig. 13 – A corveta *Afonso de Albuquerque*
(Fonte: *Três Séculos no Mar (1640-1910)*, Marques Esparteiro)
- Fig. 14 – Canhoneira *Diu*
(Fonte: *Três Séculos no Mar (1640-1910)*, Marques Esparteiro)
- Fig. 15 – Canhoneira *D. Luiz*
(Fonte: *Três Séculos no Mar (1640-1910)*, Marques Esparteiro)
- Fig. 16 – Cruzador *Adamastor*
(Fonte: Museu de Marinha)

Fig. 17 – Cruzador *D. Carlos I*

(Fonte: Museu de Marinha)

Fig. 18 – A Canhoneira *Chaimite*

(Fonte: Museu de Marinha)

Fig. 19 – Dínamos *Compound* do *S. Gabriel*

(Fonte: BCM-AH – Plano 8/89 – Desenho 10 – cruzadores *S. Gabriel* e *S. Rafael*)

Fig. 20 – Distribuição da instalação elétrica do *S. Gabriel*

(Fonte: BCM-AH – Plano 8/89 – Desenho 10 – cruzadores *S. Gabriel* e *S. Rafael*)

Fig. 21 – Quadro elétrico de distribuição principal do *S. Gabriel*

(Fonte: *Anais do Clube Militar Naval*)

Fig. 22 – Cruzador *S. Gabriel*

(Fonte: Museu de Marinha)

Fig. 23 – Cruzador *Rainha Dona Amélia*

(Fonte: Museu de Marinha)

Fig. 24 – Canhoneira *Pátria*

(Fonte: BCM-AH)

Fig. 25 – Plano elétrico do Submersível *Espadarte*

(Fonte: BCM-AH – Plano 19/130 – Álbum 2, Desenho 23)

Fig. 26 – Submersível *Espadarte*

(Fonte: primeiro-submersivel.jpg (1600×748) (marinha.pt))

Fig. 27 – Contratorpedeiro *Douro*

(Fonte: *Navios da Armada Portuguesa na Grande Guerra*, José Ferreira dos Santos)

Fig. 28 – Aula prática de Eletricidade.

(Fonte: *Os primeiros cem anos da Escola Naval - 1845-1945*)

Fig. 29 – Escola de Torpedos - Paço d’Arcos

(Fonte: Museu de Marinha)

Fig. 30 – Serviço e Escola prática de Torpedos e Eletricidade

(Fonte: Museu de Marinha)

Fig. 31 – Instrutores na sala de aulas de eletricidade

(Fonte: Museu de Marinha)

Fig. 32 – Artífices torpedeiros-eletricistas, aula de máquinas elétricas

(Fonte: Museu de Marinha)

Abreviaturas, siglas e acrónimos

A – Ampere (unidade de medida da corrente elétrica)

AC – Corrente Alternada

A/S – Armas Submarinas e antissubmarinas

BCM-AH – Biblioteca Central de Marinha – Arquivo Histórico

CEP – Corpo Expedicionário Português

CMN – Clube Militar Naval

CV – Cavalo (unidade de medida de potência)

DC – Corrente contínua

E – Este ou Leste

EN – Escola Naval

ETNA – Escola de Tecnologias Navais

EUA – Estados Unidos da América

GPS – *Global Positioning System* ou Sistema de Posicionamento Global

Kw – Kilowatt (unidade de medida de potência)

NRP – Navio da República Portuguesa

NW – Noroeste

SE – Sudeste

SEPTE – Serviço e Escola Prática de Torpedos e Eletricidade

TSF – Telegrafia sem fios

V – Volt (unidade de tensão elétrica ou diferença de potencial elétrico)

W – Watt (unidade de medida de potência)

Introdução

O presente trabalho de dissertação enquadra-se no âmbito do Programa do Mestrado em História Marítima, organizado conjuntamente pela Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa e pela Escola Naval, sendo o resultado final de um ciclo de estudos letivos, que teve como principal objetivo contribuir para preencher um capítulo da História da Marinha Portuguesa, possivelmente menos estudado.

A metodologia adotada centrou-se essencialmente na consulta da documentação existente no Arquivo Histórico da Biblioteca Central de Marinha e na pesquisa intensiva da imprensa daquela época, nomeadamente os *Anais do Clube Militar Naval* e as revistas *O Occidente* e *Ilustração Portuguesa*. Além disso, foram consultadas algumas publicações, sobretudo as que foram editadas pela Escola de Tecnologias Navais da Marinha Portuguesa, tendo recorrido sempre que necessário a especialistas para o esclarecimento de algumas dúvidas de natureza técnica.

Relativamente à informação sobre a adoção de eletricidade noutros países e noutras Marinhas, a principal fonte foi a informação digital, sobretudo as páginas oficiais das Marinhas estrangeiras.

A intenção do meu estudo é salientar o interesse tecnológico e as reações que a eletricidade suscitou, enquanto nova forma de energia, quando surgiu a bordo dos navios da Marinha Portuguesa, o que aconteceu pela primeira vez de forma efetiva em 1884.

Com essa medida de modernização tecnológica, a Armada Portuguesa deu um salto significativo, porque a renovação da sua esquadra foi feita com a introdução progressiva das inovações que a eletricidade fez desenvolver e, assim, tornou-se o suporte tecnológico que colocou em marcha os planos de renovação de toda a sua frota e gerou uma nova cultura no capítulo da preparação do pessoal.

O presente estudo sobre “A introdução de eletricidade na Marinha Portuguesa” distribui-se por quatro capítulos, cujos conteúdos se descrevem seguidamente de forma sucinta.

No primeiro capítulo de enquadramento histórico será feita uma breve explicação sobre a evolução da nova tecnologia, a forma como apareceu e como se desenvolveu o tipo de eletricidade produzida, o modo como se produzia a bordo e como era feita a sua utilização. Serão depois referidas, as principais manifestações relativas à introdução da

eletricidade em diferentes países, sobretudo nas suas Marinhas, o que permitiu recolher informações úteis para uma análise comparativa com o que se passava no mundo, nomeadamente em França, onde existe um enorme interesse por esse tipo de estudos tecnológicos.

No segundo capítulo é abordada a introdução da eletricidade a bordo dos navios, bem como a sua aplicação aos sistemas de iluminação a bordo, a que se seguiram rapidamente inúmeras aplicações, destacando-se as telecomunicações, as suas aplicações na artilharia e na produção de frio, na propulsão dos submarinos e a sua influência da eletricidade sobre a agulha magnética.

No terceiro capítulo serão tratados os programas navais de construção naval e de integração da nova tecnologia da eletricidade, designadamente o Programa Andrade Corvo (1874), o Programa Jacinto Cândido (1896) e o Programa de 1911, revisto em 1916, com destaque para dois navios pioneiros: a corveta *Afonso de Albuquerque* (1884) e o *Espadarte* (1913), que foi o primeiro submarino português. Nesse capítulo serão analisados, caso a caso, as inovações que no campo da eletricidade foram sendo adotadas nos novos navios da Marinha Portuguesa, nomeadamente com referência aos cruzadores e a algumas canhoneiras e, depois, aos contratorpedeiros e submarinos.

Por fim, no quarto capítulo, será dado destaque ao ensino de eletricidade, primeiro na Escola Naval e, depois, no recém-criado Serviço e Escola Prática de Torpedos e Eletricidade, em Vale de Zebro, nas instalações que atualmente são ocupadas pela Escola de Fuzileiros, onde foram formados os primeiros artífices torpedeiros-eletricistas.

Embora o objeto deste estudo seja essencialmente de âmbito histórico, considero ser necessário explicar alguns conceitos técnicos elementares e de natureza muito específica relativos à eletricidade, que estão destacados ao longo desta dissertação. Dessa forma, pretendo que o leitor se sinta enquadrado, que compreenda os contextos e se interesse por esta temática em que se cruzam a História e a Tecnologia. Esta opção de juntar a História e a Eletricidade resulta da minha atividade académica (a História) e da

minha própria experiência profissional (a Eletricidade), que me têm dado o orgulho e o gosto de, desde há cerca de três décadas, servir a “briosa” Marinha Portuguesa.¹

¹ Ao longo deste trabalho a Marinha de Guerra Portuguesa é designada umas vezes pela palavra *Marinha* e outras vezes pela palavra *Armada*, tendo ambas o mesmo significado, embora a primeira tenha um cunho mais emocional e a segunda seja de natureza mais institucional.

1. Enquadramento histórico

Quase todas as atividades humanas dependem atualmente da eletricidade, mas a sua descoberta e utilização foi um processo muito longo, embora se tivesse desenvolvido de forma rapidíssima na segunda metade do século XIX.

As manifestações do fenómeno físico da eletricidade já eram conhecidas desde a Antiguidade, particularmente quando se procuravam respostas a situações naturais como os relâmpagos, as trovoadas e algumas manifestações que agora enquadramos na chamada *Eletricidade estática*.

Podemos encontrar alguns textos sobre essas manifestações da Natureza na literatura quinhentista portuguesa, designadamente nas referências ao chamado *fogo-de-santelmo*, um fenómeno que por vezes se pode observar nos mastros dos navios durante as trovoadas, devido a concentrações de eletricidade estática. Porém, nessa época não se sabia a origem destas manifestações, nem da relação deste fenómeno com a eletricidade estática.

Porém, no âmbito deste trabalho, tem todo o sentido definir o significado da palavra *eletricidade*.²

Sabe-se que a palavra deriva do latim clássico *electrum*, termo esse cunhado a partir do termo grego *ἤλεκτρον* (elektron), que significa literalmente “âmbar”. Ou seja, como a primeira manifestação conhecida da eletricidade ocorreu pela atração do âmbar friccionado, os gregos usaram a mesma palavra para o fenómeno (eletricidade) e para a matéria que a “produzia” (âmbar) e terá sido utilizado a partir da experiência do filósofo, astrónomo e matemático grego Tales de Mileto (634 a.C. - 548 a.C.), que ao esfregar um pedaço de âmbar numa pele de carneiro, observou que o pedaço atraía pedaços de palha, comprovando assim a existência de uma força de atração a que hoje chamamos

² A eletricidade é o fenómeno físico originado por cargas elétricas estáticas ou em movimento, produzido pelo movimento dos eletrões de um átomo para outro. Assim, dizemos existir eletricidade quando os eletrões passam a mover-se ordenadamente, constituindo uma corrente elétrica. Esta corrente elétrica não é mais do que, um fluxo de cargas elétricas numa determinada direção ou sentido.

Relativamente aos materiais onde estes eletrões se movimentam, é de referir que o movimento não se processa de forma idêntica em todos os materiais condutores. O cobre é um bom condutor elétrico e o elemento mais utilizado em eletricidade, tanto na sua produção, como na distribuição. A borracha, como é um mau condutor elétrico, é útil para o revestimento do cobre, para posteriormente ser manuseado sem causar incidentes.

Eletricidade estática, nome atribuído ao excesso de carga elétrica num corpo, estando essa carga em repouso. Quando essa carga passa do estado de repouso ao estado de movimento, passamos a designá-la por *Eletricidade dinâmica*.

Sobre o conhecimento da eletricidade existem muitos estudos e todos referem a progressiva passagem de uma atitude de aceitação passiva daqueles fenómenos, para um estado de curiosidade científica e de procura de explicações.

Durante o século XVIII a eletricidade suscitou curiosidade e interesse e era tema de sessões nas cortes régias e nos salões da nobreza. Também é neste século que se dá uma evolução significativa no conhecimento do fenómeno elétrico, quando Stephen Gray³ descobriu em 1729 a forma de condução da eletricidade. Seguiram-se outros desenvolvimentos científicos que se estenderam a variados campos e inúmeras descobertas, com aplicações de ordem prática, que vieram a tornar a eletricidade uma tecnologia fundamental para o progresso.

Porém, só no século XIX, e em linha com os progressos da Ciência e o desenvolvimento da Revolução Industrial, é que o fenómeno da eletricidade se transformou numa verdadeira ferramenta de progresso, que caracterizou a chamada “Segunda Revolução Industrial” e alterou profundamente a vida da Humanidade.

Os inventos sucederam-se e não é fácil hierarquizar os contributos pioneiros que foram dados para o conhecimento e o progresso da eletricidade, mas podemos escolher dois momentos de grande importância.

O primeiro momento é representado pelos trabalhos do italiano Alessandro Volta⁴ que levaram à descoberta no ano de 1799 de uma *bateria*, depois chamada a *pilha de Volta*, que foi o primeiro gerador estático de eletricidade.

O segundo momento, aconteceu no século XIX, quando em 1861 o físico escocês James Clerk Maxwell⁵, descobriu a relação existente entre a Eletricidade e o Magnetismo, que abriu o caminho à descoberta de um novo modo de produção da energia elétrica.

³ Stephen Gray (1666-1736) foi um físico inglês que descobriu que era possível transferir a eletricidade de uns corpos para outros.

⁴ Alessandro Volta (1745-1827) foi um químico italiano que inventou a pilha voltaica ou bateria e provou que a eletricidade podia ser produzida por via química.

⁵ James Clerk Maxwell (1831-1879) foi um físico escocês que descobriu e estabeleceu a relação matemática do eletromagnetismo.

Dos trabalhos destes dois cientistas de referência nasceram os princípios da “produção” da eletricidade.

Alessandro Volta descobriu um processo de produzir eletricidade a partir da energia libertada por uma reação química, mas que apenas permite produzir *corrente contínua* (DC). Esta forma de produção apenas “funciona” enquanto não se “esgotar” a reação química. No entanto, com o passar do tempo desenvolveram-se sistemas que permitem acumular eletricidade, se a reação química for reversível. Nesse caso, o fornecimento de eletricidade ao acumulador, também designado por bateria⁶, vai repor a situação química inicial, podendo fornecer-se mais eletricidade.

Depois, James Maxwell abriu caminho para a produção dinâmica de eletricidade, pela transformação de energia mecânica em energia elétrica, quando verificou que o movimento de um campo magnético num condutor, ou de um condutor num campo magnético, produzia eletricidade. Essa pode ser corrente contínua (DC), no caso de se usar um dínamo, ou corrente alternada (AC), se for utilizado um alternador.

Os sistemas para a produção, transmissão e distribuição de energia elétrica foram desenvolvidos desde há pouco mais de um século: a partir de 1882, com o sistema em DC⁷ (*Direct Current*), desenvolvido por Thomas Alva Edison e, a partir de 1886, com o sistema em AC⁸ (*Alternating Current*), desenvolvido por George Westinghouse e Nikola Tesla.

Assim, para que se conheça a diferença entre estes dois sistemas de correntes, podemos dizer que a corrente DC é aquela que, independentemente de quaisquer circunstâncias, o movimento dos eletrões ocorre num e só num sentido, constante ao longo do tempo, ou seja, é sempre positivo ou sempre negativo, enquanto a corrente AC é

⁶ As baterias desempenham esta função, por um processo de transformação parcial de energia potencial química armazenada nos elétrodos em energia elétrica, cuja ação, não é mais do que provocar a libertação de novos eletrões livres e iões positivos, para substituir os que se perdem por recombinação, regenerando as cargas nos terminais. Corresponde ao movimento de eletrões internos, do polo positivo para o negativo, na mesma proporção e velocidade do movimento de eletrões, no circuito externo.

⁷ Esta corrente elétrica é gerada ou por baterias, através da conversão de energia química em energia elétrica, ou por dínamo que, quando em funcionamento, converte a energia mecânica em energia elétrica.

⁸ A corrente alternada ou alterna (AC) tem o seu sentido e a sua voltagem variável, devido à mudança de polaridade que a todo o momento o alternador está sujeito durante o seu funcionamento.

uma corrente elétrica cujo sentido varia no tempo, invertendo a sua polaridade, e criando uma forma de onda sinusoidal.⁹

Portanto, para que se possa gerar energia elétrica, é necessário deslocar um condutor dentro de um campo magnético e este é, essencialmente, o princípio de funcionamento de qualquer *gerador*, desde os mais pequenos, até aos grandes geradores das centrais, que produzem grandes quantidades de energia de centenas de quilowatts.¹⁰

Contudo, tal como existem dois tipos de correntes elétricas, também existem dois tipos de geradores, ou máquinas elétricas, destinadas à produção de energia elétrica. O dínamo ou um alternador têm o mesmo princípio de funcionamento, pois ambos transformam energia mecânica em energia elétrica. A diferença é que à saída a energia elétrica pode ser contínua (DC) ou alternada (AC).

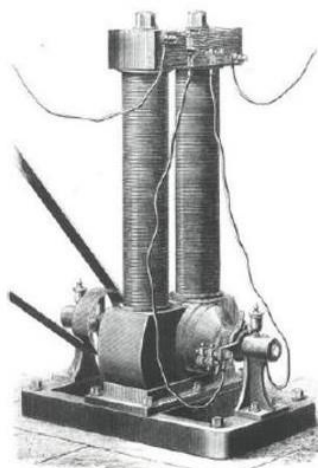


Fig. 1 – Dínamo de Thomas Edison, 1880, a bordo do *SS Columbia*
(Fonte: *The Marine Vessel's Electrical Power System: From its Birth to [...]*, Espen Skjong)

Sintetizando, se tomarmos como exemplo um motor *Diesel* a funcionar, ele está a produzir energia mecânica e, se estiver acoplado a um gerador através de um veio, vai fazê-lo girar. Por sua vez esse gerador elementar é constituído pelo indutor (eletroímã ou ímã permanente) e pelo induzido (uma espécie de tambor), que gira no interior da cavidade do gerador e onde são induzidas as forças eletromagnéticas.

⁹ *Eletricidade II - Corrente alternada PEETNA 2210 (A)*, Lisboa, ETNA, 2020, pp.1-18.

¹⁰ O *quilowatt* é uma unidade de potência elétrica que representa mil *watts*.

Assim, quando a máquina elétrica começa a rodar gera um campo magnético e, por conseguinte, origina corrente elétrica. Quando essa corrente é retificada à saída do gerador, toma a designação de DC e a máquina toma o nome de *dínamo*. Por isso dizemos que um dínamo produz corrente DC.¹¹

O gerador de corrente alternada ou *alternador*, tem o mesmo princípio de funcionamento que o dínamo¹². A diferença reside em que a corrente elétrica produzida no interior do gerador não é retificada, tomando a forma de onda sinusoidal.

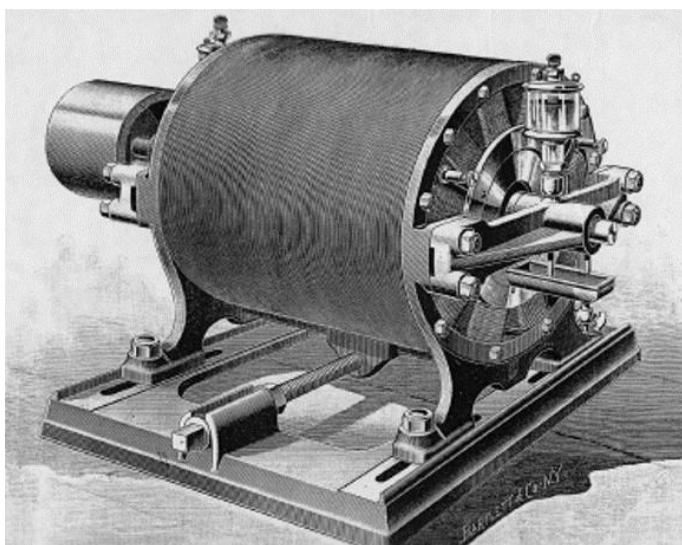


Fig. 2 – Alternador de Nikola Tesla, 1887

(Fonte: *The Marine Vessel's Electrical Power System: From its Birth to [...]*, Espen Skjong)

Muitos outros cientistas deram importantes contributos para o desenvolvimento da eletricidade e das suas aplicações e, de entre eles, podem ser destacados o inventor americano Thomas Edison¹³ e o físico italiano Guglielmo Marconi¹⁴ que desenvolveu o primeiro sistema prático de telegrafia sem fios ou TSF, que mais adiante será tratado.

Thomas Edison inventou a lâmpada incandescente em 1879 e, três anos depois, apresentou duas iniciativas com sucesso. A primeira foi a distribuição de energia elétrica em Nova Iorque, na Estação Pearl Street, assim tornada a primeira central elétrica da

¹¹ *Máquinas Elétricas de Corrente Contínua PEETNA 2215(A)*, Lisboa, ETNA, 2020, pp.1-4.

¹² *Ibidem*, pp. 1-3.

¹³ Thomas Alva Edison (1847-1931) foi um americano que inventou a lâmpada elétrica e que é considerado como um dos maiores inventores da Humanidade.

¹⁴ Guglielmo Marconi (1874-1937) foi um físico italiano que em 1896 inventou o primeiro sistema prático de telegrafia sem fios.

cidade e a segunda foi a iluminação simultânea de 52 lâmpadas na redação do jornal *The New York Times*.¹⁵ Estes acontecimentos tiveram uma enorme repercussão devido à sua divulgação por esse grande jornal internacional e representou, de facto, um ponto de partida para muitas aplicações, nomeadamente aquelas que nos interessam no âmbito da presente investigação, isto é, a introdução da eletricidade a bordo dos navios da Marinha Portuguesa.

1.1. A adoção da eletricidade em diversos países

Até meados do século XIX, tanto o espaço público como o espaço doméstico eram iluminados com gás, com petróleo, com azeite e com outros óleos animais ou vegetais. Porém, com o desenvolvimento dos estudos sobre a eletricidade sucederam-se muitas experiências e invenções que, numa primeira fase, tinham por objetivo a iluminação desses mesmos espaços com a nova tecnologia, mais barata, mais limpa e de maior eficiência.

Nessa época multiplicavam-se as invenções e, quando hoje se procura fazer um historial da evolução dos progressos nos domínios da eletricidade, surgem informações muito díspares e protagonistas muito diferentes. Porém, é consensual que algumas invenções foram muito relevantes para o desenvolvimento dessa nova tecnologia e para o progresso da sociedade, destacando-se entre muitas outras, o dínamo do belga Zénobe Gramme (1869), a lâmpada incandescente com filamento de carbono do americano Thomas Edison (1879) e o motor-gerador do sérvio Nikola Tesla (1887). Esses três inventores, tal como os já anteriormente referidos Stephen Gray, Alessandro Volta, James Maxwell ou Guglielmo Marconi, segundo todos os critérios de apreciação, estão no grupo dos que mais contribuíram para o desenvolvimento da eletricidade.

Porém, o último quartel do século XIX foi um período em que se destacaram muitos cientistas e inventores, tendo-se passado “do pensamento teórico para a realização prática” ou da ciência pura para a técnica.¹⁶

¹⁵ “As 8 invenções de Thomas Edison que mudaram o mundo”, <https://Pearl Street Station - ETHW> (Acedido em janeiro de 2021).

¹⁶ Jean Cazenobe, “De Maxwell à Marconi: Les difficultés du passage de la théorie scientifique à la réalisation technique”, *Bulletin d'histoire de l'électricité*, n°5, juin 1985, pp. 19-36. https://www.persee.fr/issue/helec_0758-7171_1985_num_5_1 (Acedido em fevereiro de 2021).

Na segunda metade do século XIX multiplicaram-se os inventos e as experiências para aperfeiçoar a produção e a utilização da eletricidade, tendo muitos deles sido rapidamente industrializados e adotados na generalidade dos países mais desenvolvidos.

O entusiasmo que a eletricidade estava a despertar nesses países deu origem à realização de várias exposições internacionais ou feiras, em que as novas invenções eram reveladas à comunidade empresarial e à indústria. Uma das mais famosas terá sido a Exposição Internacional de Eletricidade, organizada em Paris entre 1 de agosto e 15 de novembro de 1881, que consagrou o aparecimento de múltiplas aplicações industriais do dínamo de *Gramme* e divulgou as últimas invenções de Thomas Edison.

Milhares de lâmpadas acenderam de uma só vez em 10 de agosto de 1881, no parque de exposições da Feira Internacional da Electricidade em Paris. O público entusiasmou-se com as “estrelas” ou “luminárias de Edison”.

[...] Apesar de muito admirada na feira de Paris, a electricidade ainda demorou a se impor na Europa. Os alemães, por exemplo, continuaram usando lamparinas de petróleo, velas de cera e lampiões a gás para a iluminação geral”.¹⁷

Essa exposição foi objeto de relato na imprensa portuguesa, o que revela que em Portugal se acompanhava o desenvolvimento da eletricidade.¹⁸

Nesta mesma época também em Portugal se sucediam várias iniciativas relativas à introdução da eletricidade, não só para utilização na iluminação pública, mas também para a iluminação a bordo de alguns navios. Assim, era noticiado que a corveta *Mindelo* foi iluminada, tendo a sua luz sido exibida até à noite de 31 de outubro de 1880, “estando a corveta fundeada em frente de Belém, e attraindo esta novidade ao caes e logares próximos grande concorrência de espectadores”.¹⁹

Em 1884 foi o paquete *Funchal*, pertencente à frota da Empresa Insulana de Navegação, que se tornou no primeiro vapor mercante português que recebeu uma instalação elétrica em todas as suas acomodações.²⁰

¹⁷ «1881: Primeira Feira Internacional da Electricidade em Paris. <https://www.dw.com/pt-br/1881-primeira-feira-internacional-da-eletricidade-em-paris/a-319769>, (Acedido em abril de 2021).

¹⁸ «A Exposição de Electricidade em Paris», *O Occidente*, Ano IV, nº 98, 11 de setembro de 1881.

¹⁹ «Luz eléctrica a bordo». *Anais do Clube Militar Naval*, Tomo Décimo, Lisboa, 1880, p. 266.

²⁰ Carlos Silveira, *Navegação a vapor entre o Continente e os Açores – Primeiros Tempos*, Horta, Edição do autor, 2014.

Porém, só em 1887 é que a Câmara Municipal de Lisboa assinou um contrato para a eletrificação da Avenida da Liberdade e da Praça dos Restauradores, embora esse propósito só tivesse sido realizado em 1889 quando a iluminação elétrica também foi instalada de forma definitiva em vários locais da cidade de Lisboa, nomeadamente no Chiado, no Rossio, na Rua do Ouro e na Praça do Município.²¹

Neste contexto temporal de fins do século XIX, é interessante saber o que se passou em outros países relativamente à introdução da eletricidade, sobretudo para podermos avaliar em termos comparativos, qual o posicionamento de Portugal em relação à adoção da nova tecnologia.

Porém, embora tivessem sido encontrados poucos estudos acessíveis sobre este assunto, foi possível reunir, através de buscas na internet, algumas informações avulsas que adiante se sintetizam e que nos ajudam a posicionar Portugal em relação a outros países nesse domínio, nomeadamente a Espanha, a França, o Reino Unido e os Estados Unidos.

Espanha

A primeira referência à utilização da eletricidade em Espanha data de 1852, quando foram feitas algumas experiências de iluminação na *Plaza de la Armeria del Palacio Real* e no Congresso dos Deputados, em Madrid. Depois de outras experiências, tanto em Madrid como em Barcelona, em 1875 foi instalado um dínamo na capital da Catalunha com o qual foi produzida eletricidade (DC), que foi utilizada nas principais áreas da cidade, tendo sido iluminadas as Ramblas, o mercado de La Boqueria, o Castelo de Montjuic e o bairro de Gràcia.

No ano seguinte foi criada a *Sociedad Española de Electricidad*, que foi a primeira empresa espanhola dedicada à produção e distribuição de eletricidade e em 1889 foi criada a *Compañia General Madrileña de Electricidad*.²²

Segundo a *Revista General de Marina*, órgão oficial da Armada Espanhola, em 1877 “se introducía la electricidad a bordo de los buques de la Armada”.²³

²¹ “Lisboa. A noite natural que nunca mais foi escura”, <https://sol.sapo.pt/artigo/536720/lisboa-a-noite-natural-que-nunca-mais-foi-escura> (Acedido em janeiro de 2021).

²² Historia de la Electricidad en España. <http://www.energiaysociedad.es/manenergia/1-2-historia-de-la-electricidad-en-espana/> (Acedido em maio de 2021)

A adoção da eletricidade foi rápida nas cidades espanholas e em 1888 foi publicado um decreto que proibia expressamente a iluminação nos teatros com gás e que autorizava a iluminação com azeite apenas como solução de emergência.

França

Segundo uma tese apresentada por Didier Robineau na *Université de Nantes*, a primeira tentativa para iluminar um navio francês aconteceu em 1855 no aviso *Jérôme Napoléon*, tendo sido utilizadas máquinas magneto-elétricas.²⁴ Depois, a experiência foi repetida em 1868 na fragata couraçada *L'Héroïne*, até que em 1877 a Marinha Francesa equipou o couraçado *Richelieu* com iluminação elétrica e projetores luminosos, comportando o conjunto da instalação 227 lâmpadas, das quais 211 de 8 velas para iluminação e dezasseis de 30 velas para os projetores e faróis de borda.²⁵

Então, “um certo número de máquinas Gramme foram instaladas em vários navios de guerra franceses, dinamarqueses, russos, ingleses e espanhóis, entre os quais o *Livadia* e o *Pierre-le-Grand* da Marinha russa, o *Richelieu* e o *Suffren* da Marinha francesa, o *Rumancia* e o *Victoria* da Marinha espanhola”.²⁶

A Marinha Francesa estava muito interessada nas potencialidades da nova tecnologia e em 1882 encomendou 145 projetores, dos quais trinta tinham um alcance de 6 quilómetros para a defesa das suas costas.²⁷

O caso da França destaca-se do que conhecemos de outros países, pois existe um enorme interesse por esse tipo de estudos, através de parcerias entre a Universidade e o grupo EDF – *Electricité de France*. Daí nasceu a criação em 1982 da *Association pour l'histoire de l'électricité en France* (AHEF), a fim de estimular e divulgar estudos sobre a história da eletricidade francesa. Esta associação publicou, duas vezes por ano, um *Bulletin d'histoire de l'électricité*, em que foram divulgadas algumas dezenas de textos

²³Revista General de Marina.

<https://armada.defensa.gob.es/ArmadaPortal/page/Portal/ArmadaEspannola/mardigitalrevistas/prefLang-en/02revistaGenMarina>. (Acedido em abril de 2021).

²⁴ Didier Robineau, *L'introduction de l'électricité dans la marine militaires (1880-1935)*, These de Doctorat, l'Université de Nantes, 2019, p. 31/313, <https://halshs.archives-ouvertes.fr/CFV/tel-02876149v1> (Acedido em dezembro de 2020).

²⁵ *Bulletin d'histoire de l'électricité*, in <https://www.persee.fr/collection/helec>. (Acedido em abril de 2021), p. 69.

²⁶ Didier Robineau, *op. cit.*, p. 32/313.

²⁷ *Ibidem*, pp. 30-31.

sobre os primórdios da eletricidade em França. Em 2001 a associação deu lugar a um novo comité de história da eletricidade que continuou a missão da AHEF e que, a partir de 2013, se passou a denominar *Comité d'histoire de l'électricité et de l'énergie*, continuando a publicar estudos monográficos sobre a história da eletricidade em França.²⁸

Reino Unido

Na segunda metade do século XIX o Reino Unido era a primeira potência marítima mundial e, naturalmente, também foi a primeira a adotar a eletricidade nos seus navios, tendo o HMS *Minotaur* e o HMS *Temeraire* sido equipados em 1876 com geradores movidos a vapor para alimentar os seus projetores de arco voltaico.²⁹

O desenvolvimento da eletricidade entusiasmou a Marinha Britânica e “em 1892 havia cerca de 300 navios da Royal Navy com iluminação elétrica e munidos de projetores”.³⁰

Estados Unidos

Os Estados Unidos estiveram na vanguarda da investigação, da invenção e da experimentação no domínio da eletricidade, tendo sido um dos países pioneiros na sua utilização prática, numa época em que ainda não eram a superpotência em que se transformaram em meados do século XX.

O primeiro navio americano que dispôs de iluminação elétrica foi o SS *Columbia*, um navio a vapor de carga e passageiros que era propriedade da *Oregon Railway and Navigation Company*. Este navio foi o primeiro que possuiu um dínamo para alimentar as lâmpadas elétricas inventadas por Thomas Edison, que funcionaram pela primeira vez fora do seu laboratório em *Menlo Park*, no estado de Nova Jersey.

Esse laboratório era a *Edison Electric Illuminating Company*, uma empresa fundada por Edison, que no dia 4 de setembro de 1882 ligou pela primeira vez lâmpadas elétricas na via pública. Aconteceu na Wall Street, na cidade de Nova Iorque, que já então era o

²⁸ *Bulletin d'histoire de l'électricité*. <https://www.persee.fr/collection/helec>. (Acedido em abril de 2021).

²⁹ DUNKLEY, Mark, *Ships and Boats: 1840-1950 - Introductions to Heritage Assets*, Swindon, Historic England, July 2016. <https://historicengland.org.uk/images-books/publications/iha-ships-boats-1840-1950/heag133-ships-and-boats-1840-1950-iha/> (Acedido em abril de 2021)

³⁰ Didier Robineau, *op. cit.*, p. 75.

centro financeiro dos Estados Unidos, que dessa forma se tornou a primeira rua no mundo que recebeu iluminação elétrica.³¹

Entretanto, nesse mesmo ano de 1882 foi eletrificado o primeiro farol americano, na área de aproximação ao porto de Nova Iorque.

O sucesso com a instalação elétrica do SS *Columbia*, levou a que em 1883 fosse contratada a *Edison Company for Isolated Lighting* para instalar um sistema elétrico a bordo de um navio da Marinha americana. O USS *Trenton* foi o navio escolhido e, tal como o SS *Columbia*, era um navio moderno com casco de aço e sistema de propulsão a vapor com equipamentos de navegação adicionais. No ano seguinte, o *Bureau of Navigation* decidiu que os navios *Atlanta*, *Boston* e *Omaha* deveriam ser equipados com um sistema de iluminação elétrica semelhante ao que fora instalado no USS *Trenton* e, logo depois, a iluminação elétrica tornou-se um recurso padrão instalado a bordo de navios militares e comerciais.³²

O USS *Trenton* foi sobretudo uma plataforma experimental para a Marinha dos Estados Unidos que, a partir de então, tratou muito rapidamente de desenvolver a eletrificação da sua frota, segundo refere Didier Robineau.³³

As informações relativas à adoção da eletricidade a bordo dos navios em diferentes países, apesar da sua escassez e até de alguma imprecisão, permitem uma análise comparativa, que se apresenta no quadro seguinte.

Nesse quadro se pode verificar que, num curto espaço de poucos anos, as principais Marinhas do mundo ocidental adotaram a eletricidade, não só para fazer a iluminação pública em substituição da iluminação a gás ou outra, mas também para iluminar os seus navios.

³¹“Há 135 anos, lâmpadas elétricas iluminavam uma via pública pela primeira vez?”, <https://www.tecmundo.com.br/ciencia/121655-ha-135-anos-lampadas-eletricas-iluminavam-via-publica-1-vez.htm> (Acedido em Abril de 2021)

³² E. Skjong, E. Rødskar, M. Molinas, TA Johansen e J. Cunningham, "The Marine Vessel's Electrical Power System: From its Birth to Present Day". *Proceedings of the IEEE*, vol. 103, Nr. 12, 2015, pp. 2-3, (Acedido em Abril de 2021)

³³ Didier Robineau, *op. cit.*, p. 75.

Ano	Ocorrência
1876	O HMS <i>Minotaur</i> e o HMS <i>Temeraire</i> , foram equipados com geradores movidos a vapor para os projetores de arco voltaico.
1877	O couraçado francês <i>Richelieu</i> foi equipado com iluminação elétrica e projetores luminosos.
1877	Introdução da eletricidade a bordo dos navios da Armada de Espanha.
1880	A corveta portuguesa <i>Mindelo</i> foi iluminada ocasionalmente, tendo a sua luz sido exibida com o navio fundeado em frente de Belém.
1880	O navio mercante americano SS <i>Columbia</i> recebe o primeiro sistema de iluminação com 120 luzes.
1883	O USS <i>Trenton</i> torna-se o primeiro navio da US Navy a receber uma instalação elétrica.

Embora com informação escassa, o anterior quadro permite-nos verificar que, aparentemente, a Marinha Portuguesa acompanhou as outras Marinhas na adoção da eletricidade a bordo dos seus navios, assunto que adiante será desenvolvido.

1.2. Contexto que antecedeu a utilização da eletricidade em Portugal

A eletricidade só surgiu em Portugal no último quartel do século XIX e, mais objetivamente, a partir da década de 1880, assentando sobretudo no seu uso para a iluminação pública dos grandes centros urbanos, até então não iluminadas ou iluminadas de forma precária a azeite ou gás.

Recuando até aos finais do século XVIII, verifica-se que a iluminação pública da cidade de Lisboa era apenas usada nas noites sem luar, daí resultando que a vida social da cidade era constantemente fustigada com crimes de sangue, assaltos, roubos e violações.

Porém, a progressiva generalização da utilização da eletricidade nas cidades foi um fator de preocupação, relativamente à forma de organização espacial dos centros urbanos, porque a iluminação das ruas, praças e zonas verdes, teria de ser bem equacionada, de forma a poder garantir segurança e bem-estar aos seus habitantes ou a quem as visitasse.

A eletricidade, que passou a iluminar as cidades durante a noite, originou hábitos nas populações e alterações na vida social, bem como no espaço urbano.³⁴

Em 17 de dezembro de 1780, quando se realizou a festa do aniversário da Rainha D. Maria I, foram acesos 774 candeeiros de azeite em honra da Rainha. A iluminação da cidade foi um sucesso, não só em relação à segurança pública da cidade, mas também como espetáculo e como forma de ostentação para os palácios e para as casas das famílias mais importantes. Dizia-se então que “cada candeeiro é menos um polícia”, mas houve protestos e o sistema de iluminação foi abandonado em 1792.

Contudo, os tempos conturbados por que passou o país, sobretudo as invasões francesas, a partida da Família Real para o Brasil, as revoltas liberais e a guerra civil, não proporcionaram as condições necessárias para que a iluminação pública fosse retomada. Por todas estas razões, só em 1848 foi reposta a iluminação pública da cidade, mas o combustível azeite foi substituído pelo gás, sendo o seu fornecimento assegurado pela Companhia de Iluminação Lisbonense.³⁵

A primeira experiência de iluminação pública a partir da eletricidade aconteceu no dia 28 de setembro de 1878 na esplanada da Cidadela de Cascais, quando se comemorava o 15º aniversário do Príncipe herdeiro D. Carlos.³⁶

Após aquela festa de aniversário, o rei D. Luiz ofereceu à Câmara Municipal de Lisboa “seis candeeiros de lâmpadas de arco tipo *Jablochkoff*, que tinham sido usados pela primeira vez” naquela festa.³⁷

Porém, só a partir de 1880 é que a eletricidade passou a ser considerada uma fonte de iluminação, sendo instalada em locais de Lisboa como o Teatro de São Carlos, a

³⁴ Ana Cardoso de Matos, “Tecnologia, engenharia e eletricidade nas redes urbanas de iluminação e transporte. Portugal 1880-1926”, *Actas del Simposio Internacional Globalización, innovación y construcción de redes técnicas urbanas en América y Europa, 1890-1930*. Brazilian Traction, Barcelona Traction y otros conglomerados financieros y técnicos. Barcelona, Universidad de Barcelona- Geocritica, 2012.

³⁵ Rosa Maria Fina, “E agora a noite: a transformação da noite lisboeta entre os séculos XVIII e XIX”, *Brotéria. Cristianismo ed Cultura*, Volume 180-4, abril 2005.

³⁶ “A cidadela de Cascais como palco de estreia”. [TinyURL.com - shorten that long URL into a tiny URL](https://www.tinyurl.com/shorten-that-long-url-into-a-tiny-url).

³⁷ Lisboa. A noite natural que nunca mais foi escura.

<https://sol.sapo.pt/artigo/536720/lisboa-a-noite-natural-que-nunca-mais-foi-escura>. (Acedido em abril de 2021).

Estação de Santa Apolónia e alguns estabelecimentos comerciais, como a Papelaria Progresso, o Matadouro Municipal, mas também na Fábrica de Tomar.³⁸

Apesar das primeiras experiências de iluminação elétrica, ainda era a iluminação a gás que continuava a ser utilizada e uma notícia publicada na revista *O Occidente* com o título “A iluminação a gaz e os bicos intensivos”, mostra como em 1881 o aparecimento da eletricidade ainda suscitava dúvidas quanto às suas vantagens ou desvantagens relativamente à iluminação a gás, pois alguns consideravam que “a sua intensidade era demasiada para poder servir na iluminação ordinária”.

A questão da iluminação preocupa todos os espiritos, porque as condições da vida moderna tornam cada vez mais necessario o constante emprego da luz. Disputam o campo o gaz e a electricidade, e não se poderá ainda dizer qual d’elles ganhará a partida. Com o apparecimento da luz electrica julgou-se que a sua intensidade era demasiada para poder servir na iluminação ordinária; hoje há já quem a julgue um tanto fraca, depois dos meios empregados para lhe conservar uma certa fixidez.³⁹

No ano de 1882 a cidade de Lisboa festejou durante três dias o Centenário do Marquês de Pombal com grande pompa e muita participação popular, tendo a revista *O Occidente* feito a descrição dos festejos e das iluminações, das quais publicou vários desenhos.

O aspecto d’essa rua [da Prata] vista da Praça da Figueira ou do Terreiro do Paço era realmente phantastico. A ornamentação consistia de inumeros arcos de ferro, a curtissima distancia, todos illuminados a gaz, que davam um effeito maravilhoso de perspectiva. A rua dos Fanqueiros era illuminada quasi que pelo mesmo plano, mas o numero d’arcos era muito menor, a distancia que os separava muiyo mais lomnga, e por consequencia o effeito muito inferior ao da rua da Prata. [...]

O Rocio estava brilhante no centro; a praça cercada de festões de luz, com o theatro de D. Maria todo illuminado ao fundo fazia um esplendido effeito [...]. Na segunda-feira 8, ao meio dia realizou-se na Avenida da Liberdade o lançamento da primeira pedra do monumento à memoria do marquez de Pombal. Essa era a festa official do centenario; feita com a assistencia d’El-Rei, do ministerio e da côrte.⁴⁰

Significa que, na grande festa do centenário do Marquês de Pombal realizada em Lisboa no ano de 1882, ainda a iluminação foi feita com gás.

³⁸ *Ibidem*, p.7.

³⁹ “A iluminação a gaz e os bicos intensivos”. *O Occidente*, 4º Ano – Volume IV – nº 84, 21 de abril de 1881.

⁴⁰ “Chronica Occidental”. *O Occidente*, 5º Anno – Volume V – nº 123, 21 de maio de 1882.

A imprensa da época e, em especial a revista *O Occidente*, acompanhava com interesse as notícias relativas às novas utilizações da eletricidade e alguns títulos daquela revista são bem sugestivos, como por exemplo “A luz eléctrica nos trabalhos ruraes” (15 de setembro de 1879), a “Locomotiva eléctrica da Siemens” (15 de maio de 1880) ou “O progresso da telegrafia” (1 de novembro de 1881).

As iniciativas para a utilização da eletricidade na iluminação pública e de edifícios eram as que mais regularmente eram noticiadas pela imprensa e mostravam que as mais recentes inovações estavam a ser adotadas.

Em 1882 as salas da exposição de Arte Ornamental realizada no Museu Nacional de Belas Artes, foram iluminadas com reguladores diferenciais de Brush enquanto no Jardim do Museu se acenderam lâmpadas Jablochokoff.

Seis anos depois a Exposição da Indústria Nacional realizada também em Lisboa foi iluminada a luz eléctrica por F. Baerlein.

No Instituto Industrial de Lisboa, onde o laboratório de electrotécnica possuía uma instalação completa para a demonstração dos fenómenos eléctricos, foram realizadas, em 1883-84, as primeiras experiências com as lâmpadas Swan e uma máquina Siemens e a partir de 1891, o edifício do Instituto passou a ser parcialmente iluminado a luz eléctrica.⁴¹

Porém, só em maio de 1889 é que a Câmara Municipal de Lisboa celebrou um contrato destinado à instalação de iluminação eléctrica de algumas zonas da cidade.

A iluminação eléctrica é instalada em definitivo no Chiado, rua do Ouro, praças D. Pedro IV, do Município e dos Restauradores e na avenida da Liberdade, movimentando as famílias e a circulação das pessoas pela zona nobre da baixa, atraídas pela novidade e pelo progresso, tecendo-se comparações com a moderna cidade de Paris. Era o fim da lamparina como se apregoava nas ruas de Lisboa.⁴²

Seguiram-se outras experiências de utilização da eletricidade para a iluminação pública em diferentes cidades e a cidade de Braga veio reivindicar ter sido a primeira cidade que, no dia 23 de junho de 1893, teve eletricidade nas ruas e habitações durante os

⁴¹ Ana Cardoso de Matos, *op. cit.*, p. 7.

⁴² Lisboa. A noite natural que nunca mais foi escura. <https://sol.sapo.pt/artigo/536720/lisboa-a-noite-natural-que-nunca-mais-foi-escura>. (Acedido em abril de 2021).

festejos da noite de São João, embora dois anos antes, também as Termas do Gerês tenham beneficiado da eletricidade.⁴³

No dia 31 de agosto de 1901 começaram a circular os primeiros carros elétricos de Lisboa e esse facto, que recentemente foi evocado por ocasião do seu 120º aniversário,⁴⁴ era mais um testemunho do entusiasmo com que era adotada a eletricidade, já não apenas na perspetiva da iluminação, mas em muitas outras aplicações. Também, o sucesso da eletrificação da cidade de Lisboa foi enorme e o aumento do consumo de energia elétrica obrigou a que, em 1908, se construísse a nova Central da Junqueira, um belo edifício que atualmente aloja o Museu da Eletricidade.

Com os múltiplos avanços tecnológicos, em finais do século XIX surgiram naturalmente em Portugal várias empresas nacionais e estrangeiras, dedicadas à exploração comercial da eletricidade e que forneciam e montavam instalações elétricas. A Companhia Portuguesa de Eletricidade que possuía escritórios em Lisboa e no Porto, foi responsável pela montagem de diversas instalações elétricas, como a iluminação do Chiado e a iluminação da Companhia de Caminhos de Ferro do Norte e Leste, realizou, entre outras obras, a iluminação elétrica da estação do Rossio. Seguiu-se a iluminação da Avenida da Liberdade a partir de uma pequena Central Elétrica que se situava nessa mesma avenida e que pertencia à *Companhia Gás de Lisboa*.⁴⁵

No campo da difusão tecnológica ligada à eletricidade, os engenheiros portugueses conheciam as tecnologias mais avançadas e as suas aplicações, as quais foram introduzidas em Portugal sem grande desfasamento em relação aos outros países. Mesmo assim, a maior parte desses projetos foram entregues a engenheiros estrangeiros ou a portugueses que tinham feito a sua formação no estrangeiro, os quais se assumiram como agentes de transferência de tecnologia.⁴⁶

A nível cultural, também esta moderna tecnologia levou ao surgimento em Portugal de revistas e jornais dedicados aos usos da eletricidade, tal como aconteceu noutros países da Europa, o que mostrava que havia públicos e leitores interessados nesse tema.

⁴³ Sabe qual foi a primeira cidade de Portugal a ter eletricidade?
<https://www.electrorep.pt/novidades/sabe-qual-foi-a-primeira-cidade-de-portugal-a-ter-eletricidade>.
(Acedido em janeiro de 2021).

⁴⁴ *Público*, edição de 31 de agosto de 2021.

⁴⁵ Ana Cardoso de Matos, *op. cit.*, p. 4.

⁴⁶ *Ibidem*, p. 16.

Já em 1883 se tinha iniciado a edição de uma *Revista de Electricidade e Telegrafia*, na qual se publicaram artigos sobre as Exposições de Eletricidade de Paris e de Viena, se deu a notícia do surgimento de novas máquinas elétricas e se publicaram traduções de artigos que tinham sido divulgados em publicações especializadas como o *Journal Parisienne d'Electricité*, o *La Electricidad de Barcelona*, a *La Lumière Electrique* ou o *Journal Télégraphique*.⁴⁷

Em termos práticos, a eletricidade, aplicada à iluminação pública fez mudar, não só os comportamentos sociais, como também os interesses científicos e os hábitos da leitura em geral e sobre este tema, o que levou ao surgimento de novas revistas especializadas, como a *Revista de Electricidade, Telegrafos, Faróis e Correios*, em que foram incluídos vários artigos sobre esta temática.

⁴⁷ *Ibidem*, pp. 7-8.

2. A adoção da nova tecnologia na Marinha Portuguesa

As primeiras referências escritas sobre a problemática da introdução de eletricidade na Armada, em que se descrevem essencialmente algumas experiências, foram publicadas pelos *Anais do Clube Militar Naval*.⁴⁸

Em 1871 foi publicado nos *Anais do CMN* um texto inovador que pretende dar a conhecer aos seus sócios as diversas aplicações da luz elétrica a bordo dos navios.

A luz elétrica é hoje um importante auxiliar da Marinha, recomendado por si mesmo, como um poderoso meio a utilizar tanto na paz como na guerra; e depois de conhecidos, como já são, os resultados das experiências feitas a bordo de alguns navios franceses, americanos, e austríacos, não deve haver um único Oficial de Marinha, amante do progresso, e da ciência, que não deseje ver adotada a bordo a luz elétrica, muito especialmente no sistema de iluminação tendente a evitar as atracções.

A instalação da luz elétrica a bordo tem de ser objeto de muita atenção, já pelo que respeita à solidez dos aparelhos e fixos, que os sustentam, já pelos cuidados de preservar do contacto da água do mar, e da influência dos raios solares, o revestimento de guta-percha, com que os fios condutores são cobertos.⁴⁹

Apesar do assunto ter despertado o interesse dos sócios do CMN, também gerou preocupações relativamente à aplicação da eletricidade ao serviço marítimo.

[...] devida **unicamente** à pouca ou nenhuma precaução empregada a bordo para evitar as avarias, e à falta de conhecimentos práticos suficientes para as reparar.

Adotadas que sejam todas as precauções, que a ciência e a prática forem indicando como necessárias, a eletricidade há-de ser proficuamente aplicada aos mais importantes ramos do serviço de bordo.⁵⁰

Porém, esta nova tecnologia só se concretizou quando foi construído o primeiro navio – a corveta *Afonso de Albuquerque* – lançada à água em Inglaterra em 1884 e que dispunha de uma modesta instalação elétrica de origem. Foi o primeiro navio de guerra português a ter instalação elétrica desde a sua construção, embora no mesmo ano, também o navio mercante *Funchal*, tivesse recebido uma instalação elétrica.

⁴⁸ António Costa Canas, «150 Anos dos Anais do Clube Militar Naval», *Memórias 2020*, Academia de Marinha, 2021, pp. 409-410.

⁴⁹ «Diversas aplicações da luz elétrica a bordo dos navios», *Anais do Clube Militar Naval*, 1871, pp. 188-191.

⁵⁰ *Ibidem*, p.191.

De notar que a eletricidade foi introduzida na Marinha portuguesa nos primeiros tempos da sua utilização a bordo dos navios. A corveta *Afonso de Albuquerque* foi lançada à água em 1884. Por exemplo, nos Estados Unidos, que na altura já caminhavam para ser uma grande potência naval, a primeira instalação elétrica a bordo de um navio ocorreu apenas em 1883.⁵¹

De facto, um ano antes da entrada ao serviço da corveta *Afonso de Albuquerque*, o USS *Treton*, um navio de guerra da Marinha dos EUA, inaugurou em 1883, uma instalação de luzes elétricas. Este encargo esteve a cargo da empresa *Edison Company for Isolated Lighting*, com o objetivo de instalar “um dínamo e um motor Armington-Sims completos para fornecer luz por meio de fiação isolada para 104 lâmpadas de 16 velas, 130 lâmpadas de 10 velas e quatro lâmpadas elétricas de 32 velas”.⁵²

2.1. A introdução da eletricidade a bordo dos navios

Como foi referido, a primeira experiência de iluminação pública a partir da eletricidade em Portugal, aconteceu no dia 28 de setembro de 1878 na esplanada da Cidadela de Cascais, quando se comemorava o 15º aniversário do Príncipe herdeiro D. Carlos.

Nessa ocasião foram acesos candeeiros e o sucesso da experiência foi tão grande que em Lisboa se organizaram excursões de famílias para ver a novidade que eram os candeeiros acesos. “Este evento real foi o pontapé de saída para eletrificar Portugal e os portugueses ficaram entusiasmados com a novidade”.⁵³

Pouco tempo depois, por iniciativa do Rei D. Luís que tinha uma especial ligação à Marinha, aconteceu a primeira experiência de iluminação elétrica a bordo da corveta *Mindelo*, que está relatada nos *Anais do Club Militar Naval* de 1880, numa notícia intitulada “Luz electrica a bordo”, que revela como aconteceu a primeira instalação elétrica a bordo de um navio em Portugal.

Não devemos deixar passar despercebido o facto que ultimamente se deu em um dos navios da nossa marinha de guerra, e que pela sua novidade e importancia é digno

⁵¹ António Costa Canas, *op. cit.*, p. 410.

⁵²<https://www.history.navy.mil/browse-by-topic/exploration-and-innovation/electricity-and-uss-treton.html> (Acedido em janeiro de 2021).

⁵³ “A cidadela de Cascais como palco de estreia”. <https://www.edp.com/pt-pt/historias/uma-historia-de-dois-seculos-portugal-acende-a-primeira-lampada>. (Acedido em janeiro de 2021).

de todo o nosso interesse. Referimo-nos á exhibição da luz electrica a bordo da corveta Mindello, na commissão que este navio acaba de desempenhar ás ordens de S. M. El-rei [D. Luís I].

Deve-se a S. M. o pensamento inicial d'esta innovação, pensamento despertado talvez em presença do brilhante espectáculo offerecido pela esquadra franceza em a noite de 28 de setembro, quando n'um momento dado, os cinco navios de que a referida esquadra se compunha, pondo em acção os seus aparelhos de luz electrica, encheram de irradiações deslumbrantes a bahia de Cascaes.⁵⁴

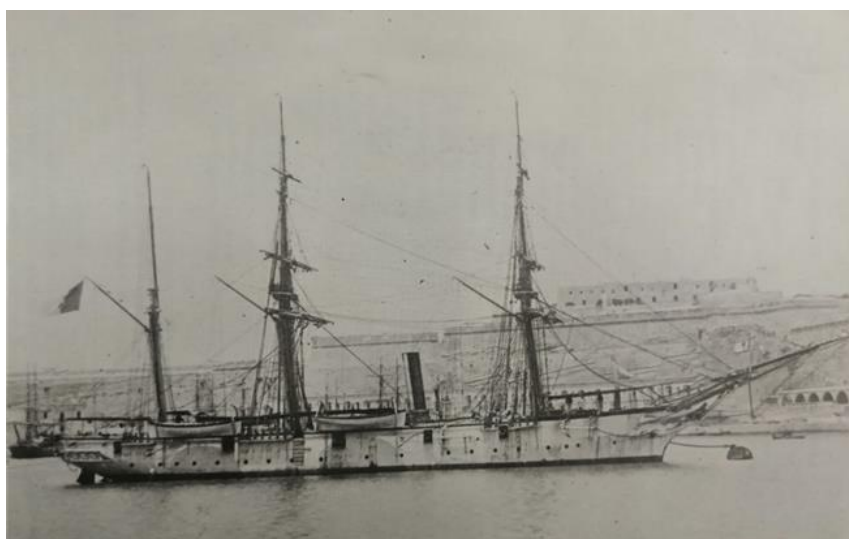


Fig. 3 – A corveta *Mindello*

(Fonte: *Três Séculos no Mar (1640-1910)*, Volume 17, António Marques Esparteiro)

A notícia revelava que a instalação “foi obra do hábil e inteligente engenheiro maquinista-naval, o Sr. João do Pinho”.

Este acontecimento, que á primeira vista poderá parecer insignificante, tem, a nosso ver, toda a importância pela iniciação que representa para a nossa marinha, o qual deu assim o primeiro passo para a aquisição de tão grande e indispensável melhoramento. Actualmente não se comprehende um verdadeiro navio de combate sem este importante accessorio.⁵⁵

A inovação começou a ser adotada e, em 1884, quando a Empresa Insulana de Navegação adquiriu o paquete *Funchal*, que durante 43 anos se manteve ao serviço das ligações entre o Continente e os arquipélagos dos Açores e Madeira, mandou instalar

⁵⁴ «Luz electrica a bordo». *Anais do Club Militar Naval*, Tomo X, 1880, pp. 266-267.

⁵⁵ *Ibidem*, p. 267.

iluminação elétrica a bordo. Assim, o paquete *Funchal* tornou-se o primeiro navio português a instalar iluminação elétrica em todas as suas acomodações.⁵⁶

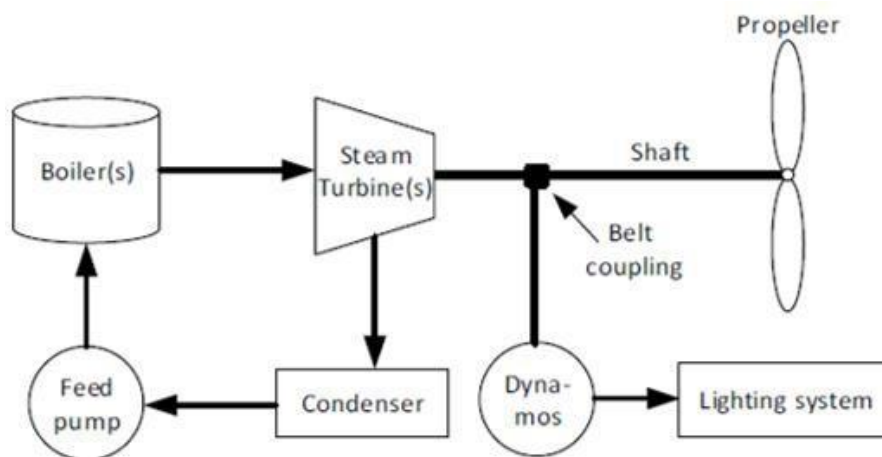


Fig. 4 – Esquema simplificado do primeiro navio com sistema de iluminação Edison.
(Fonte: *Optimization-based Control in Shipboard Electric Systems*, Espen Skjong.)

Porém, apesar das vantagens da eletricidade a bordo, alguns anos depois ainda havia sérias resistências à inovação que era trazida pela nova tecnologia da eletricidade, como prova o artigo publicado nos *Anais do Club Militar Naval*, da autoria do 2º Tenente Pereira da Silva, que haveria de ser Ministro da Marinha entre 1923 e 1926:

É frequente ouvir-se dizer a muitos dos nossos officiaes de marinha, que a electricidade a bordo só é prática na illuminação e projectores e que deveria ser banida d’outras applicações, por não merecer confiança. É esta uma affirmação bastante erronea e que só pode ser sustentada, por quem nunca lidou com aparelhos electricos.

[...]

Há pois toda a vantagem, debaixo do ponto de vista militar, no emprego da energia eléctrica nas machinas auxiliares de bordo. Os electro-motores são hoje perfeitamente praticos no emprego de cabrestantes, guinchos, bombas, monta-cargas, ventiladores, etc. São muito mais simples que os motores de vapor e muito mais facéis de manejar. Qualquer individuo trabalha com um motor electrico, o que não succede com um motor de vapor.⁵⁷

⁵⁶ Carlos Silveira, *Navegação a Vapor entre o Continente e os Açores. Primeiros tempos*, Horta, Edição de Autor, 2014, p. 39.

⁵⁷ Fernando Augusto Pereira da Silva, «A electricidade a bordo dos navios de guerra», *Anais do Clube Militar Naval*, Tomo XXXII, Nº 8, agosto, 1902, p. 485.

A eficiência dos motores elétricos e a sua simplicidade revelavam-se mais interessantes quando eram empregues diretamente num equipamento ou como máquinas auxiliares de bordo e, por isso, a instalação a bordo destes novos aparelhos generalizou-se rapidamente e começou a substituir o uso dos equipamentos a vapor.⁵⁸

Significa que a adoção da eletricidade para utilização a bordo dos navios da Marinha Portuguesa foi um processo que exigiu crítica e reflexão, daí resultando que a sua produção a bordo – geradores elétricos – e as suas diferentes aplicações – sistemas de iluminação, telecomunicações, artilharia, sistemas de frio, ventilação, máquinas auxiliares como guinchos e cabrestantes, entre outras utilizações – foi um processo que se verificou gradualmente. Conhecidas as tradicionais dificuldades orçamentais que sempre afetam a Marinha, sobretudo em épocas de renovação tecnológica, é natural pensar-se que a introdução de eletricidade na Marinha Portuguesa também sofreu com as vicissitudes orçamentais.

2.2. Os sistemas de iluminação a bordo

Na segunda metade do século XIX verificou-se uma enorme evolução tecnológica no que respeita à conceção e arquitetura dos navios e às técnicas de construção naval, que influenciaram os sistemas de propulsão mecânica e o armamento, mas a adoção da eletricidade foi, porventura, a maior aquisição tecnológica da época da passagem para o século XX.

O fim da propulsão à vela e o aparecimento da propulsão a vapor, bem como a passagem da construção em madeira para a construção em ferro e aço, como materiais utilizados na construção dos respetivos cascos, foram as alterações dominantes mais referidas relativamente a este período.

Porém, para além desses aspetos, foi também importante a revolução técnica associada à chegada da eletricidade ao mundo marítimo. A pioneira aplicação da eletricidade a bordo dos navios foi a iluminação, que se tornou possível a partir de meados do século XIX, quando se inventou um eficaz revestimento de borracha para os fios condutores. Foi mais uma “invenção” lucrativa, só ao alcance de grandes empresas

⁵⁸ *Ibidem*, p. 486.

capitalistas localizadas em dois ou três países mais ricos ou mais desenvolvidos cientificamente.⁵⁹

Porém, a eletricidade chegou bem mais tarde a bordo dos navios⁶⁰ enquanto a iluminação por lanternas de azeite continuou a ser o sistema dominante e assim se manteve por mais alguns anos.

O uso da eletricidade produzida a bordo por geradores pode considerar-se que passou por duas fases.

Numa primeira fase que se pode situar até 1890, a eletricidade era aplicada para a iluminação dos compartimentos, para as luzes de navegação e para os projetores destinados à localização noturna de alvos ou perigos, militares ou marítimos.

Na segunda fase, mais tardia, os navios modernos começaram a dispor de motores elétricos que podiam movimentar grandes cargas, como por exemplo os elevadores de munições, a movimentação de bocas-de-fogo de maior calibre, os guinchos que permitiam içar as âncoras, entre outras aplicações.

Esta realidade verificou-se na Marinha dos Estados Unidos, mas já antes se vinha verificando nas marinhas inglesa, francesa e espanhola. No entanto, a adoção de motores elétricos só muito vagarosamente foi penetrando na nossa Armada.⁶¹

Tomando como exemplo, a informação de que temos notícia que nos indica que a primeira instalação de luz elétrica em navios de passageiros foi montada a bordo do SS *Columbia* (1880-1907) e era composta por 120 lâmpadas incandescentes distribuídas em vários circuitos. A alimentação era assegurada por quatro dínamos de 6 kW. Estes eram movimentados por correia de transmissão ligada ao veio propulsor, que recebia energia da máquina a vapor.⁶²

Os diferentes circuitos elétricos eram protegidos por pequenos fios condutores funcionando como fusíveis. Cada dínamo poderia produzir energia para 60 lâmpadas,

⁵⁹ João Freire, *Jornal da Marinha – Chefias, Mudanças, Permanências e Desempenhos nos Últimos 180 Anos*, Lisboa, 2016, p. 130.

⁶⁰ Para que possamos obter a corrente elétrica, necessitamos de uma fonte geradora de energia elétrica, gerador ou uma bateria, um recetor para utilizar a energia produzida, e condutores para realizarmos a ligação desses elementos em um circuito fechado. Esse conjunto constitui um circuito elétrico.

⁶¹ João Freire, *op. cit.*, p. 131.

⁶² Espen Skjong, *The Marine Vessel's Electrical Power System: From its Birth to Present Day*, IEEE Proceedings, 2015, p. 2.

cada uma com potência nominal de 16 velas.⁶³ O sistema de energia não incluía qualquer fornecimento para equipamentos que não fossem de iluminação, sendo o ajuste de tensão para o brilho das lâmpadas feito pelo pessoal de quarto à casa da máquina.⁶⁴

Pouco depois do sucesso acontecido com a instalação elétrica a bordo do *SS Columbia*, a firma *Edison Company for Isolated Lighting* instalou em 1883 um sistema elétrico a bordo do *USS Trenton*.

A iluminação tornou-se um recurso padrão a bordo, tanto dos navios militares da US Navy, quanto dos navios comerciais. Apesar da corrente contínua de baixa tensão de 110 Volts, desenvolvida por Edison, ter sido apenas destinada para lâmpadas incandescentes, existiram inúmeras réplicas ou imitações, até porque passou a existir uma forte competição comercial entre inventores e firmas concorrentes. Certo, é que este período é considerado como a marca do nascimento da rede elétrica a bordo dos navios.⁶⁵

2.3. As telecomunicações

No último decénio verificou-se um outro conjunto de inovações tecnológicas que melhorou a capacidade de combate em esquadra, criando forças operacionais verdadeiramente oceânicas.

Como marco dessa evolução, pode ser mencionada a introdução das transmissões de telegrafia sem fios (TSF) nos navios, que permitiu expandir a capacidade de comunicação para além da linha de visão direta, facultando ao comando do navio a capacidade de dar ordens às unidades espalhadas e fora do seu contacto visual, o que reforçou a capacidade de reconhecimento em tempo real para lá do horizonte geográfico e a possibilidade da realização de manobras estratégicas fora das zonas litorais.

Esta conquista científica e tecnológica nasceu de uma sequência de inventos e de experiências, realizadas sobretudo, pelo físico italiano Guglielmo Marconi.

Porém, os primeiros ensaios de telegrafia sem fios em Portugal realizaram-se, por iniciativa do Exército, entre o forte da Raposeira, na Trafaria, e o Regimento de

⁶³ *Vela* é a designação dada à força de luz brilhante gerada pelo filamento metálico ou de carvão da lâmpada. Atualmente essa designação é mencionada em *watts* ou *lumens*.

⁶⁴ *Ibidem*, p. 2.

⁶⁵ *Ibidem*, p. 3.

Engenharia, no forte do Alto do Duque. Deste ensaio surgiu o equipamento que iria ser testado em manobras navais a bordo do cruzador *D. Carlos I*.⁶⁶

A Marinha Portuguesa conseguiu, uma vez mais com a sua iniciação nesta moderna tecnologia, afirmar o seu pioneirismo com o uso da TSF, reforçando a imagem de uma instituição precursora na implementação das mais modernas tecnologias,⁶⁷ em linha com o projeto modernizador do Fontismo.⁶⁸

Como salientou o Professor António Telo, “foi o poder naval que facilitou a transição da sociedade portuguesa para a tecnologia da idade industrial”.⁶⁹

A Marinha adquiriu alguns equipamentos *Ducretet* para instrução e em 1905 criou o Posto Radiotelegráfico, montado no Serviço e Escola Prática de Torpedos e Eletricidade (SEPTE), em Vale de Zebro. Este equipamento, que era exclusivamente reservado para instrução de radiotelegrafistas, manteve-se pouco tempo em uso, sendo rapidamente substituído em 1909 pelos equipamentos *Marconi* de 1,5 Kw, adquiridos para serem instalados a bordo dos cruzadores e em terra.⁷⁰

Ainda em 1909, na sequência do contrato de aquisição de equipamentos radiotelegráficos Marconi (ver anexo I), deu-se a criação na Marinha da especialidade de Radiotelegrafistas. Esta nova classe, oriunda da Classe dos Timoneiros-Sinaleiros, foi pioneira nas Comunicações, tendo sido iniciada a respetiva formação em 1910 no SEPTE, mas esse quadro de Radiotelegrafistas só foi concretizado em 1915.⁷¹

Curiosamente, foi este Posto Radiotelegráfico de Vale de Zebro que assegurou as primeiras ligações radiotelegráficas com o cruzador *S. Gabriel* em 1909, durante a sua viagem de circum-navegação.

⁶⁶ António José Telo, *História da Marinha Portuguesa – Homens, Doutrinas e Organização, 1824-1974*, Lisboa, 1999, p. 247.

⁶⁷ António Rebelo Duarte, «Da introdução da TSF às modernas TCI's. 100anos que honram a Marinha.», *Revista da Armada*, nº 441, 2010, p. 10.

⁶⁸ Designação dada ao período de crescimento que evitou que Portugal se atrasasse ainda mais relativamente a outros países europeus, após as guerras liberais. Foi criado um conjunto de medidas por Fontes Pereira de Melo para melhorar os transportes e comunicações, tendo em vista desenvolver a agricultura, o comércio e a indústria.

⁶⁹ António José Telo, *op. cit.*, p. XV.

⁷⁰ José Moura da Fonseca, *As Comunicações Navais e a TSF na Armada*, Lisboa, 1988, pp. 153-161.

⁷¹ *Ibidem*, p. 279.

Também na antiga Escola Naval, então localizada no edifício do Arsenal de Marinha, em Lisboa, este equipamento *Marconi* foi montado e utilizado. Este recente posto, que ocupava o canto Sudoeste da Casa da Balança, “foi o primeiro Posto Radiotelegráfico que fez serviço em Portugal e o berço da atual rede radiotelegráfica da Armada”⁷², sendo idêntico aos que foram montados nos cruzadores e no Posto Radiotelegráfico de Vale de Zebro.

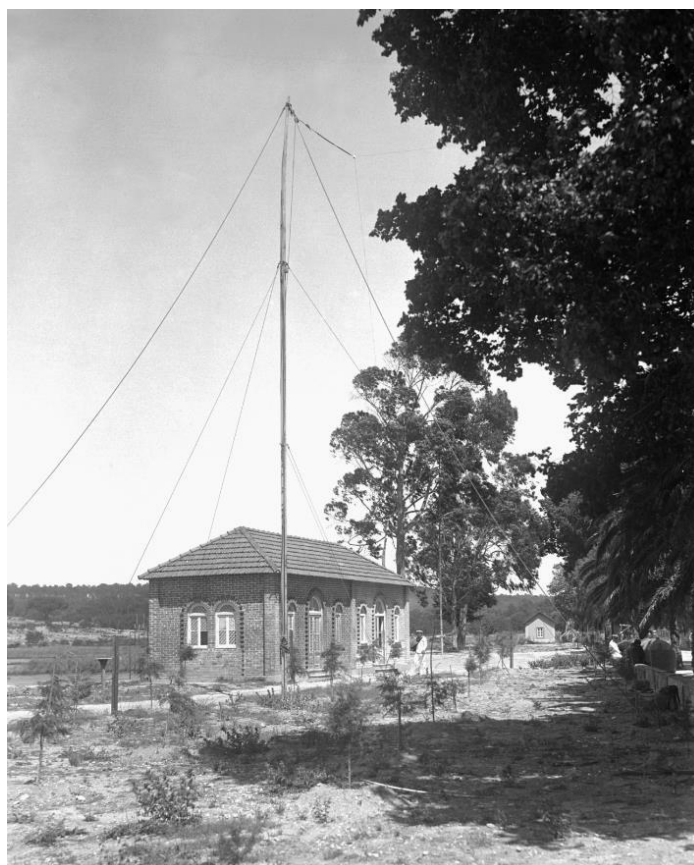


Fig. 5 – Posto radiotelegráfico de Vale de Zebro
(Fonte: Museu de Marinha)

Todavia, o dia 16 de fevereiro de 1910 representou um marco no esforço da Marinha, não tanto pela instalação da primeira estação radiotelegráfica fixa no país mas, acima de tudo, pelo que significou de envolvimento no processo de modernização tecnológica no sector das comunicações, nomeadamente ao nível do serviço público móvel marítimo e da salvaguarda da vida humana no mar, com o apoio aos navios,

⁷² *Ibidem*, p. 157.

nacionais e estrangeiros, ao largo da costa portuguesa ou em águas mais distantes do porto de Lisboa, mas também, alguns anos mais tarde, no Ultramar.

Neste contexto, o posto radiotelegráfico, equipado pela Marconi, tornou-se na primeira estação radiotelegráfica que existiu em Portugal continental e foi o embrião da rede radiotelegráfica do Ministério da Marinha. Esta competência técnica ficou a dever-se, em boa medida, à inovadora criação, em 1902, do Serviço e Escola Prática de Torpedos e Eletricidade, em Vale de Zebro.

A estação referida tomou a designação de Posto Radiotelegráfico do Arsenal da Marinha, com o indicativo de chamada ALFA MIKE, tendo como seu primeiro diretor o 1º Tenente Ladislau Parreira, um oficial que no dia 5 de Outubro de 1910 muito se distinguiu ao assumir o comando do Corpo de Marinheiros em Alcântara e ao apoiar o seu camarada Machado dos Santos, que comandou das operações militares que se desenvolveram na Rotunda, através de comunicações navais dirigidas de bordo do cruzador *S. Rafael*.

Este posto, precursor da extraordinária expansão das comunicações navais na Marinha, em 1974 atingiram o auge em termos de infraestruturas e de dispersão geográfica.

Relativamente à aquisição de equipamentos TSF de 1,5 Kw à Marconi, a Marinha constituiu uma comissão, no dia 5 de fevereiro de 1909, com a missão de proceder à sua instalação em terra e nos cruzadores *S. Gabriel*, *D. Carlos I*, *S. Rafael*, *Adamastor* e *Vasco da Gama*, garantindo assim o seu pioneirismo nas comunicações TSF.

Assim, após a instalação a bordo dos aparelhos adquiridos à Marconi, o dia 11 de dezembro de 1909 foi assinalado na história portuguesa como a data do início das comunicações radionavais portuguesas a bordo, mais concretamente, com a partida do cruzador *S. Gabriel* para a primeira viagem de circum-navegação portuguesa.

Antes de partir para uma viagem de circum-navegação do globo foi-lhe montado um posto de telegrafia sem fios, para o que foi necessário retirar o mastro da mezena e deslocar o grande. O alcance garantido era c.de 400 km com uma antena de 30 metros. No entanto, veio a transmitir a 1300 km. No dia 30 de Novembro de 1909, foram para bordo 9 volumes com o material para o posto de T.S.F. No dia 1 de Dezembro começou a montagem por dois ingleses. Em 8 de Dezembro, os ingleses fizeram experiências

com um navio a cerca de 130 milhas, com bom resultado. Em 9 deram as experiências por findas.⁷³

Foi assim que no dia 11 de dezembro de 1909, pelas 15 horas e 30 minutos, o cruzador *S. Gabriel* largou de Lisboa para uma viagem de circum-navegação e poucas horas depois, quando já navegava longe da costa, estabeleceu comunicações por telegrafia sem fios com o posto radiotelegráfico de Vale de Zebro.⁷⁴

Em termos operacionais e de serviço, as mensagens navais trocadas naquele dia, foram as primeiras que na Armada e, talvez em Portugal, utilizaram a via radiotelegráfica.

Anteriormente, no dia 25 de maio de 1902, a Marinha já havia realizado algumas experiências neste tipo de comunicações entre o cruzador *D. Carlos I* e um equipamento instalado em Cascais. Apesar destes ensaios, considera-se que a atividade desenvolvida em 11 de dezembro de 1909 foi operacionalmente a experiência pioneira.

A edição do jornal *O Século* do dia 15 de dezembro dava notícia do acontecimento:

O posto de telegrafia sem fios montado a bordo do cruzador “S. Gabriel” esteve em comunicação, durante as primeiras horas da viagem do cruzador, com o posto, em Vale de Zebro.

Foram, pois, essas as primeiras notícias da longa viagem que o cruzador iniciou, informando que no mar havia muito balanço, mas que o navio seguia “sem novidade”. Os resultados obtidos podem considerar-se muito lisonjeiros porque não houvera tempo para efetuar a sintonização entre os dois postos, uma vez que o posto do cruzador tinha sido montado nos últimos dias da estada do navio em Lisboa.

Com o afastamento do *S. Gabriel* dos alcances radiotelegráficos do posto de Vale de Zebro, o qual havia sido instalado apenas para fins de instrução, e dado que não existiam ao tempo outros navios portugueses equipados de TSF ou outros postos radiotelegráficos abertos ao serviço, as radiocomunicações navais iniciadas no dia 11 de dezembro, só prosseguiram e se concretizaram em moldes definitivos e regulares, a partir

⁷³ António Marques Esparteiro, *Três Séculos no Mar (1640-1910)*, Nº 29, Lisboa, 1986, pp. 22-23.

⁷⁴ Maria Fernanda Rollo e Maria Inês Queiroz, «A tripla rede Marconi. Cronologia», Lisboa, 2007, p. 125.

do dia 16 de fevereiro de 1910. Esta data ficou associada às Comunicações Navais por ter sido neste dia que se inaugurou o Posto Radiotelegráfico do Arsenal da Marinha.

Seriam então 14 horas e 40 minutos quando o Marinheiro Timoneiro-Sinaleiro nº 1763 Manuel Fernandes Correia recebeu e registou no respetivo livro a primeira transmissão oficial, originada no Posto Radiotelegráfico de Vale de Zebro, que dizia: “Queira fazer o obséquio de me mandar dizer se ahi em Lisboa está a chover”.

Embora não se possa garantir que o teor da mensagem seja de carácter operacional, ela é relevante por constituir o arranque oficial do Posto Radiotelegráfico do Arsenal da Marinha.

Voltando aos postos em terra, em 1916 entrou em funcionamento a Central Transmissora de Monsanto, substituindo o Posto Radiotelegráfico do Arsenal da Marinha:

[...] por este não ter capacidade radiotelegráfica suficiente para corresponder às solicitações do serviço oficial e do serviço móvel marítimo e a sua localização não permitir os melhoramentos indispensáveis.⁷⁵

A opção de Monsanto correspondeu a uma escolha muito feliz, pois, como refere o Almirante Moura da Fonseca, “dentro da área de Lisboa, não existe outro local que se lhe assemelhe em desafogo e condições de irradiação”.

Os equipamentos necessários, que haviam sido encomendados à Marconi, foram recebidos nos primeiros meses de 1915 - um transmissor de faísca Marconi tipo Battleship de 5 Kw e um receptor de tipo magnético de cordão rotativo - e a sua instalação teve início em Novembro desse mesmo ano.⁷⁶

As edificações começaram a ser construídas logo que foram rececionados os equipamentos, mas só em abril de 1916 é que finalizaram os trabalhos da sua instalação - *recepção e transmissão*.

Monsanto iniciou o serviço oficialmente no dia 12 de julho de 1916, depois dos resultados satisfatórios obtidos nos testes oficiais. Fica o registo dos dois mastros do parque inicial de antenas que foram montados em apenas 15 dias e as honrosas tradições no historial das radiocomunicações em Portugal. A actividade de apoio às forças aliadas durante a Guerra Mundial de 1914-1918 foi realçada pelos “inestimáveis serviços à

⁷⁵ José Moura da Fonseca, *op. cit.*, p. 161.

⁷⁶ *Ibidem*, p. 161.

causa aliada durante a Primeira Guerra Mundial, entre os quais, a emissão periódica, em francês, de avisos de guerra à navegação e a ligação entre a esquadra inglesa a Oeste de Lisboa (Finisterra) e Gibraltar”.⁷⁷

Como nota histórica interessante, refere-se que o posto de Monsanto recebeu em primeira mão, a notícia da assinatura do Armistício da Grande Guerra, às 7 horas da manhã do dia 11 de novembro de 1918.

De CTV para Chefemar, legações e Consulados – Recebeu-se o seguinte expedido às 07.00 horas. «Armistice à été signé à cinq heure en viguer à onze heure du matin heure française»⁷⁸

Também é de evidenciar o primeiro amplificador de válvulas que houve em Monsanto e que foi utilizado, oferta do Adido Naval Francês, Tenente-Coronel Bernard, presente num relatório enviado ao seu Governo acerca da radiotelegrafia na Península.⁷⁹



Fig. 6 – Posto radiotelegráfico de Monsanto
(Fonte: *As Comunicações Navais e a TSF na Armada*)

Nos finais de 1918 os sistemas de TSF, de telegrafia e de fonia estavam generalizados, sendo Monsanto o local onde o pessoal da TSF recebia instrução sobre os novos transmissores e recetores a válvulas.⁸⁰

⁷⁷ *Ibidem*, p. 163.

⁷⁸ José Moura da Fonseca, *A TSF na Armada*, Lisboa, 1985, p. 15.

⁷⁹ José Moura da Fonseca, *As Comunicações Navais e a TSF na Armada*, Lisboa, 1988, p. 163.

⁸⁰ *Ibidem*, p. 164.

2.4. Aplicações na artilharia

No final do século XIX, o Almirante Alfred Mahan⁸¹ defendia que a segurança de um Estado se conseguia pela obtenção do domínio do mar através duma batalha determinante e de uma estratégia ofensiva de aniquilação do adversário, onde uma marinha de guerra poderosa e oceânica seria o instrumento de concretização final.⁸²

Foi com esta doutrina que aquele estratega americano influenciou as marinhas mais evoluídas numa corrida internacional ao armamento para a obtenção de supremacias navais. Essa corrida passou pela intensa utilização da eletricidade no desenvolvimento das novas tecnologias aplicadas à Artilharia e que, ao serem introduzidas em navios de guerra, possibilitassem o aumento da capacidade de fogo e as respetivas alterações nas táticas navais.

Houve uma evolução tecnológica ligada ao desenvolvimento metalúrgico, o que veio a capacitar os navios de modernas peças de artilharia naval. Esta nova tecnologia trouxe maior alcance, maior precisão e uma maior penetração em relação à artilharia naval existente, tornando as unidades navais modernas umas verdadeiras plataformas de tiro.

A partir de 1895 e até 1900 houve um outro conjunto de inovações tecnológicas que melhorou a capacidade de combate em esquadra, dando origem às forças com capacidade oceânica. É claro que este feito inovador só foi conseguido devido à utilização da eletricidade.

Foi com a introdução das comunicações sem fios nos navios que se expandiu a capacidade de comunicar para além da linha do horizonte ou da linha de visão direta. Esta capacidade facultou ao comandante de uma esquadra dar ordens a unidades navais dispersas e fora do seu contacto visual. Assim, era possível fazer um reconhecimento da situação em tempo real, para além da linha do horizonte geográfico e a partir das informações recebidas conduzir o combate e aprovar manobras estratégicas.

O controlo telemétrico de tiro foi outra evolução técnica que transformou a capacidade de tiro dos couraçados, ao ultrapassar a limitação da capacidade do olho

⁸¹ Alfred Thayer Mahan (1840-1912), Almirante e historiador norte americano, cuja principal obra sobre história e estratégia naval foi *The Influence of Seapower on History, 1660-1783*.

⁸² João Pires Neves, *Poder Naval e o Papel das Marinhas no século XXI*, Lisboa, 2019, p. 20.

humano para apontar uma arma a mais de 2.000 metros, limitação que não se verificava enquanto o alcance efectivo da artilharia rondava os 1.500 metros, mas que com as peças de alma estriada e a nova pólvora química se revelava uma verdadeira limitação. Assim após a introdução da telemetria, em 1880, na Royal Navy conseguiu um alcance útil de tiro de 3.000 metros, sendo que em 1904 já tinha evoluído para uma capacidade de apontar com eficácia sobre alvos a uma distância entre os 6.000m e 7.000m. A evolução dos telémetros permitiu alcançar condições de tiro eficaz entre 10.000m e 14.000m durante a Grande Guerra, mas em consequência desse enorme alcance de tiro surgiram novos problemas de eficiência que levaram à necessidade do estudo de métodos de aquisição de alvos e de controlo de tiro.⁸³

Porém, só com a chegada da era da eletrónica, algumas décadas depois, é que se alterou definitivamente o conceito tático das operações navais, se abriu caminho à automação e se vulgarizaram os circuitos de comunicação, comando e controlo que actualmente equipam os navios.

Neste propósito, foi publicado em 1970 nos *Anais do CMN*, um artigo da autoria do Comandante J. Rasquilho Raposo, relativamente aos cem anos da Artilharia Naval, em que mostra que a evolução técnica tinha sido enorme, passando dos sistemas hidráulicos e eléctricos do início do século XX que movimentavam as peças de artilharia de grande calibre, para as torres de artilharia telecomandadas a partir de um computador de tiro computadorizado, substituindo totalmente os apontadores das peças.⁸⁴

Há cem anos, o problema da pontaria resumia-se à resolução de um problema extraordinariamente simples, uma vez que os alvos a bater, assim como os navios atiradores dispunham de muito baixas velocidades e as próprias peças tinham alcances muito pequenos.

[...]

Pretendendo inicialmente resolver unicamente o problema do tiro direto, passa posteriormente à fase de alça calculadora, que não representa senão os primórdios das Direções de tiro. É desse modo que se passa pelas alças telescópicas, cada vez mais perfeitas, dada a necessidade de observação a longa distância, pelas alças de anel e pelas alças giroscópicas.⁸⁵

⁸³ *Ibidem*, p.34.

⁸⁴ J. Rasquilho Raposo, “Cem anos da artilharia naval”, *Anais do Clube Militar Naval*, Número Especial Comemorativo do Primeiro Centenário dos Anais do CMN, Lisboa, 1970, p. 195.

⁸⁵ *Ibidem*, p. 195.

A Marinha Portuguesa ao longo das primeiras duas décadas do século XX foi acompanhando as novidades tecnológicas mundiais, tendo realizado um esforço enorme para adquirir meios e para se manter a par desse conhecimento científico.

2.5. A produção de frio

A história das navegações está cheia de referências às dificuldades alimentares das tripulações, à falta de alimentos frescos, ao transporte de animais vivos para serem abatidos durante as viagens e às doenças, designadamente o escorbuto, que dizimavam os tripulantes.

A partir de meados do século XIX, o desenvolvimento das tecnologias navais fez aumentar o desenvolvimento de máquinas que vieram a permitir que os alimentos fossem armazenados por longos períodos de tempo, através da sua conservação em frio.

Passava-se assim de um sistema baseado nos chamados “alimentos secos”, designadamente o biscoito, a carne salgada, o peixe seco. A conservação também deveria ser vista como uma forma de armazenar o excesso de alimentos disponíveis e em tempos de escassez.

Esta ideia revolucionária iria permitir aos navios e às respetivas armadas, não só ganhar maior autonomia no mar, mas também uma melhoria substancial nas condições de higiene sanitária de bordo.

Os alimentos a bordo das viagens das naus e caravelas, após um certo tempo deterioraram-se, causando muitas doenças. Apesar dos alimentos carregados para bordo passarem por várias técnicas de conservação anteriormente utilizadas, como a salga, a secagem, a fumagem, a fermentação do peixe e, mais tarde, os enlatados, foi o gelo que veio garantir a melhor conservação dos alimentos. Porém, nas armadas portuguesas, foi o bacalhau que, como era seco e salgado, ocupava e continua a ocupar um lugar de eleição à mesa dos marinheiros e que, ainda hoje, faz parte da tradição da dieta naval.

Foi em França que a mudança para o sistema termoelétrico se iniciou através de uma série de experiências científicas realizadas em 1834 por Jean Charles Peltier⁸⁶ que descobriu que à passagem de corrente contínua numa junção de duas placas de metais

⁸⁶ Jean Charles Peltier (1785-1845), foi um físico francês que descobriu como a corrente elétrica pode produzir frio ou calor.

diferentes, dependendo da direção da corrente, se dá a libertação ou absorção de calor na junção delas.⁸⁷

Entre 1842 e 1887 o comércio marítimo de carga geral acentuou-se devido à introdução do vapor nos navios de longo curso, com motores mais potentes e rápidos. É precisamente durante esta fase, que surgem enormes pressões para a construção e modernização dos navios de grande calado. A necessidade de conservar alimentos fez com que surgisse a primeira máquina inventada em Grenelle pelo francês Paul Giffard⁸⁸ numa fábrica onde ele próprio investigou a preservação de carne pelo sistema de refrigeração, que era obtida pela expansão do ar comprimido até obter um resfriamento muito abaixo de 0°C.

Esta novidade atravessou fronteiras e foi imediatamente introduzida na indústria naval inglesa. A Inglaterra que já era a primeira marinha mundial adotou imediatamente os resultados obtidos por Paul Giffard, em particular na adaptação deste processo aos navios que realizavam o transporte de carne ovina da Austrália para a Inglaterra, fazendo escala na Nova Zelândia.⁸⁹

De salientar que este desenvolvimento foi a pedra angular de um sistema que iria permitir aos navios uma autonomia que só foi concretizado depois de muita luta pela hegemonia das principais potências construtoras. Porém, a grande decisão só se deu no começo do século e mais concretamente a partir de 1918, quando se deu o aparecimento do primeiro frigorífico a eletricidade com um pequeno motor, fabricado nos Estados Unidos pela firma *Kelvinator Company*. A partir de 1920, a evolução foi tremenda, com uma produção sempre a crescer.

Em Portugal o aparecimento dos navios com refrigeração por eletricidade acompanhou a evolução mundial, à medida que iam sendo colocados em prática novos programas de construção naval.

O problema da refrigeração a bordo também despertou interesse em Portugal, sobretudo em relação à sua adopção pelos cruzadores que então integravam o efectivo

⁸⁷ Etienne Delaire. *Le froid dans la conservation des produits de la mer*, p. 14. <https://hal.archives-ouvertes.fr>, (Acedido em março de 2021).

⁸⁸ Paul Giffard (1837-1897), foi um inventor francês que se destacou nos campos da termodinâmica, do gás e da compressão.

⁸⁹ Etienne Delaire, *op. cit.*, pp. 18-19.

dos navios da Armada. Os *Anais do CMN* testemunharam esse interesse ao publicar um artigo em 1909, intitulado “Máquinas frigoríficas de ar”, da autoria do maquinista naval Alfredo de Oliveira Dores, em que é feito um estudo da máquina frigorífica a ser aplicada no cruzador *S. Rafael*. O estudo, para além de se debruçar sobre aspetos técnicos relativos à manutenção do equipamento, ensina também como calcular a potência frigorífica para a produção exata de gelo de uma determinada câmara de frio.⁹⁰

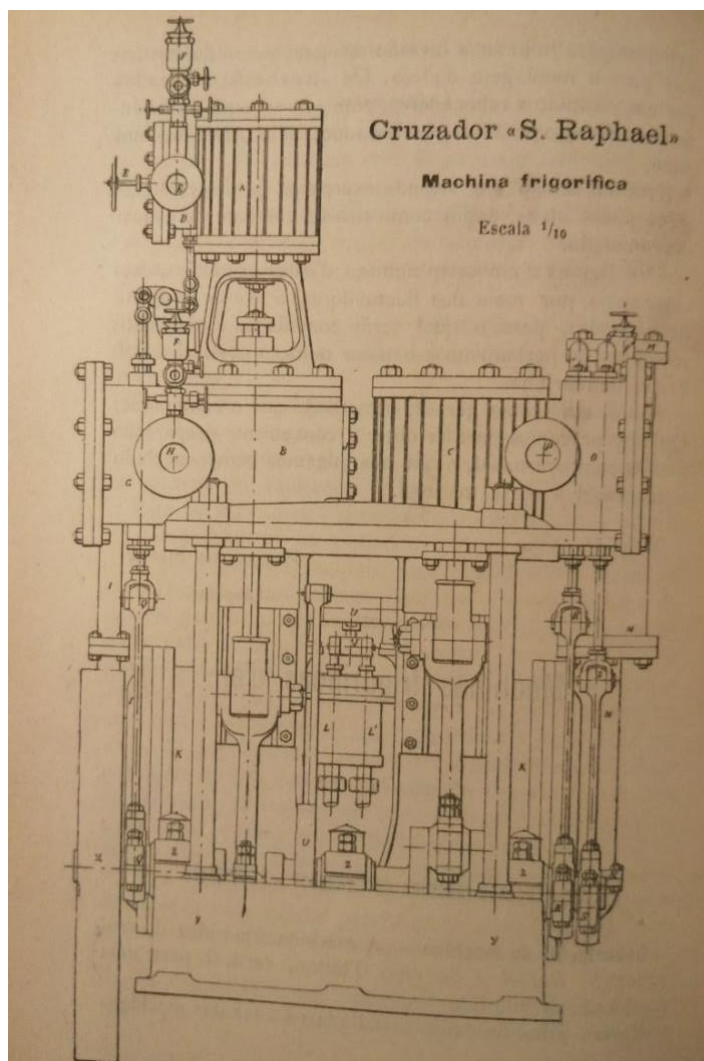


Fig. 7 – Máquina frigorífica do cruzador *S. Rafael*.
(Fonte: *Anais do Clube Militar Naval*)

⁹⁰ Alfredo de Oliveira Dores, “Máquinas frigoríficas de ar”, *Anais do Clube Militar Naval*, Vol.40, Lisboa, 1909, pp. 385-405.

A machina frigorifica do cruzador S. Rafael é do typo Thirion, vertical, para uma producção de 500 frigorias⁹¹.

Estava primitivamente installada na casa das machinas auxiliares de ré, sendo depois montada no pavimento da coberta de ré, devido ao seu anterior mau funcionamento. Evitaram-se assim algumas curvas e a extensão do conductor foi bastante diminuída. Modificou-se também a tubuladura de sahida do ar expandido junto á machina e a de entrada na camara frigorifica, que então eram cónicas e, portanto, teoricamente susceptiveis de grande debito, mas que não tendo disposição para a limpeza da neve que ahi se depositava traziam consigo o mau funcionamento da machina.⁹²

Mais tarde, em 1917, outro artigo publicado nos *Anais do CMN* faz referência ao cálculo de uma instalação para refrigeração nos paióis nos navios de guerra, em particular no cruzador *Almirante Reis*. Esse artigo é assinado pelo 2º tenente Raúl César Ferreira, que pertencia à guarnição desse navio, e nele é calculada uma instalação para refrigeração nos paióis de munições, de forma a baixar e manter a uma determinada temperatura⁹³. É também calculado um frigorífico para viveres, em que já é tido em conta:

1º o consumo horário de frigorias pela transmissão do calor, durante as 24 horas, através das paredes do paiol, o qual se pode supor de 0.7 a 0.8 de caloria por m² e por hora, para um grau de diferença de temperatura, se se trata de paredes bem isoladas;

2.º As frigorias perdidas por aberturas de portas, entradas de pessoas, luzes, etc.⁹⁴

No entanto, até ao início da Grande Guerra, a Armada não considerou ser importante a instalação a bordo de sistemas de refrigeração, continuando a ser carregados animais vivos nos nossos navios para serem consumidos a bordo. Na prática, em Portugal a utilização das frigoríficas a bordo só ficou generalizado mais tarde, a partir dos anos 1920.

2.6. A propulsão dos submarinos

Um submarino é um navio com capacidade para operar em imersão e, embora de forma não exclusiva, é utilizado sobretudo para fins militares. A sua invenção aconteceu

⁹¹ Unidade térmica empregada nas indústrias frigorificas, e que corresponde ao milionésimo da termia. É uma caloria negativa.

⁹² *Ibidem*, pp. 385-389.

⁹³ Raúl César Ferreira, “Refrigeração dos paióis nos navios de guerra”, *Anais do Clube Militar Naval*, Vol.48, Lisboa, 1917, pp. 123-127.

⁹⁴ *Ibidem*, p. 127.

nos Estados Unidos em finais do século XVIII e o crédito desse invento tem sido atribuído a diferentes inventores, como David Bushnell, John Holland e Robert Fulton, entre outros.⁹⁵

Na realidade, Bushnell é americano e fez um submarino nos Estados Unidos na altura da guerra da independência. O seu propósito era atacar um navio inglês e foi utilizado, mas o ataque não teve sucesso. Fulton era também americano, mas fez um submarino para os franceses de Napoleão Bonaparte, o qual não teve qualquer uso. Mais tarde, na guerra civil americana apareceu mais um submarino, o *Hunley*, que foi usado com sucesso num ataque, mas o submarino também se perdeu, na mesma explosão.

Estes submarinos não teriam grande valor militar, pois eram todos de propulsão humana e o *Nautilus* de Fulton, até tinha uma vela ao navegar à superfície. No entanto, o interesse pelos submarinos também deu origem a projetos alemães, russos e de outros países.

No final do século XIX é que começaram a aparecer submarinos com impacto significativo na arte da guerra, sobretudo depois de adotarem sistemas de propulsão, primeiro a ar comprimido e, depois, a eletricidade com um sistema diesel-elétrico destinado ao carregamento das baterias principais. Foram os franceses que estiveram totalmente na vanguarda da inovação desta época.

A figura 8 simplifica como funcionava o sistema de propulsão diesel-elétrico ou de bateria dos primeiros submarinos, em que as baterias principais (baterias de chumbo) eram carregadas quando o submarino se encontrava à superfície, usando para isso a propulsão com geradores a diesel. As baterias deveriam ser apenas utilizadas durante a imersão como forma de aumentar a autonomia do submarino.⁹⁶

Embora tenha sido feito um grande esforço no desenvolvimento evolutivo dos motores e dos sistemas de propulsão, o problema da falta de oxigénio durante as operações de imersão não se conseguia resolver de forma satisfatória, porque a guarnição do submarino precisava do ar renovado para respirar.⁹⁷

⁹⁵ A Marinha de Guerra Portuguesa foi uma das primeiras do mundo a dispor de submarinos, tendo recebido em 1913 o NRP *Espadarte*, que fora encomendado ainda no tempo da Monarquia e que foi construído nos estaleiros italianos de Livorno e La Spezia.

⁹⁶ Espen Skjong, *The Marine Vessel's Electrical Power System: Past, Present and Future Challenges. Optimization-based Control*, 2017, pp.33-34.

⁹⁷ *Ibidem*, pp. 28-34.

Apesar disso, com a introdução da bateria como fonte de energia para a sua propulsão, o submarino tornou-se uma arma de grande sucesso. Para além dos motores elétricos da propulsão, a bateria alimentava os sistemas de iluminação e instrumentos de apoio à navegação.

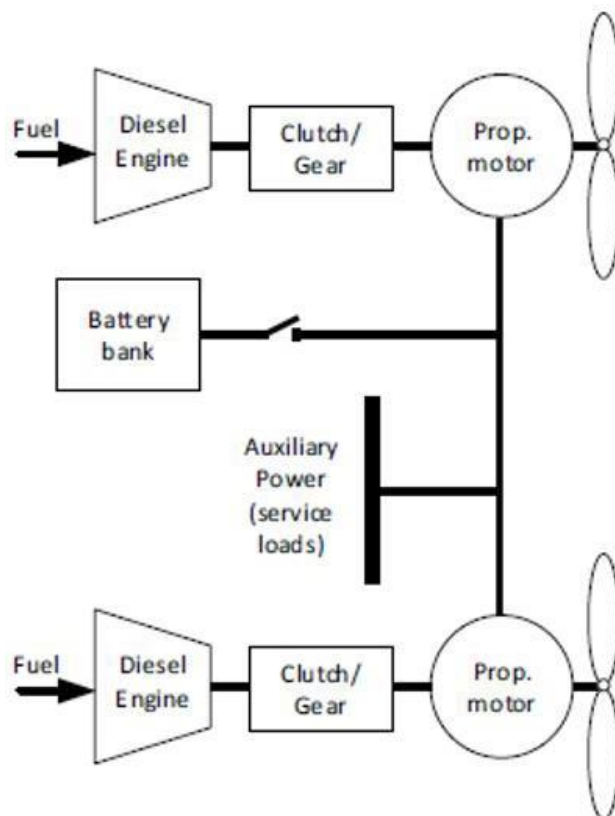


Fig. 8 – Esquema simplificado do sistema de propulsão diesel-bateria dos primeiros submarinos
(Fonte: *Optimization-based Control in Shipboard Electric Systems*, Espen Skjong)

A duração máxima das operações de imersão estava muito dependente da aceleração do submarino, verificando-se que a uma velocidade de cerca de 2 nós, poderia permanecer imerso cerca de 48 horas, enquanto se a sua rotação subisse, para cerca de 8 nós, só poderia ficar imerso uma hora.⁹⁸

Assim, podemos definir a bateria elétrica como a fonte de energia dos motores elétricos de propulsão do submarino debaixo da água. Relativamente à sua capacidade, as baterias dependem da variação das intensidades da descarga, que por sua vez são determinadas pelas velocidades máxima e económica em imersão.

⁹⁸ *Ibidem*, p. 34.

Em Portugal foi o 1º Tenente Joaquim de Almeida Henriques, o primeiro comandante do submersível *Espadarte*, que descreveu o funcionamento da bateria elétrica do submarino.

a energia elétrica da bateria representa o combustível dos motores eléctricos do submarino, combustível que pode ser admitido nos motores em maior ou menor quantidade, dando ao navio maior ou menor velocidade, e que se considera exgotado a certa altura da descida da voltagem em cada elemento, como um tanque de nafta ou um paiol de carvão, necessitando desde logo ser novamente atestada a bateria, com novo combustível, ou seja, com nova carga, e este numero de cargas e descargas, que os acumuladores de chumbo podem suportar, que reduz a sua vida a cêrca de 4 anos para as chapas positivas, e a cerca de 8 anos para as chapas negativas.⁹⁹

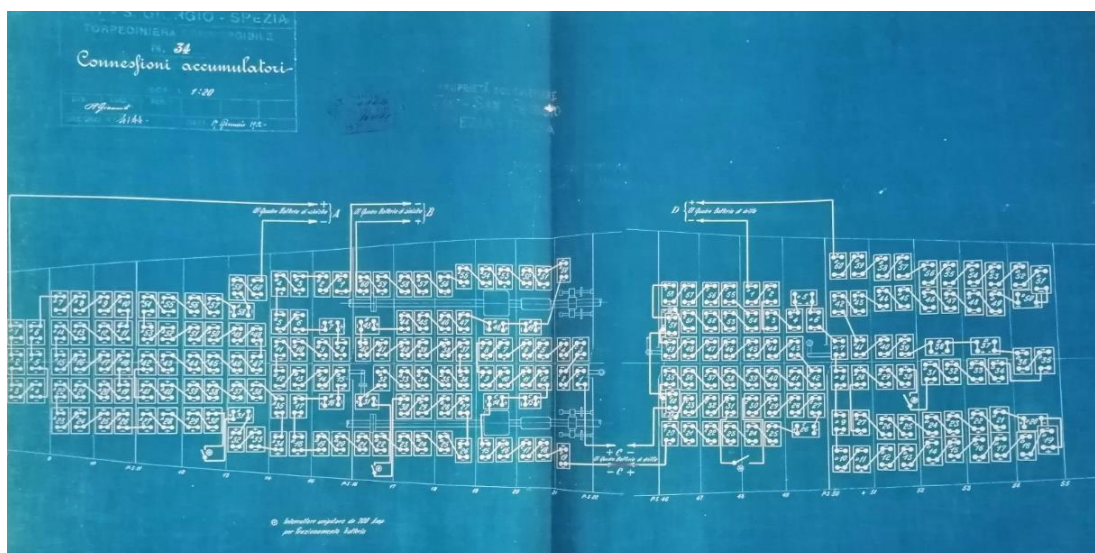


Fig. 9 – Distribuição ao longo do navio da bateria do Submersível *Espadarte*
(Fonte: BCM-AH – Plano 19/130 – Álbum 2, Desenho 24)

Foi com base nos textos do primeiro comandante do *Espadarte*, que ficámos a saber-como se podia garantir uma regeneração da bateria elétrica. A operação consiste na substituição das chapas em toda a bateria, uma operação que tem que ser realizada nas oficinas em terra, o que obriga ao desembarque completo de todos os seus elementos e a uma nova montagem que é designada como a regeneração da bateria.¹⁰⁰

⁹⁹ Joaquim de Almeida Henriques, *Navegação Submarina “O Espadarte” Os primeiros e os últimos anos de vida de um submarino*, Lisboa, 1928, p. 124.

¹⁰⁰ *Ibidem*, p. 124.

Porém, tal como todos os submarinos, o *Espadarte* precisava de uma Estação em terra que lhe carregasse a bateria elétrica principal. Só assim evitava cansar os motores e os dínamos de bordo durante os períodos em que não se realizavam viagens.¹⁰¹

2.7. A influência da eletricidade sobre a agulha magnética

O nosso planeta comporta-se como um enorme campo magnético e a *agulha magnética*, que antigamente era conhecida como agulha de marear, deverá apontar para o norte magnético. Uma agulha magnética é, portanto, um equipamento que serve para indicar a direção no mar, sendo constituído por uma rosa-dos-ventos graduada dos 000° aos 360°, que está fixa ao navio e tem um ponteiro associado, que se movimenta e aponta para o *norte magnético*.

Porém, porque o campo magnético terrestre não é uniforme, o norte magnético não coincide com o norte geográfico e ao ângulo formado por essas duas direções chama-se *declinação magnética*.

Com o aparecimento da construção naval em ferro e aço, cada navio também passou a magnetizar-se e a comportar-se como um campo magnético, pelo que a agulha magnética passou a sofrer a influência não só do campo magnético terrestre, mas de praticamente todos os objetos metálicos existentes a bordo.

Assim, a agulha magnética não aponta para o norte geográfico, nem para o norte magnético, mas para outra direção que é o norte da agulha. O desvio entre o norte magnético e o norte da agulha, designa-se por *desvio da agulha*. O aparecimento da eletricidade a bordo gerou várias influências magnéticas que nem sempre é possível anular ou minimizar.

Antes do emprego da eletricidade a bordo, a instalação e funcionamento da agulha magnética eram considerados, exclusivamente, dependência da polaridade adquirida pela orientação do navio no estaleiro e do ferro existente a bordo¹⁰².

¹⁰¹ *Ibidem*, p. 74.

¹⁰² Augusto Ramos da Costa, “Influência da electricidade sobre a agulha magnética”, *Anais do Clube Militar Naval*, Tomo XXVII, Nº 11, Lisboa, Clube Militar Naval, novembro, 1897, p. 987.

O *desvio da agulha* depende da estrutura de ferro existente a bordo, mas também é resultado da produção de energia elétrica a bordo, pelos seus grupos de geradores, cujo princípio de funcionamento é eletromagnético. Este efeito é praticamente desprezível na maior parte dos navios, pois a influência depende da intensidade dos campos eletromagnéticos e da distância entre os locais onde se encontram os geradores e a posição das agulhas magnéticas. Na generalidade dos navios essa distância é suficientemente grande para esses efeitos serem praticamente nulos. Só nos submarinos é que os campos são bastante intensos, devido à distância das agulhas aos motores elétricos ser reduzida.

O físico dinamarquês Hans Christian Ørsted¹⁰³ demonstrou em 1820 a existência dessa interação da eletricidade com a agulha magnética, a partir de uma simples experiência:

Enquanto se preparava para realizar um experimento durante uma palestra na Universidade de Copenhague, ele descobriu que a agulha magnetizada de uma bússola era desviada sempre que a corrente elétrica através de uma pilha voltaica (uma forma inicial da bateria) era iniciada ou parada. Esta ocorrência surpreendente foi uma evidência sólida de que eletricidade e magnetismo são fenómenos relacionados.¹⁰⁴

Colocando-se o fio condutor paralelo à agulha magnética, esta girava em sentidos opostos, conforme o fio estivesse acima ou abaixo da bússola. O sentido da rotação também se invertia quando o sentido da corrente elétrica era alterado.

Os diagramas mostram variações da experiência, em que o fio era colocado acima ou abaixo da bússola, paralelo à agulha ou oblíquo, com a corrente em um sentido ou em outro. As setas representam a agulha (a linha tracejada indica a posição da agulha magnética quando o fio está sendo percorrido pela corrente elétrica).¹⁰⁵

Em termos práticos, se colocarmos uma agulha magnética próximo de um fio condutor de eletricidade, este ao ser percorrido pela corrente elétrica e aproximado de uma agulha magnética cria um desvio fazendo com que haja uma deflexão. Em termos práticos, quer isto dizer que a passagem de corrente elétrica origina um campo magnético.

¹⁰³ Hans Christian Ørsted (1777-1851) foi um físico e químico dinamarquês que descobriu que as correntes elétricas podem criar campos magnéticos.

¹⁰⁴ Hans Christian Ørsted - MagLab - nationalmaglab.org. (Acedido em dezembro de 2020).

¹⁰⁵ Hans Christian Ørsted, «Experiências sobre o Efeito do Conflito Elétrico sobre a Agulha Magnética», *Cadernos de História e Filosofia da Ciência*, 10, 1986, pp. 116- 117.

A este fenómeno dá-se a designação de *eletromagnetismo*, que é o conjunto dos fenómenos que resultam da interação dos campos elétricos e magnéticos.

Para explicar esta relação, o cientista inglês Michael Faraday utilizou em 1831 um núcleo de ferro e duas bobinas para mostrar que a variação do fluxo magnético também gerava corrente elétrica. A partir dessa experiência, Faraday concluiu que essa corrente elétrica surgia se houvesse variação do campo magnético, ou seja, aparecia ou desaparecia quando essa bobina era ligada ou desligada. Essa descoberta ficou conhecida como indução magnética ou Lei de Faraday.

Porém, era ainda necessário determinar o sentido desta corrente. Foi um cientista estónio chamado Heinrich Lenz (1804-1865) que em 1834, quando investigava a indução magnética, descobriu o verdadeiro sentido da corrente e essa descoberta ficou conhecida como Lei de Lenz.

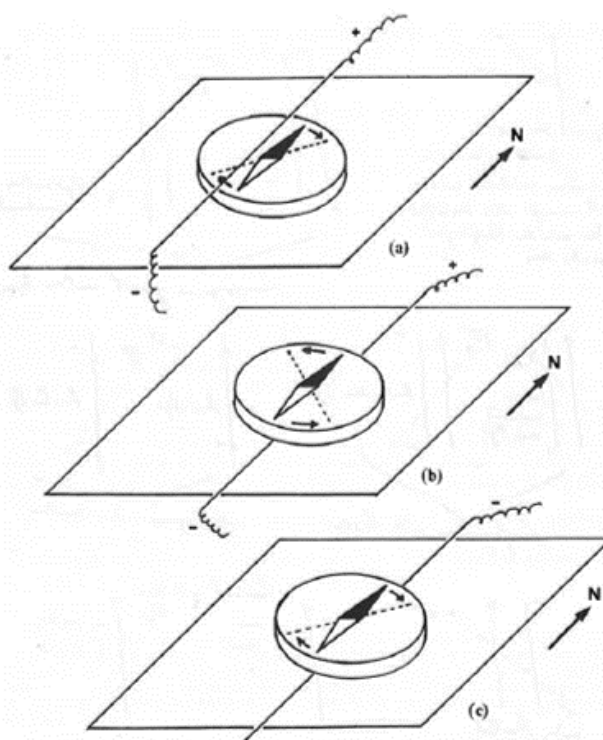


Fig. 10 – Experiências sobre o Efeito do conflito Elétrico sobre a Agulha Magnética
(Fonte: *Cadernos de História e Filosofia da Ciência* - Hans Christian Ørsted.)

Esta descrição mostra bem o importante papel desempenhado por Faraday e Lenz sobre o papel que a eletricidade desempenha sobre o magnetismo da agulha, sendo um contributo significativo para o entendimento da indução eletromagnética.

Ramos da Costa, num artigo “Influência da eletricidade sobre a agulha magnética”, publicado nos *Anais do Club Militar Naval*, salienta que o ensino científico, mas prático, da eletricidade se impõe, de uma forma perentória, “a todos aqueles que desejarem adquirir maior conhecimento sobre a agulha magnética, instrumento de navegação, cuja indispensabilidade a bordo é manifesta”.¹⁰⁶

Contudo, é importante destacar a influência elétrica sobre a agulha nos submarinos. Tomando por base as provas de mar do *Espadarte*, realizadas em 1913 ainda em La Spezia, foram efetuadas navegações em imersão em vários quadrantes, utilizando a intensidade máxima de descarga da bateria sobre os motores elétricos. Esta prova tinha como finalidade calcular o desvio da agulha e assim proceder-se à sua compensação.¹⁰⁷

Assim, nestas condições, com os motores elétricos a consumir a máxima amperagem vinda da bateria, a alteração mais significativa da agulha, mostrada pela curva de desvio, foi de 3 graus ao rumo de 50° a NW e de 2 graus nos rumos E e de 45° a SE.¹⁰⁸

Com base nesta prova, mais uma vez se conclui que o campo magnético gerado à passagem de corrente elétrica, faz defletir a agulha magnética, criando um desvio. Em termos práticos o fluxo magnético induzido na agulha, pela rotação dos motores elétricos, pode colocar em causa, se não for considerado, o rumo e a segurança da navegação.

Porém, algumas dezenas de anos depois surgiu a *girobússola* ou bússola giroscópica e, ainda mais tarde, apareceu o GPS – *Global Positioning System* ou Sistema de Posicionamento Global. A apreciação dessas novas descobertas sai fora do âmbito deste trabalho, mas foram elas que levaram a agulha magnética e os problemas da magnetização dos navios para um patamar de menor importância para a navegação e para a segurança dos navios.

¹⁰⁶ Augusto Ramos da Costa, “Influência da electricidade sobre a agulha magnética”, *Annaes do Clube Militar Naval*, Tomo XXVII, Nº 11, Lisboa, Clube Militar Naval, novembro, 1897, p. 988.

¹⁰⁷ Joaquim de Almeida Henriques, *Navegação Submarina “O Espadarte” Os primeiros e os últimos anos de vida de um submarino*, Lisboa, Imprensa da Armada, 1928, p. 46.

¹⁰⁸ *Ibidem*, p. 46.

3. Os Planos navais de construção

Numa altura em que a Inglaterra e a França disputavam entre si a supremacia naval, o poder naval português teve de acompanhar as novas tecnologias que já reforçavam os impérios europeus. Neste contexto, Portugal teve de se adaptar às novas técnicas e foi Mendes Leal¹⁰⁹ que, como ministro da Marinha e Ultramar, estimulou a construção de um conjunto de navios de pequeno porte e de propulsão a vapor – a *canhoneira* e a *corveta* – que pudessem guarnecer de forma permanente os dispositivos navais de algumas colónias. Foram estes meios que, para além de serem baratos e de exigirem guarnições mínimas, permitiam a manutenção da soberania nacional, numa fase em que a corrida imperialista europeia passou a ameaçar diretamente as nossas colónias, nomeadamente África.

Só a partir de 1870 é que os navios da Armada eram, na sua maioria, movidos a vapor. A vela foi abandonada, pois a máquina de tripla expansão possibilitava a um navio de propulsão mecânica atingir velocidades constantes. Também foi neste período que o armamento sofreu bastantes alterações, como consequência duma corrida entre a Inglaterra e França, em busca do canhão com mais polegadas de calibre ou com maior alcance. O poder naval já não era afirmado pelo número de navios, mas, cada vez mais, pelas características da artilharia e da blindagem do navio.

Porém, na sequência dos planos para a renovação da esquadra portuguesa a Marinha recebeu os primeiros navios de casco de aço, nomeadamente as lanchas canhoneiras para utilização nos rios de África, bem como um couraçado, adquirido à Inglaterra, para a defesa do porto de Lisboa. São as consequências positivas de algumas reformas inspiradas por Fontes Pereira de Melo e João de Andrade Corvo, em que a Marinha adquiriu uma capacidade de defesa de costa, tanto na Metrópole como no Ultramar.

Analisando este período de desenvolvimento das marinhas, o Professor António José Telo destaca a hegemonia inglesa na “corrida a África”, após a Conferência de Berlim em 1884, em que a incapacidade de Portugal projetar o seu poder naval para

¹⁰⁹ José da Silva Mendes Leal foi Ministro da Marinha e Ultramar entre 1862 e 1864, tendo assinado uma portaria em 20 de março de 1863, que determinava a colocação da divisa – *A Pátria honrai que a Pátria vos contempla* – na ponte dos navios da Armada Real.

dentro do continente africano se ficou a dever ao atraso significativo, de dez a vinte anos, relativamente ao acompanhamento das novas técnicas de construção naval face à Inglaterra.

A segunda revolução industrial trouxe às marinhas mundiais produtos baratos como o aço, o que revolucionou a construção de novos navios e armamentos. São exemplos:

a eletricidade aplicada ao navio, que passa a contar com inúmeros geradores; a telegrafia sem fios, que altera por completo as formas de coordenação da atividade naval, permitindo pela primeira vez comunicações imediatas com um navio a milhares de quilómetros da sua base; as máquinas de tripla expansão mais potentes; as primeiras turbinas e os motores de explosão; novos armamentos, como os torpedos, as peças revólver de tiro rápido, as peças de grandes calibres, etc.¹¹⁰

Foram estas técnicas que provocaram uma revolução no armamento, nos sistemas de propulsão e, mais tarde, nos sistemas de comunicação. A partir da década de 1880, dá-se início aos primeiros ensaios com os futuros submarinos e ainda ao desenvolvimento prévio da eletricidade e das baterias.

Portugal será influenciado neste campo pelos pequenos países, como a Holanda, a Dinamarca ou a Suécia, todos com problemas de defesa de costa. São eles que desenvolvem a partir de 1870 o conceito dos monitores couraçados de defesa de costa, experimentados nos EUA, transformando-os em pequenos couraçados com esporão, capazes de operar no oceano, mas pensados para a defesa dos portos e barras dos rios, que são a inspiração direta do programa de Andrade Corvo.¹¹¹

Em 1875 a Inglaterra continuava a ser o grande poder naval mundial. Para além do domínio das construções navais mundiais entre 1860 e 1889, só ela teve a capacidade de colocar ao serviço cerca de 30% dos principais tipos de navios de guerra mundiais.¹¹²

Já a França, considerada uma marinha de segunda ordem, estava concentrada no Mediterrâneo, o mar que ambicionava dominar, mas que teria de disputar com o crescimento naval da Itália, da Áustria e da Espanha.

¹¹⁰ António José Telo, *História da Marinha Portuguesa – Homens, Doutrinas e Organização, 1824-1974*, Lisboa, Academia de Marinha, 1999, p. 133.

¹¹¹ *Ibidem*, p.135.

¹¹² *Ibidem*, p.136.

Relativamente à Armada portuguesa, a adoção da eletricidade como a mais moderna tecnologia, não foi muito lenta, comparativamente com os Estados Unidos que, como antes se referiu, viram o seu primeiro navio com instalação elétrica em 1883.

Neste período estavam a ser incorporados no efetivo vários navios que, apesar de novos, ainda não dispunham da eletricidade, como aconteceu com as canhoneiras *Mandovi*, *Bengo* e *Guadiana*, construídas na Inglaterra e que foram incorporadas no efetivo dos navios da Armada em 1879 e com as canhoneiras *Rio Ave* e *Vouga*, construídas no Arsenal da Marinha e que entraram ao serviço em 1880 e 1882. A corveta *Mindelo* foi o primeiro navio português a receber uma instalação elétrica, que não era de origem, que foi montada por um engenheiro de bordo.

Outros navios se seguiram dotados de eletricidade, que deram continuidade aos programas navais aprovados pelo governo de Portugal e que serão adiante analisados. A recolha dessa informação, que serviu de ponto de partida para o presente capítulo, foi a obra do Comandante António Marques Esparteiro – *Três Séculos no Mar (1640-1910)* – que foi publicada pela Marinha entre 1974 e 1987 e que se distribui por trinta volumes.

Nessa obra, estão referenciados todos os navios que entraram ao serviço da Marinha até 1910, com a descrição das suas características e das suas comissões, mas também com uma sucinta informação sobre as instalações elétricas que possuíam e que aqui são transcritas.

Por outro lado, existe abundante informação no Arquivo Histórico da Biblioteca Central de Marinha, que permitiu recolher informação e analisar muitos dos esquemas técnicos, circuitos elétricos e equipamentos utilizados nos primeiros navios da Marinha Portuguesa que receberam instalações elétricas, quer para iluminação, quer para outros fins.

3.1. O programa naval de Andrade Corvo

A transição dos navios de madeira para o ferro, na construção naval, não foi acompanhada pela indústria portuguesa. A sociedade *Parry & Son*, na margem sul do Tejo, era praticamente o único estaleiro nacional que fazia navios metálicos. O Arsenal da

Marinha, apesar de ser a maior unidade industrial portuguesa, não estava apto para construir navios de ferro.¹¹³

Para colmatar esta crise, o Ministro Andrade Corvo¹¹⁴ elaborou um programa de defesa da capital, onde era assumida a existência de uma “grande unidade” do Exército, com a designação de Campo Entrincheirado de Lisboa, que assumia como funções primárias a defesa da capital, incluindo a defesa do Porto de Lisboa. A Marinha via-se assim envolvida neste programa de defesa com o empenhamento de um navio – a corveta couraçada *Vasco da Gama*. Segundo o Professor António Telo, “é de salientar que, quando em Portugal se pensa em criar a capacidade de usar as técnicas da primeira revolução industrial, no resto da Europa já se está na segunda.”¹¹⁵

O programa naval de Andrade Corvo foi aprovado, mas iria demorar muito tempo a ser executado com os meios nacionais.

Nesta renovação da Armada, só a primeira fase do programa se concretizou. O programa Andrade Corvo entregou à Armada um conjunto de técnicas inovadoras após a chegada do primeiro e único couraçado de defesa de costa, de duas corvetas mistas, de um transporte a vapor e de três canhoneiras. Estes navios contribuíram para o enorme salto tecnológico, mas também obrigaram a Marinha a renovar os seus programas de qualificação e formação de técnicos.¹¹⁶

Este programa do ano de 1874 incluía as corvetas mistas *Mindelo* e *Rainha de Portugal*, encomendadas aos estaleiros ingleses¹¹⁷ e o couraçado batizado de *Vasco da Gama*, o primeiro grande navio completamente metálico da Armada que tinha como função específica a defesa do porto de Lisboa.

Mas o maior salto tecnológico foi dado na corveta *Mindelo* (1875-1897), onde a iluminação elétrica chegou primeiro. Construída nos estaleiros da *Thames Iron Works* e lançada à água em outubro de 1875, este navio só entrou em Lisboa no dia 1 de maio de

¹¹³ *Ibidem*, pp.139-144.

¹¹⁴ João de Andrade Corvo (1824-1890), foi Ministro dos Negócios Estrangeiros durante o Governo de Fontes Pereira de Melo. Nesse período também acumulou a pasta da Marinha e Ultramar de 1872 a 1877.

¹¹⁵ António José Telo, *op. cit.*, p. 144.

¹¹⁶ *Ibidem*, p.155.

¹¹⁷ *Ibidem*, p.157.

1876. Deslocava 1124 toneladas, media 51,81 metros de comprimento, dispunha de um aparelho motor de 900 cavalos e a sua lotação foi fixada em 165 homens.

Aconteceu na noite de 28 de setembro de 1880, quando se acenderam as luzes da corveta *Mindelo* que se encontrava fundeada na baía de Cascais, juntamente com uma esquadra francesa de cinco navios. Visto de terra o espetáculo foi deslumbrante e a bordo da corveta *Mindelo*, o seu comandante impressionou-se com o que vira e ficou interessado em dotar o seu navio com luz elétrica.¹¹⁸

Quem também ficou muito entusiasmado com este assunto foi o rei D. Luiz que, em seguida, decidiu colocar à disposição do navio uma máquina eletromagnética de *Gramme*¹¹⁹ que possuía. Esta oferta, levou o engenheiro naval João de Pinho a idealizar uma solução, utilizando o movimento da máquina que o navio dispunha aplicado à bomba de circulação, tendo a experiência resultado num sucesso.¹²⁰

Pela primeira vez um navio da Marinha portuguesa dispôs de energia elétrica.

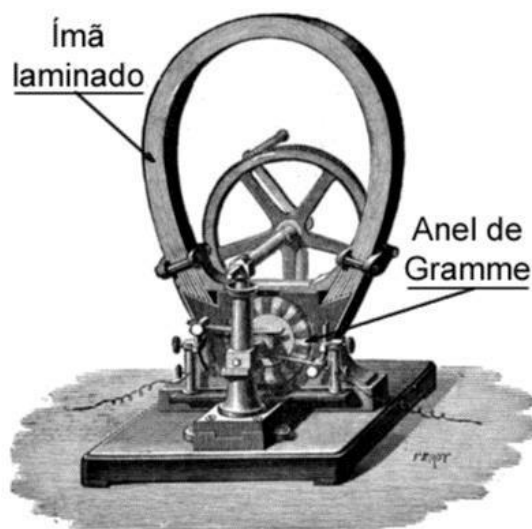


Fig. 11 – Máquina de *Gramme* de laboratório de 1869

(Fonte: *Gramme e o desenvolvimento de suas máquinas...* Associação nacional de História Rio de Janeiro)

¹¹⁸ António Estácio dos Reis, “A luz eléctrica a bordo dos navios”. *Revista da Armada*, Nº189, junho de 1987, pp. 30-31.

¹¹⁹ Zénobe Gramme (1826-1901) foi um famoso inventor belga. A máquina referida foi uma das mais importantes contribuições de Gramme para o desenvolvimento das máquinas elétricas, em que utilizou um comutador para permitir a obtenção de corrente contínua. Esse comutador é um precursor dos comutadores usados nas modernas máquinas de corrente contínua.

¹²⁰ *Ibidem*, p.31.

Porém, veio a ser superiormente decidido transferir a instalação elétrica da corveta *Mindelo* para o couraçado *Vasco da Gama*, onde foi considerado que teria mais utilidade.¹²¹

Relativamente ao *Vasco da Gama* (1876-1936), também construído na Inglaterra, pela *The Thames Iron Works*, em Blackwall, foi incorporado no efetivo dos navios da Marinha em junho de 1876 e abatido em novembro de 1936.

Este vaso de ferro, classificado como corveta-couraçada, tinha como principal missão “a defesa de costa e assegurar um complemento de defesa do Campo Entrincheirado de Lisboa por mar”¹²².

Foi o único navio da Marinha inteiramente blindado com chapa de 1,5 polegadas¹²³ e equipado com peças de artilharia para combater a longas distâncias. Era o mais poderoso navio da Marinha Portuguesa e em 1880 recebeu a instalação elétrica que pertencera à corveta *Mindelo*.

O Comandante António Marques Esparteiro descreveu o que aconteceu.

Em 1880 passou para o navio a instalação elétrica que servia a bordo da corveta *Mindelo*. Era uma máquina electro-magnética de Gramme, de S. M. el-rei D. Luís. O regulador Serim fora emprestado pelo Instituto Industrial.

A instalação na *Mindelo* fora feita pelo segundo-maquinista João de Pinho, tendo utilizado como motor a máquina William, que existia a bordo aplicada à bomba de circulação.

Em 28 de Setembro, cinco navios franceses iluminaram a noite em Cascais. Em 31 de Outubro, com outra máquina Gramme do M. M. repetiu-se a experiência a bordo da *Mindelo*, em Belém, com pleno êxito e maior intensidade de luz do que da primeira vez.¹²⁴

Em 1901 o couraçado *Vasco da Gama* sofreu uma grande remodelação em La Spezia, na Itália. Para além de ter sofrido um alongamento e um aumento da sua

¹²¹ *Ibidem*, p.31.

¹²² https://www.momentosdehistoria.com/MH_02_02_01_Marinha.htm, (Acedido em dezembro de 2020).

¹²³ António Estácio dos Reis, *Os Navios d'O Occidente*, Lisboa, Edições Culturais da Marinha e Gradiva, 2001, p.153.

¹²⁴ António Marques Esparteiro, *Três Séculos no Mar (1640-1910)*, Coleção Estudos N° 29, X Parte /Cruzadores/1° Volume, Lisboa, Marinha, 1986, p. 10.

tonelagem, por incorporação de blindagem, ao nível tecnológico foram-lhe instaladas novas peças de artilharia, metralhadoras e uma nova instalação elétrica.

Eletricamente passou a dispor de três dínamos *compound*, com motores independentes, para fornecer energia para a iluminação interna e externa e para equipamentos de transmissão de força.¹²⁵

O programa continua, já sem o seu mentor, e em 1884 chegam mais uma corveta mista, dois vapores e duas canhoneiras. A corveta *Afonso de Albuquerque* (1884-1909), a última corveta mista, também construída em Blackwall, na Inglaterra, nos estaleiros *The Thames Iron Works*. Com uma capacidade de deslocamento de 1110 toneladas, 62 metros de comprimento e com uma guarnição de 204 homens, esta unidade naval entrou ao serviço em julho de 1884.

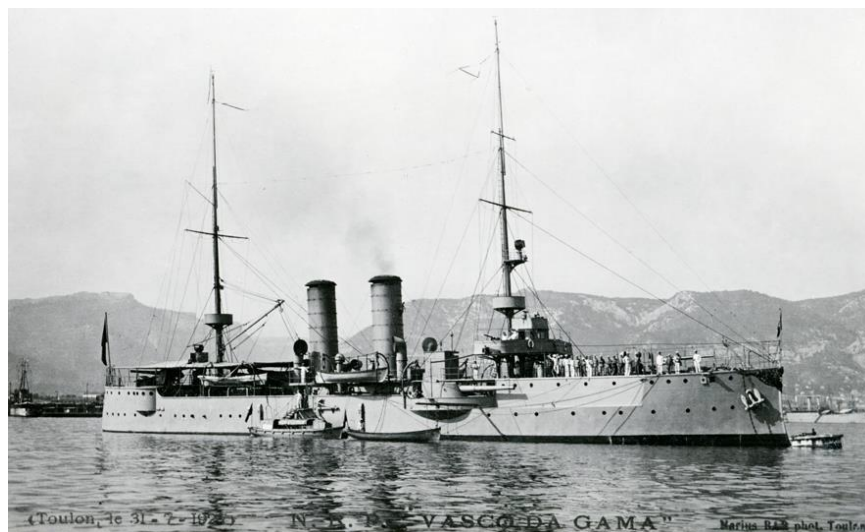


Fig. 12 – O cruzador ou corveta-couraçada *Vasco da Gama*
(Fonte: Museu de Marinha)

Assim, a grande novidade técnica trazida da Inglaterra foi a eletricidade. Tratou-se do primeiro navio, de pavilhão nacional, com iluminação elétrica de origem. O seu gerador *Siemens* tinha capacidade de alimentar 65 lâmpadas espalhadas pelo navio e um projetor no tombadilho para missões noturnas.¹²⁶

¹²⁵ António Estácio dos Reis, *Os Navios d'O Occidente*, Lisboa, Edições Culturais da Marinha e Gradiva, 2001, p.153.

¹²⁶ António José Telo, *op. cit.*, p. 164.

A revista *O Occidente* dedicou uma reportagem ao novo navio e, depois de indicar as características, comenta as suas instalações.

A corveta Affonso de Albuquerque possui magnificas accommodações tanto para o commandante e officiaes como para o resto da guarnição, juntando a isto uma espaçosa praça d'armas e todas as mais depencias (sic). É iluminada a luz electrica.¹²⁷



Fig. 13 – A corveta Afonso de Albuquerque
(Fonte: *Três Séculos no Mar (1640-1910)*, Marques Esparteiro)

Também o Comandante António Marques Esparteiro escreveu, relativamente ao seu equipamento elétrico:

Apresentava como inovação, entre nós, iluminação eléctrica. Uma máquina Siemens alimentava 65 lâmpadas Swan de 20 e 40 velas, além dos dois faróis de borda.

No tejadilho da ponte montava uma lanterna que podia ter movimento de translacção destinado a iluminar o mar para vante da chaminé. Este projector servia para procurar torpedeiros em tempo de guerra. A amperagem da máquina eléctrica era completamente absorvida pela lanterna.¹²⁸

Quando a corveta chegou a Portugal, os *Anais do CMN* incluíram um texto escrito por um dos oficiais da guarnição. O texto descreve as características da corveta, evidenciando a introdução de eletricidade nos navios portugueses:

¹²⁷ *O Occidente*, 7º Anno – Volume VII – Nº 214, de 1 de dezembro de 1884.

¹²⁸ António Marques Esparteiro, *op. cit.*, 1985, p. 119.

Apresenta a *Afonso de Albuquerque* uma inovação para nós, qual é a de poder ser iluminada a luz elétrica.

Para este fim tem uma máquina de Siemens cujo cilindro central deve dar 700 rotações por minuto para a lanterna funcionar. -Quando esta (que existe no teto da casa que está na ponte e que tem movimento de translação de BB a EB para iluminar para vante da chaminé e é destinada principalmente a distinguir a aproximação dos torpedeiros) está em ação, não o pode estar a iluminação elétrica do navio, por não ter o eletroíman a força suficiente para isso.

A iluminação é feita por lâmpadas de incandescência de Swan de 2 dimensões, correspondendo cada uma das mais pequenas à força de 20 velas e das maiores a 40; 67 luzes, incluindo nestas as dos faróis da borda, e distribuídas por todo o navio, iluminam este de modo a ficar mais claro, do que o está em alguns dias nublados.¹²⁹

As canhoneiras, de construção relativamente barata, foram o coração da Marinha nas chamadas campanhas africanas de pacificação, com capacidade de atuar individualmente ou em grupo.



Fig. 14 – Canhoneira *Diu*
(Fonte: *Três Séculos no Mar (1640-1910)*, Marques Esparteiro)

Entre 1887 e 1909 construíram-se cerca de 43 navios deste tipo. Apesar de quase todos os estes navios ainda terem vários mastros e usarem velas, eram de propulsão mista, pois a vela só vai desaparecer já nos primeiros anos do século XX.

¹²⁹ João Carlos Adrião, «Corveta Afonso de Albuquerque», *Anais do Clube Militar Naval*, 1984, p.167.

Destas canhoneiras, o destaque vai para a canhoneira *Diu* (1890-1913) que foi construída no Arsenal da Marinha, em Lisboa, e aumentada ao efetivo em julho de 1890. Apesar de ser considerado um excelente navio misto, segundo opinião do seu primeiro comandante, Capitão-tenente Azevedo Gomes, a sua construção era ainda de madeira. A máquina era de tripla expansão, com 700 cavalos de potência, para uma velocidade de 11,5 nós.¹³⁰



Fig. 15 – Canhoneira *D. Luiz*
(Fonte: *Três Séculos no Mar (1640-1910)*, Marques Esparteiro)

A nível elétrico, a *Diu* já possuía instalação completa de luz para iluminação interna e faróis. (ver anexo II). Há também registo de correspondência, datada de julho de 1888, com a empresa *Brass, copper & Iron Works* (ver anexo III), para que fosse instalado um projetor elétrico no navio.¹³¹

António Marques Esparteiro, refere que a canhoneira *Diu* “dispunha de um projector eléctrico montado numa ponte especial por ante a vante do tombadilho.”¹³²

¹³⁰ António Marques Esparteiro, *op. cit.*, Nº 27, IX Parte /Canhoneiras/4º Volume, 1986, p. 89.

¹³¹ BCM-AH, caixa 488.

¹³² António Marques Esparteiro, *op. cit.*, Nº 27, IX Parte /Canhoneiras/4º Volume, 1986, p. 90.

Também a canhoneira *D. Luiz* (1895-1910) foi construída no Arsenal da Marinha, em Lisboa, e aumentada ao efetivo dos navios da Armada em maio de 1895. Foi o último navio de madeira a ser construído por este Arsenal.

O Comandante Esparteiro referiu que o navio “tinha uma instalação completa de luz eléctrica para iluminação interna, faróis e projectores.”¹³³

3.2. O programa naval de Jacinto Cândido

No final do século XIX as corvetas mistas adquiridas no âmbito do programa naval de Andrade Corvo encontravam-se obsoletas e era evidente a necessidade de as substituir por navios mais modernos, desejavelmente cruzadores. As canhoneiras em serviço já não satisfaziam as necessidades e o velho *Vasco da Gama* era nessa altura um navio obsoleto.

Assim, pela lei de 21 de maio de 1896, foi aprovado um programa de reequipamento de emergência da Marinha, no sentido de colmatar a falta de um navio que pudesse ter uma ação real nos mares da Europa. A lei aprovou a construção de quatro cruzadores e de um rebocador.

A encomenda concretizada ao abrigo do programa, teve diferentes países construtores:

- a) na Inglaterra foi encomendado o maior navio de combate da Armada que foi o cruzador *D. Carlos*;
- b) em França foram encomendados e construídos os cruzadores ligeiros *São Gabriel* e *São Rafael*;
- c) em Portugal, no histórico Arsenal da Marinha, foi construído o cruzador *Rainha Dona Amélia*. A estes quatro cruzadores haverá que acrescentar o cruzador *Adamastor* que já se encontrava em construção nos estaleiros italianos e as canhoneiras *Chaimite* e *Pátria*, também construídas em consequência da crise diplomática criada com o ultimato inglês, em 1890.¹³⁴ O *Vasco da Gama* em 1901 sofreu uma grande remodelação em Itália, e foi transformado num verdadeiro cruzador, passando a estar inserido no programa naval.

¹³³ António Marques Esparteiro, *op. cit.*, N° 28, IX Parte /Canhoneiras/5° Volume, 1986, p 3.

¹³⁴ António José Telo, *op. cit.*, pp. 176-179.

É esta a Marinha Portuguesa em 1910. Adquiridos ao abrigo do programa naval Jacinto Cândido¹³⁵, Portugal apresentava-se ao mundo com um efetivo de seis cruzadores em aço, já com armamento moderno, torpedos e com uma apreciável instalação elétrica que alimentava o recente sistema de comunicações TSF.

O cruzador *Adamastor* (1896-1934) foi o primeiro cruzador moderno da Marinha Portuguesa. Construído em Itália, pelos estaleiros *Fratelli Orlando*, em Livorno, o *Adamastor* foi aumentado ao efetivo dos navios da Armada em 2 de agosto de 1897 e teve como primeiro comandante, o Capitão-de-mar-e-guerra Francisco Joaquim Ferreira do Amaral, que antes tinha sido Ministro da Marinha e Ultramar.

Ao contrário do que aconteceu com outros programas de construção naval que foram financiados pelo Orçamento do Estado, o cruzador *Adamastor* foi adquirido com os fundos de uma subscrição pública, aberta em consequência do Ultimato Inglês, no ano de 1890, com o objetivo da aquisição de novos navios destinados à defesa da soberania no Ultramar português.¹³⁶

O Tenente João Manuel de Carvalho relata, no seu artigo publicado nos *Anais do Clube Militar Naval*, o destaque dado pela imprensa nacional e estrangeira relativamente ao *Adamastor*:

Quando chegou ao Tejo o *Adamastor*, os jornaes e revistas nacionaes e estrangeiras, deram descrições do navio mais ou menos minuciosas; mas em nenhuma d'ellas veiu a descrição das installações electricas, e como o assumpto é ainda novo vamos dar uma resumida notícia das mesmas installações a bordo do novo cruzador.

N'um compartimento por ante a ré da casa das machinas e abaixo da linha de fluctuação, estão os dois dynamos de construcção italiana de 4 polos.

A velocidade normal é de 275 voltas, dando então cada machina 110 amperes a 65 volts, potencial para que estão marcadas as lampadas; a força das duas machinas será, pois, 19,42 cavallos.¹³⁷

Relativamente aos dínamos instalados, o artigo evidencia, para além da sofisticada novidade destes estarem protegidos por um moderno aparelho de segurança que era um

¹³⁵ Jacinto Cândido (1857-1926), distinguiu-se como Ministro da Marinha e Ultramar de 1895 a 1897.

¹³⁶ [Cruzador Adamastor \(marinha.pt\)](#)

¹³⁷ João Manuel de Carvalho, «As instalações eléctricas a bordo dos navios. Ainda os sinais eléctricos de noite. A electricidade a bordo do *Adamastor*», *Anaes do Clube Militar Naval*, Tomo XXVII, Nº 11, Lisboa, Clube Militar Naval, novembro, 1897, p. 1025.

disjuntor automático, eram tecnologicamente da última geração de dínamos fabricados mundialmente, tendo como características principais:

Têm os dynamos dois pares de escovas de carvão que ultimamente se tem usado com vantagem nas machinas de pouca força e nos electro-motores. As escovas formam entre si um angulo invariavel de 90° como têm todas as machinas de 4 polos, podendo variar-se a posição das escovas em relação ao collector.¹³⁸

Seguidamente é descrito o quadro elétrico de distribuição, já com amperímetros, voltímetros, uma lâmpada em cada circuito, indicando a passagem de corrente, e ainda os interruptores de alavanca de cobre e de cabo de madeira. De frisar a descrição pormenorizada de como funcionavam estes interruptores e os sistemas de segurança instalados para impedir o aparecimento de avarias. Os interruptores do quadro de distribuição de energia distribuía-se pela alimentação dos circuitos de combate, alojamentos de popa, alojamentos de proa, projectores, sinais e ventiladores¹³⁹.

O circuito de combate illumina as partes vitaes do navio, taes como machinas, caldeiras, torre de combate, coberta de vante (onde está o tubo lança-torpedos da proa) paioes de polvora, leme a vapor.

Os circuitos dos alojamentos illumina os camarotes, camaras, luzes da tolda, etc.

O circuito de signaes dá corrente para os pharoes de navegação, fundeado, para o pharol da popa e para o pharol do tope do mastro (Colomb).

Na casa de navegação ha um quadro de distribuição para os differentes pharoes, contendo um interruptor e um cortacircuito para cada um.

Junto ao quadro de distribuição ha um interruptor especial para se fazer: signaes com o pharol do tope do mastro; uma lampada ligada em tensão com elle (isto é, no mesmo circuito) mostra quando o pharol se accende.

O interruptor está disposto de forma que quando se carrega no botão, apaga o pharol. O circuito dos projectores subdivide-se em dois, seguindo os conductores por dentro dos mastros até ás plataformas onde estão os projectores de que mais adiante fallaremos. Os ventiladores são duas ventoinhas em cujos veios estão dois pequenos dynamos. O de ré está collocado por baixo da praça de armas, e o de vante debaixo do

¹³⁸ *Ibidem*, p.1026.

¹³⁹ *Ibidem*, p. 1028.

castello, n'um compartimento próximo da casa das luzes. Os ventiladores consomem 15 ampères cada um.¹⁴⁰

João Manuel de Carvalho vai mais longe no seu artigo, calculando os consumos de iluminação, relativamente à produção de 110 amperes que cada dínamo podia fornecer à instalação.

Assim, com um só dínamo a debitar energia, e como cada lâmpada de 12 velas consumia 0,6 amperes, podiam estar ligadas 183 lâmpadas. Se os ventiladores estiverem em funcionamento, o número de lâmpadas que podiam ser acesas descia para 133, que segundo afirmava era suficiente para o navio se manter com boa iluminação.

Quanto ao tipo de lâmpadas utilizadas a bordo do cruzador é dito que “há de 12, 16, 25 e 32 vélas, sendo as de 25 vélas empregadas nos pharoes de navegação podendo empregar-se a lampada de 32 vélas no pharol verde”, sendo que a iluminação interior do *Adamastor* é feita por meio de lâmpadas de 12 velas tipo *Edison*.¹⁴¹

Todo o material de iluminação é do melhor que temos visto, havendo o melhor gosto nos lustres e placas que são todas nickeladas. Este material foi fornecido pela casa Technomasio de Milão, a mesma que forneceu o material do Cristobal Colon que tivemos ocasião de visitar.¹⁴²

Os projetores, construídos nas oficinas *Galileu* de Florença, eram feitos de alumínio e consumiam cerca de 40 a 45 amperes.

Uma novidade é que o projetor de ré podia manobrar-se à distância.¹⁴³

Para finalizar a detalhada descrição da instalação elétrica do *Adamastor* e a título de curiosidade, destaca-se um revolucionário aparelho de acender cigarros descrito brilhantemente pelo autor do texto:

Estes aparelhos destinados a substituir o anachronico murrão constam de uma pequena caixa tendo n'uma das bases uns fios de platina, que se tornam incandescentes quando passa a corrente; dentro da caixa há um isolador de porcelana que faz com que o circuito não se feche na caixa, mas através dos fios; a corrente antes de entrar no aparelho passa n'uma caixa de resistencia que serve de reductor.

¹⁴⁰ *Ibidem*, p. 1028.

¹⁴¹ *Ibidem*, p. 1029.

¹⁴² *Ibidem*, p. 1029.

¹⁴³ *Ibidem*, p. 1031.

Um dos accende-cigarros está no gabinete do comandante o outro foi ultimamente installado na camara dos officiaes.¹⁴⁴

Durante a sua longa e intensa vida operacional, este navio esteve presente em diversas comissões em Angola, Moçambique, Macau e Timor.

Na sequência da modernização e implementação das comunicações navais na Marinha, em 1910 foi montado a bordo um aparelho de TSF. Também nesse mesmo ano, no dia 4 de Outubro de 1910, o cruzador foi tomado pelo 2º Tenente Mendes Cabeçadas, quando se encontrava no rio Tejo, sendo disparados três tiros, que era um sinal que marcava o início das operações para a implantação da República.¹⁴⁵

A 16 de novembro de 1933 o navio foi abatido ao efetivo dos navios da Armada.



Fig. 16 – Cruzador *Adamastor*
(Fonte: Museu de Marinha)

O cruzador *D. Carlos I* (1898-1925) foi lançado à água no dia 5 de maio de 1898 e foi considerado o mais poderoso navio adquirido pela Marinha. Foi construído nos estaleiros navais da Casa *Amstrong*, em Newcastle on Tyne, em Inglaterra, tendo sido seu primeiro comandante o Capitão-de-mar-e-guerra Hermenegildo Capelo, importante figura da História da Marinha Portuguesa.

¹⁴⁴ *Ibidem*, p. 1032.

¹⁴⁵ «Cruzador “Adamastor”», Os Navios da Primeira República. Exposição de Aguarelas, Lisboa, Edições Culturais de Marinha, 2011, p.8.

Relativamente à eletricidade no cruzador *D. Carlos I*, a “iluminação era eléctrica dispunha de 4 projectores eléctricos e de telegrafia sem fios.”¹⁴⁶

Foi também o navio escolhido para realização das primeiras experiências radiotelegráficas efetuadas em Portugal.

No dia 4 de outubro de 1910, encontrava-se fundeado no Tejo, quando foi tomado durante a noite por um grupo de revolucionários, chefiados pelo 2º Tenente José Carlos da Maia.

Nesta sequência da queda da Monarquia, foi rebatizado como NRP *Almirante Reis*, em homenagem ao principal dirigente militar da revolução.¹⁴⁷ Foi ainda o navio-almirante durante o primeiro conflito mundial em que Portugal participou.

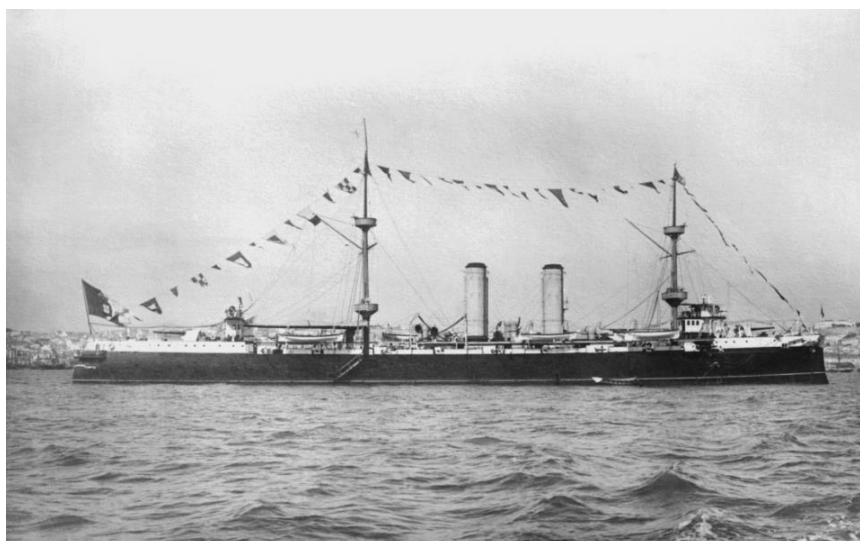


Fig. 17 – Cruzador *D. Carlos I*
(Fonte: Museu de Marinha)

A canhoneira *Chaimite* (1898-1919) foi construída nos estaleiros *Parry & Son*, em Cacilhas, para a Marinha de Guerra, na sequência do Ultimato Inglês, em 1890, como garantia de que a Marinha pudesse proteger os interesses de Portugal. Foi aumentada ao efetivo dos navios da Armada em 15 de novembro de 1898 e abatida ao efetivo a 20 de maio de 1920.

¹⁴⁶ António Marques Esparteiro, *op. cit.*, N° 29, X Parte /Cruzadores/1º Volume, 1986, p. 169.

¹⁴⁷ https://ccm.marinha.pt/pt/museumarinha_web/multimedia_web/Paginas/efemeride-cruzador-dcarlos-lancado-agua-2020.aspx, acedido em março de 2021.

Este navio distinguiu-se, não só por ser o primeiro navio de aço da Marinha Portuguesa construído em Portugal, mas também pela introdução de novas tecnologias a bordo – a eletricidade - ao lhe ter sido introduzido um gerador elétrico, não só para a iluminação, mas também para alimentação de um projetor.

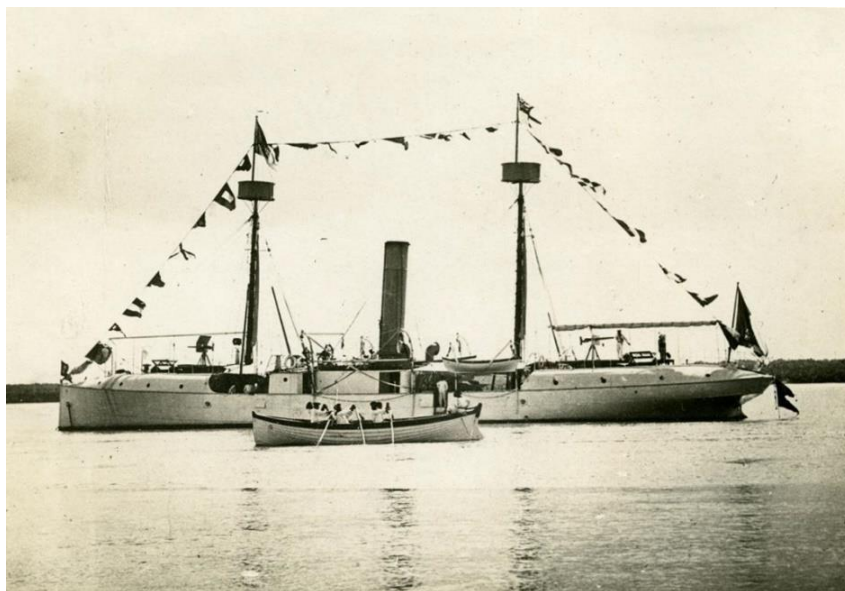


Fig. 18 – A Canhoneira *Chaimite*
(Fonte: Museu de Marinha)

Segundo o Comandante Marques Esparteiro a canhoneira *Chaimite*:

Era iluminado a electricidade e dispunha de um projector sistema Breguet alimentado por um dínamo de 80 volts e 88 ampéres. O motor do dínamo era uma pequena turbina Laval de 5 cavalos.¹⁴⁸

Relativamente ao navio *S. Gabriel* (1898-1925), foi um cruzador de 3ª classe da Armada Portuguesa encomendado, ainda nos tempos da Monarquia, em simultâneo com o cruzador *S. Rafael*, para cumprir os planos de modernização da Armada Portuguesa, delineados pelo então Ministro da Marinha, Jacinto Cândido. Foi construído em França, em Le Havre, pelos estaleiros da firma *Forges et Chantiers* e foi lançado ao mar em 1900.

¹⁴⁸ Idem, *Ibidem*, Coleção Estudos Nº 28, IX Parte /Canhoneiras/5º Volume, pp. 26-27.

Como característica principal, este moderno cruzador, estava protegido por uma coberta couraçada de 35 mm, que deslocava 1850 toneladas, tinha 75 metros de comprimento, 10,80 metros de boca e 4,35 metros de calado.

O sistema de propulsão era constituído por duas máquinas a vapor de tripla expansão, que desenvolviam 3000 CV e que podiam conceder ao navio 16 nós de velocidade máxima. Estava armado (artilharia principal) com duas peças de 150 mm, com quatro peças de 120 mm, com oito peças de 75 mm e com um tubo lança-torpedos posicionado à proa.¹⁴⁹

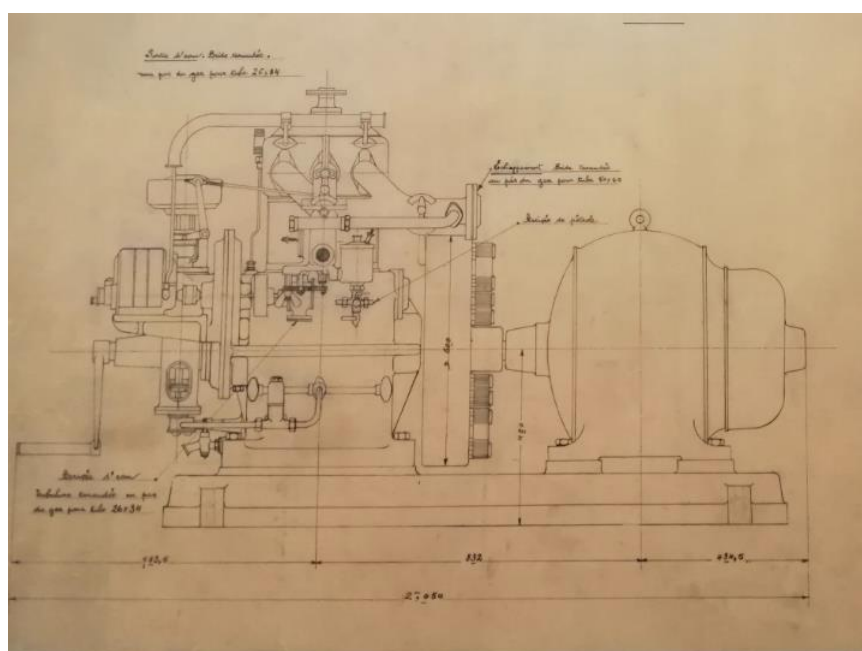


Fig. 19 – Dínamos *Compound* do *S. Gabriel*
(Fonte: BCM-AH – Plano 8/89 – Desenho 10 – cruzadores *S. Gabriel* e *S. Rafael*)

Na sua construção inicial tinha mastros aparelhados com velas, como ainda era de uso na época da sua realização. Antes da partida para a viagem de circum-navegação retirou-se-lhe o mastro da mezena e deslocou-se o mastro grande a fim de instalar a antena TSF.

¹⁴⁹ «Cruzador “S. Gabriel”», *Os Navios da Primeira República. Exposição de Aguarelas*, Lisboa, Edições Culturais de Marinha, 2011, p.12.

A instalação elétrica deste moderno navio era produzida por dois dínamos *Compound*, (ver anexo IV), que debitavam cerca de 20 Kw, ou seja, aproximadamente cada um dos dínamos produzia 9.960 Watts¹⁵⁰, a uma voltagem de 75 Volts DC.

O Clube Militar Naval publicou em 1902, nos seus *Anais*, um artigo que descreve quase em pormenor e de forma muito técnica as características da instalação elétrica do cruzador *S. Gabriel*. Logo ao início do artigo é dito que:

Estas máquinas têm o condutor de polos consequentes (typo Manchester); a armadura é o anel de Gramme, sendo a corrente recebida por trez pares de escovas; são acionadas por turbinas Laval de 30 cavallos, ás quaes estão conjugadas e acham-se installadas com os seus eixos de BB a EB e ligadas directamente com o convez protegido.¹⁵¹

Apesar da produção de energia elétrica não ser de elevada potência, para época era um verdadeiro sucesso, pois a bordo a eletricidade já não era só aplicada na iluminação e alimentava outros equipamentos:

- a) 2 projetores;
- b) a iluminação por incandescência interna e externa;
- c) os aparelhos especiais para transmissão de ordens para a máquina e para sinais;
- d) fazer movimentar os monta-cargas de munições das peças de grosso calibre;
- e) as ventoinhas de arejamento dos paióis e cobertas;
- f) e aquecer os fogões das câmaras e enfermarias.¹⁵²

¹⁵⁰ Unidade de potência. A unidade recebeu este nome em homenagem a James Watt, pelas suas contribuições para o desenvolvimento da máquina a vapor, sendo adotada em 1882 como unidade do sistema internacional (SI).

¹⁵¹ «Cruzador “S. Gabriel. Instalações Electricas», *Annaes do Clube Militar Naval*, Tomo XXXII, Lisboa, Clube Militar Naval, agosto, 1902, p. 365.

¹⁵² *Ibidem*, p. 356.

Com base no esquema elétrico, muito elementar, mas que na época era de grande perfeição, o quadro elétrico principal tinha os seguintes equipamentos de monotorização da corrente elétrica:

- a) 2 amperímetros (A e A') ligados em serie, com o polo positivo ligado no respetivo dínamo. O negativo do mesmo dínamo liga na barra comum por um cabo que pode ser interrompido;
- b) 1 voltímetro (B) montado em derivação sobre as tomadas de corrente de ambos os dínamos. Permite verificar o potencial de qualquer um deles;
- c) 2 lâmpadas padrão colocadas uma em cada circuito de cada dínamo;
- d) 2 lâmpadas de alarme indicadores de terra.¹⁵³

À semelhança dos dias de hoje, é visível que só depois de estabelecido os disjuntores do tipo faca, do quadro de distribuição principal, é que a eletricidade ou a corrente elétrica chega aos diversos equipamentos.

A iluminação por incandescência estava distribuída por três circuitos: um circuito designado por *dia a BB*, outro *dia a EB* e um terceiro designado por *noite*.¹⁵⁴

Os circuitos de dia, a BB e a EB, alimentavam 53 lâmpadas que iluminavam os respetivos bordos, os paióis do carvão, os paióis de munições, as máquinas auxiliares de vante e de ré, as caldeiras e as máquinas. Para além destes circuitos, o circuito de *dia a BB* fornecia a energia à casa do servo motor do leme e à casa do leme. O paiol do Fiel do navio era alimentado pelo circuito de *dia a EB*. Em relação ao circuito de noite, este fazia brilhar as 98 lâmpadas que iluminam as restantes partes do cruzador.¹⁵⁵

Relativamente aos circuitos de dia, ainda alimentavam os faróis a tope, os telégrafos, os faróis de navegação e de sinais, enquanto os faróis de porto, de navio fundeado e as luzes dos portalós recebiam alimentação pelo circuito de noite. Todas as lâmpadas eram protegidas por dois fusíveis e por um interruptor e, em alguns casos, ainda por interruptor por grupo de lâmpadas.¹⁵⁶

Outra particularidade que o artigo dos *Anais* faz referência é à iluminação de gala.

¹⁵³ *Ibidem*, p.359.

¹⁵⁴ *Ibidem*, p.361.

¹⁵⁵ *Ibidem*, p.361.

¹⁵⁶ *Ibidem*, p.361.

[A iluminação de gala] é constituída por lampadas de cinco velas, collocadas em derivação sobre cabos que desenham os contornos principaes do navio, cabos que se acham divididos em quarteladas, de forma a não lhe transitar correntes superiores á calculada¹⁵⁷.

Quanto aos tão importantes projetores do cruzador, estes recebiam a corrente elétrica através dum quadro auxiliar cuja particularidade era o circuito de resistências, ou seja, um reóstato para permitir regular a intensidade de luz do projetor.¹⁵⁸

são dois, typo Mangin, com carvãoes horisontaes, systema Santer Harlé com disposições estes para se moverem auctomaticamente ou á mão e tendo, como já dissémos, um poder photometrico maximo de 3000 velas.¹⁵⁹

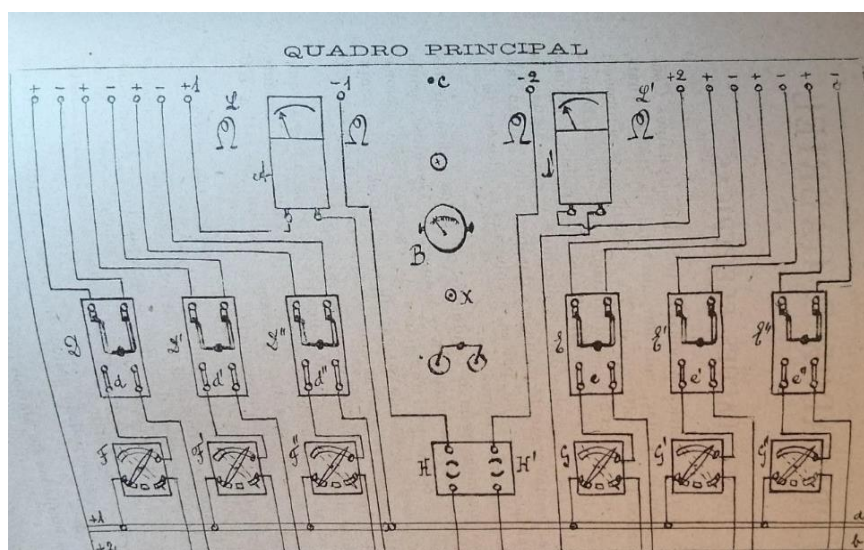


Fig. 21 – Quadro elétrico de distribuição principal do S. Gabriel
(Fonte: *Anais do Clube Militar Naval*)

Comparativamente aos aparelhos transmissores de ordens e telégrafos da máquina eram do tipo Sauter-Harlé, com quatro transmissores e dois recetores. Estavam instalados dois transmissores na “casa de combate” e dois num apoio existente na “ponte de navegação”. Os recetores estavam montados na “casa dos maquinistas”.¹⁶⁰

¹⁵⁷ *Ibidem*, p.361.

¹⁵⁸ *Ibidem*, p.359.

¹⁵⁹ *Ibidem*, p.362.

¹⁶⁰ *Ibidem*, p.362.

Uma outra novidade, que foi adotada na Marinha, foram os “sinais exteriores”. Estes eram realizados através de seis faróis, três dos quais de cor branca e três vermelhos, de forma alternada.¹⁶¹ Quanto ao transmissor de sinais, era constituído:

por um prato com uma serie de contactos de varias extensões, ligados aos positivos de cada um dos pharoes. Um manipulo com uma serie de conjunctores permite fazer os convenientes contactos afim de se formar as letras ou numeros que se desejam transmitir.¹⁶²

Também, foram colocados nos topos dos mastros da mezena e da proa dois faróis de luz branca, para que se pudesse estabelecer a transmissão de ordens pelo sistema Morse.

O mesmo artigo a que temos feito referência ainda trata da instalação dos montacargas elétricos. O movimento elétrico é produzido por um motor de derivação *chunt*, instalado abaixo do convés protegido, para no caso de necessária intervenção esta fosse de fácil acesso e rápida.¹⁶³



Fig. 22 – Cruzador *S. Gabriel*
(Fonte: Museu de Marinha)

Por fim, é de salientar que a notabilidade do *S. Gabriel* resultou do facto de ter sido o primeiro navio português a realizar uma viagem de circum-navegação do globo através

¹⁶¹ *Ibidem*, p.363.

¹⁶² *Ibidem*, p.363.

¹⁶³ *Ibidem*, p.363.

de uma rota reconhecidamente difícil, que passou pelo estreito de Magalhães e pelos canais da Patagónia.

O navio foi abatido do serviço ativo em 1925, quando já era um navio obsoleto.

A grande novidade deste programa foi o cruzador *Rainha Dona Amélia* (1901-1915) que foi construído no Arsenal da Marinha. Era um navio em aço com casco forrado a madeira e cobre e com umas excelentes acomodações para aquela época. Uma das suas principais características assentava na possibilidade de transportar para as colónias uma força de desembarque.¹⁶⁴

Este cruzador já possuía uma instalação elétrica bastante desenvolvida e a energia já não era só utilizada na iluminação. A bordo do *Rainha Dona Amélia* já se encontram instalados equipamentos elétricos de potência como o cabrestante, o guincho, os elevadores, as bombas da baldeação, a bomba d'água doce, a bomba *Rateau* de esgoto dos porões, a bomba d'ar comprimido, a máquina de gelo e os ventiladores, para além da máquina de governo do leme.

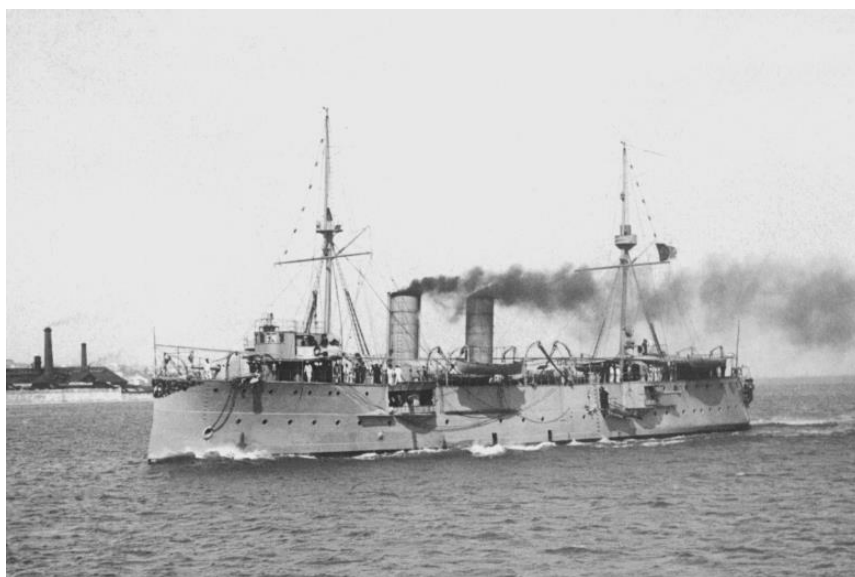


Fig. 23 – Cruzador *Rainha Dona Amélia*
(Fonte: Museu de Marinha)

¹⁶⁴ Plano Naval. https://www.momentosdehistoria.com/001-grande_guerra/001-01-marinha/001-01-01-marinha_plano_naval.html (Acedido em dezembro de 2020)

Apesar de estar bem equipado, a desprotegida instalação dos motores na zona do convés, era uma das causas das avarias mais comuns, não só por causa da chuva, mas também pela falta de cuidado na baldeação do navio.¹⁶⁵

O 2º Tenente Fernando Augusto Pereira da Silva, que foi Ministro da Marinha entre 1923 e 1925, referindo-se à eletricidade a bordo, publicou nos *Anais do Clube Militar Naval* um interessante artigo, bem descritivo, relativo a este cruzador:

Os relais destes aparelhos e seus aparelhos de manobra, também estão sujeitos aos mesmos inconvenientes e ao pó do carvão nas casas das caldeiras. Se estes motores, relais e seus aparelhos de manobra, estivessem encerrados em caixas metálicas perfeitamente estanques, nunca se teriam dado avarias n'estes aparelhos.¹⁶⁶

Quanto à canhoneira *Pátria* (1903-1931), foi um navio de aço construído no Arsenal da Marinha e aumentada ao efetivo dos navios da Armada em 27 de dezembro de 1903, na sequência do Ultimato Inglês em 1890.



Fig. 24 – Canhoneira *Pátria*
(Fonte: BCM-AH)

Como tecnologia elétrica, esta canhoneira dispunha de origem de uma instalação elétrica muito completa. A energia elétrica era fornecida por dois dínamos movidos pela

¹⁶⁵ Fernando Augusto Pereira da Silva, «A electricidade a bordo dos navios de guerra», *Anais do Clube Militar Naval*, Tomo XXXII, N° 8, Lisboa, Clube Militar Naval, agosto, 1902, p. 486.

¹⁶⁶ *Ibidem*, p. 486.

máquina e um outro aproximadamente de 100 amperes, para um funcionamento nominal de 80 volts.¹⁶⁷

Em 5 de Março de 1931 passou ao estado de desarmamento e foi vendida à China que ainda a usou durante anos.

3.3. O programa naval de 1911

Em janeiro de 1911, três meses após a implantação da República, o interesse pelas colónias parece ter-se acentuado, mas a Marinha tinha um problema de falta de meios navais capazes de cumprir aquele desígnio do regime republicano, mas o governo provisório nomeou uma grande comissão com mais de quatro dezenas de oficiais da Armada com a missão de preparar um plano naval, entre os quais se destacava Fernando Pereira da Silva.¹⁶⁸

A esquadra atlântica, formada pelos cinco velhos cruzadores do programa Jacinto Cândido de 1896, estava tecnologicamente ultrapassada. Tendo em conta que o objetivo nacional passava por manter as colónias e as suas comunicações, competia à Marinha a missão de manter um poder naval que garantisse a independência nacional.

Era necessário elevar o poder marítimo nacional e foi com esse intuito que o Comandante Pereira da Silva¹⁶⁹, por vezes considerado o maior estratega naval português do século XX, se envolveu em comissões destinadas a reorganizar a Marinha, nomeadamente na construção de um novo Arsenal no Alfeite, na introdução da rádio nas comunicações navais, na aquisição de novos navios e na reorganização do ensino dos oficiais da Escola Naval e do Curso Naval de Guerra, tendo ainda desempenhado as funções de Ministro da Marinha de 1923 a 1926.¹⁷⁰

Relativamente aos meios navais, Pereira da Silva defendia que a Armada não se podia basear em torpedeiros e submarinos para defender os portos, nem em cruzadores e canhoneiras para a defesa das colónias. O que Pereira da Silva propunha era “uma base de operações no porto de Lisboa, um ponto de apoio nos Açores, e uma esquadra de

¹⁶⁷ António Marques Esparteiro, *op. cit.*, Nº 28, IX Parte /Canhoneiras/5º Volume, 1986, p. 57.

¹⁶⁸ António José Telo, *op. cit.*, p. 232.

¹⁶⁹ Fernando Pereira da Silva, oficial da Marinha que viria a contribuir decisivamente para a aprovação do Plano Naval de 1912.

¹⁷⁰ António Silva Ribeiro, «Mahan e as marinhas como instrumento político», *Revista Militar*, 2010, p. 11.

combate de caráter claramente ofensivo, organizada dentro de recursos financeiros judiciosamente determinados...”¹⁷¹.

Apesar de ter sido anterior ao chamado Plano de 1911 o contrato para a construção do primeiro submersível português foi assinado em Lisboa, no Ministério da Marinha, no dia 17 de junho de 1910, ainda na vigência da Monarquia, pelo Ministro da Marinha, Capitão-tenente João de Azevedo Coutinho.

Foi uma decisão de elevado risco e que suscitou viva polémica a nível nacional, já que este tipo de navio estava longe de comprovar a sua notável eficiência.

A primeira unidade submarina da Marinha Portuguesa, o *Espadarte* (1913-1928) foi a construção nº 39 do estaleiro *Orlando*, de Livorno, Itália, pela casa construtora *Fiat San Giorgio*. O casco estaria a cargo dos estaleiros de *Orlando*, em Livorno, e a parte da propulsão em La Spezia.

Esta primeira unidade tornou a Marinha Portuguesa numa das primeiras do mundo a ser equipada com este tipo de navio, tendo o *Espadarte* chegado a Lisboa no dia 5 de agosto de 1913.¹⁷²

Aquando da assinatura do contrato, ficou delineado que as primeiras características do primeiro submersível português seriam, para além do duplo casco na zona central e do casco simples nos extremos, a restante estrutura seria construída em aço de alta tensão, com superestrutura estanque e, ainda, as seguintes capacidades:

- a) deslocamento à superfície – 250 toneladas e em imersão - 310 toneladas;
- b) comprimento máximo – 45,15 metros; boca - 4,20 metros;
- c) imersão com carga normal – 2,987 metros;
- d) altura do convés sobre a linha de água - 1,15 metros;
- e) resistência do casco – 40 metros de profundidade;
- f) velocidade máxima à superfície - 13,25 nós e em imersão - 7,953 nós;
- g) velocidade de cruzeiro à superfície - 9,2 nós e em imersão - 4,17 nós.¹⁷³

¹⁷¹ António José Telo, *op. cit.*, p. 231.

¹⁷² José Agostinho de Sousa Mendes, *Setenta e Cinco Anos no Mar (1910-1985)*, 5º Volume, Submersíveis, Lisboa, Comissão Cultural da Marinha, 1991, p. 9.

¹⁷³ Maurício de Oliveira e outros, «O “Espadarte” - Primeiro Submersível Português», *Os submarinos da Marinha Portuguesa*, 4ª edição, Revista de Marinha, 2008, pp. 30-31.

Relativamente à autonomia do *Espadarte*, ficou acordado que teria as seguintes características:

- a) autonomia à velocidade máxima, à superfície - 780 milhas;
- b) autonomia à velocidade de cruzeiro, à superfície - 1.524 milhas;
- c) dois motores de combustão - 350 cavalos cada;
- d) dois Motores elétricos - 150 cavalos cada;
- e) dois tubos lança-torpedos avante e quatro torpedos de 450/52;
- f) duas bombas de 130 toneladas/hora e duas bombas de 30 toneladas/hora;
- g) dois pares de lemes horizontais.¹⁷⁴

Nas vésperas da Grande Guerra, este tipo de navio tinha como principal característica o tipo de armamento que o equipava, sendo de realçar os quatro torpedos e os dois tubos lança-torpedos.¹⁷⁵ A novidade deste tipo de unidades era o seu sistema de propulsão que, quando em imersão era assegurado por dois motores elétricos e uma bateria de 240 elementos.

Relativamente às provas preliminares do submersível português, o 1º Tenente Joaquim de Almeida Henriques, o primeiro comandante do *Espadarte*, escreveu que durante as provas os motores elétricos foram quase exclusivamente utilizados em todos os movimentos do navio à superfície, sendo empregues em particular nas manobras de largar e amarrar.

Deste modo os motores electricos estavam a cada momento sendo sujeitos a provas que o contracto não lhes exigia, dependendo o exito das provas mais importantes em que tinham de participar quasi exclusivamente da capacidade da bateria de acumuladores electricos, e não de êles proprios, que eram e são excelentes.¹⁷⁶

Uma outra novidade foi o *Espadarte* ter sido o primeiro submersível e o primeiro navio que trouxe de origem, montado pela *Casa Signal Submarine & C^a*, um aparelho de sinais submarinos, que consistia num aparelho de comunicações, empregue como

¹⁷⁴ *Ibidem*, p.30.

¹⁷⁵ Joaquim de Almeida Henriques, *Navegação Submarina “O Espadarte” Os primeiros e os últimos anos de vida de um submarino*, Lisboa, Imprensa da Armada, 1928, p. 3.

¹⁷⁶ *Ibidem*, p. 43.

transmissor e que, durante a Grande Guerra, se mostrou ser precioso na luta antissubmarina e indispensável a bordo de todos os submarinos.¹⁷⁷

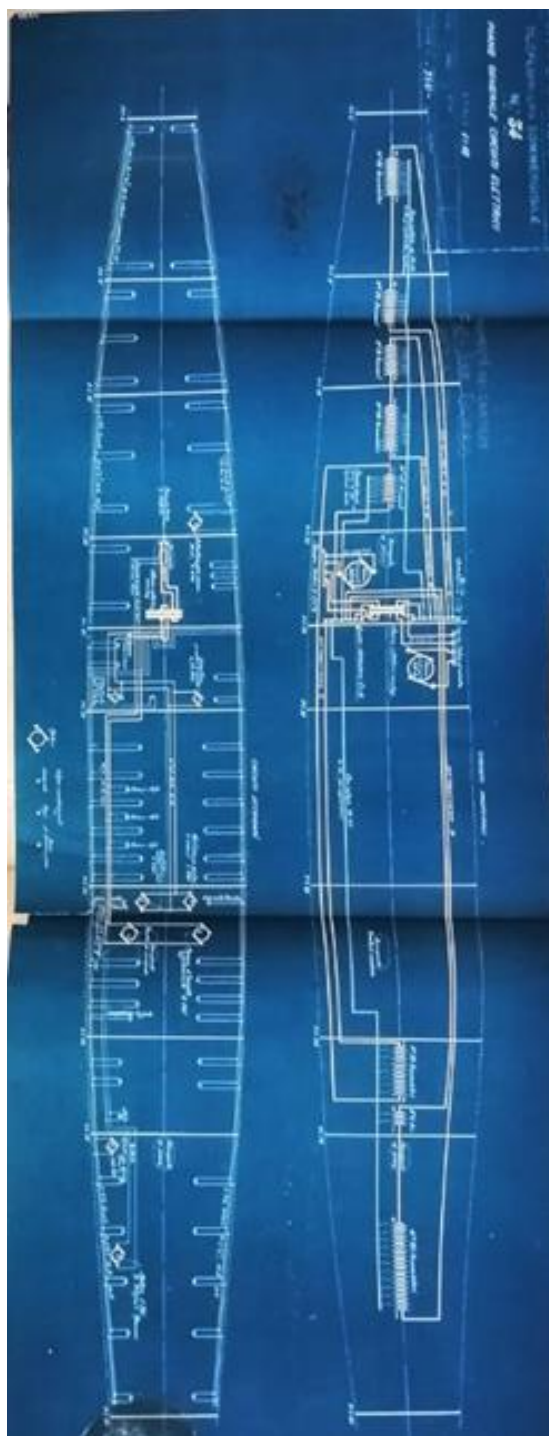


Fig. 25 – Plano elétrico do Submersível *Espadarte*
(Fonte: BCM-AH – Plano 19/130 – Álbum 2, Desenho 23)

¹⁷⁷ *Ibidem*, p. 47.

A entrega oficial do submersível ocorreu no dia 15 de abril de 1913 e o *Espadarte* não foi apenas o primeiro submarino português, mas foi também o primeiro submarino na Península Ibérica. Ao adotar essa nova arma de guerra naval, Portugal adiantou-se face à Espanha, que então não possuía quaisquer unidades submersíveis.¹⁷⁸

Depois da chegada a Lisboa, houve a necessidade de se começar a especializar o pessoal neste tipo de navios. Na realidade o navio ficou na dependência do Serviço de Torpedos e Eletricidade e logo os primeiros programas de especialização que surgiram, por diploma em 11 de março de 1914, conduziram ao surgimento da escola de navegação submarina, que tinha a sua âncora no *Espadarte*. Assim se deram início aos primeiros programas de imersão que, periodicamente, tanto sucediam na Doca de Belém, como no Tejo ou mesmo fora da barra.¹⁷⁹

Ainda sem o necessário apoio terrestre na Doca de Belém, o “Espadarte” ia amarrar em frente do Arsenal da Marinha quando necessitava de carregar a bateria eléctrica e passava a noite, às vezes com a popa assente em lodos (no período da baixa-mar), ligado à terra por cabos de aço e pelos cabos eléctricos.¹⁸⁰

Ainda relativamente aos tirocínios do pessoal da guarnição e do pessoal de reserva, com vista ao futuro, o submersível *Espadarte*, realizava periodicamente lançamentos de torpedos em imersão ao largo de Cascais, e efetuava treinos de certificação no âmbito da propulsão, mais concretamente em exercícios de permutação rápida dos motores de combustão para os motores eléctricos.¹⁸¹

Durante a Grande Guerra, quando a Alemanha declarou guerra a Portugal, o *Espadarte* passou a ter como principal missão o patrulhamento da costa, especialmente a foz do Tejo entre os Cabos da Roca e do Espichel.

Porém, foi preciso chegar a 1917, para juntamente com os novos submarinos *Foca*, *Golfinho* e *Hidra*, com características muito semelhantes, formar-se a primeira esquadrilha de submarinos da Marinha Portuguesa.

¹⁷⁸ Maurício de Oliveira e outros, *op. cit.*, p. 35.

¹⁷⁹ *Ibidem*, p.37.

¹⁸⁰ *Ibidem*, p.37.

¹⁸¹ *Ibidem*, p.38.

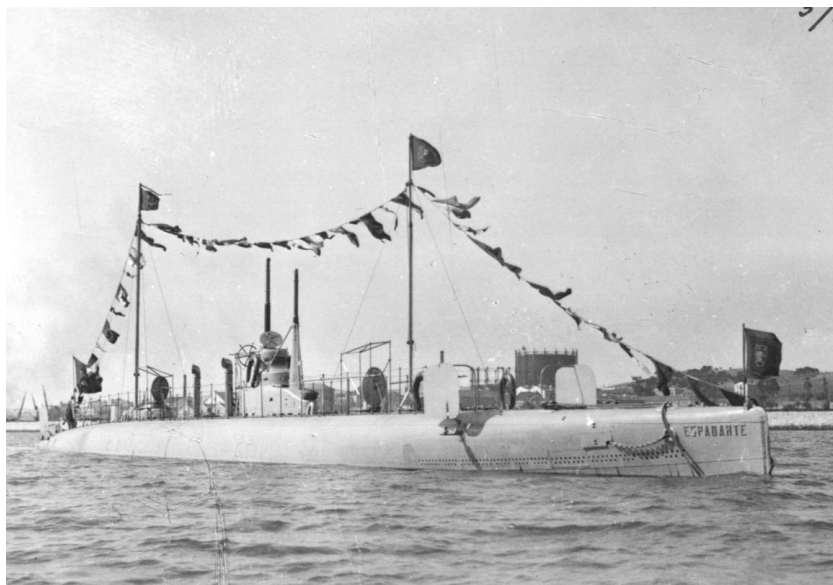


Fig. 26 – Submersível *Espadarte*
(Fonte: primeiro-submersivel.jpg (1600×748) (marinha.pt))

Quando a guerra terminou, em novembro de 1918, o *Espadarte* voltou à sua missão de apoio à Escola de Navegação Submarina. Foi abatido ao efetivo dos navios da Armada em 31 de maio de 1928.

Como referimos, o submersível *Espadarte* ainda foi encomendado no tempo da Monarquia, embora tivesse sido incorporado no efetivo dos navios da Armada em 1913, quando o plano naval de Pereira da Silva já estava em “velocidade de cruzeiro”.

Era um grande e ambicioso plano naval que veio a ser reformulado e aprovado em 1916, passando a ser considerado como o plano naval de Pereira da Silva, por ter sido preparado diretamente por ele. A análise desse programa naval de 1916 mostra que ele ainda era muito ambicioso, num país que tinha recursos muito escassos, quer financeiros quer em estaleiros de construção naval-

[Um “plano de guerra”] onde se incluem quatro cruzadores rápidos, que não recebem a prioridade; dezasseis contratorpedeiros e oito submarinos. Os couraçados são abandonados, pois não só se sabe que não se podem adquirir, como se verifica que poucas utilidades têm para as reais missões de guerra da Armada.¹⁸²

Com este programa aprovado, reconheceu-se que, os navios mais necessários eram os submarinos e os contratorpedeiros, muito em especial estes últimos.

¹⁸² António José Telo, *op. cit.*, p. 249.

Estes navios não serviam para atuarem em conjunto com a esquadra (que não existia enquanto força oceânica), nem para defenderem Lisboa à frente das esquadilhas de torpedeiros (que também não existiam), tal como se pensava que seria o seu uso antes de 1914, mas sim para darem escolta A/S aos poucos navios que asseguravam o comércio nacional, justamente a missão em que não se pensou.¹⁸³

Nessa altura era reconhecido que a Marinha Portuguesa precisava de ter meios capazes de enfrentar a ameaça dos torpedeiros, navios cuja eficácia tinha sido comprovada em marinhas estrangeiras e alterado as tradicionais táticas navais.

Assim, ainda antes da entrada portuguesa na Grande Guerra, o *Douro* foi o primeiro de uma série de quatro contratorpedeiros a ser construído no Arsenal da Marinha, apesar dos seus planos de construção e das suas máquinas terem sido fornecidos pela construtora *Yarrow*, de Glasgow.

Seguiram-se na construção o *Guadiana* em 1914, o *Vouga* em 1920 e o *Tâmega* em 1922.

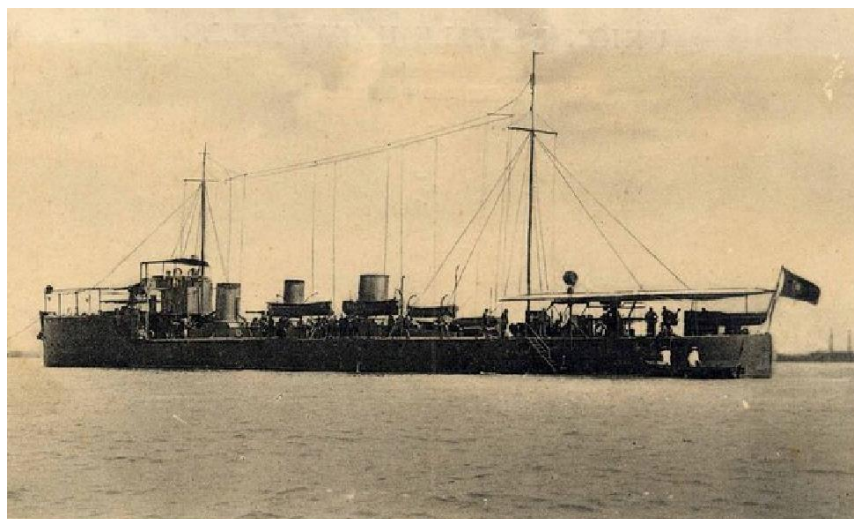


Fig. 27 – Contratorpedeiro *Douro*

(Fonte: *Navios da Armada Portuguesa na Grande Guerra*, José Ferreira dos Santos)

Relativamente ao contratorpedeiro *Douro*, que deu o nome à classe, foi aumentado ao efetivo dos navios da Armada em 13 de junho de 1913, mas a sua vida operacional durou apenas 14 anos, pois foi abatido ao efetivo em 1927.¹⁸⁴

¹⁸³ *Ibidem*, p. 250.

¹⁸⁴ [Contratorpedeiro "Douro". - Marinha Portuguesa - Archeevo.](#)

Caracterizava-se por ter um deslocamento de 670 toneladas, comprimento entre proa e popa de 73,15 m, boca extrema de 7,16 m, calado normal de 2,35 m e pontal de 4,27 m. Relativamente ao armamento, o seu sistema de artilharia era composto por uma peça *Armstrong* de 100 mm e duas de 76 mm, além de dois torpedos de 450 mm.¹⁸⁵

Como principais missões deste contratorpedeiro, algumas vezes acompanhado do navio-irmão, o *Guadiana*, que fora incorporado no efetivo dos navios da Armada desde maio de 1915, destacaram-se as manobras e as operações realizadas a partir de 1916, após a entrada de Portugal na Grande Guerra. Quando foi formado e destacado para os campos de batalha franceses o Corpo Expedicionário Português (CEP), couberam a estes dois únicos contratorpedeiros da Armada, as missões de escolta aos transportes *Pedro Nunes* e *Gil Eanes* que transportaram as tropas do CEP para a França.

A análise da evolução da esquadra portuguesa que nas páginas precedentes foi feita através dos chamados programas - Programa Andrade Corvo (1874), Programa Jacinto Cândido (1896) e Programa Pereira da Silva (1912 e revisto em 1916), permitiu verificar como se processou a introdução da eletricidade nos navios da Marinha portuguesa, primeiro para iluminação e, depois, para as sucessivas aplicações que iam sendo descobertas – faróis, projetores, ventoinhas, monta-cargas, guinchos, cabrestantes, bombas de diversas utilizações e outras.

O facto é que entre 1880, quando foi exibida pela primeira vez “a luz eléctrica a bordo da corveta *Mindello*”¹⁸⁶ e até à Grande Guerra (1914-1918), se passaram menos de quarenta anos em que a eletricidade passou de um período de deslumbramento público pela sua novidade, para uma fase em que deixou de ser notícia.

¹⁸⁵ Contratorpedeiro "Douro". - Marinha Portuguesa - Archeevo.

¹⁸⁶ “Luz eléctrica a bordo”, *Anais do Club Militar Naval*, Tomo X, 1880, pp. 266-267.

4. O ensino de eletricidade na Marinha

Até ao início do século XX, a formação recebida pelas praças era geralmente dada nos navios onde navegavam, através de exercícios realizados a bordo, “quer pelas aulas do capelão que, presente em todos os navios, estaria responsável pela instrução primária de todas as praças que não a possuíam”.¹⁸⁷

As primeiras referências à eletricidade nas forças armadas portuguesas, aparecem ligadas à utilização dos torpedos para garantir a defesa do porto de Lisboa. Para dar cumprimento a esse plano da defesa da capital, o programa do ministro Andrade Corvo previa a chegada em 1870 dos torpedos *Whitehead*.

Contudo, só em 1876 é que foi nomeada uma comissão de estudo com o objetivo de vir a permitir a criação da escola e do serviço de torpedos em Paço D’Arcos que ficaria na dependência do Ministério dos Negócios de Guerra, sob a direção de um oficial de Marinha. Dois anos depois, estas instalações foram ampliadas significativamente e desenvolvidas novas atribuições nas áreas como eletricidade e a telegrafia elétrica e visual, ficando a escola subordinada à Majoria General da Armada.¹⁸⁸

. Finalmente, por decreto de 1 dezembro de 1901, depois da separação do serviço de torpedos em fixos e móveis, é que a Marinha se transfere para Vale de Zebro e instala, na dependência da Direcção-Geral da Marinha, o Serviço e Escola Prática de Torpedos e Eletricidade (SEPTE).

O SEPTE, se bem que já descendente da Antiga Escola de Paços D’Arcos, pode ser considerado o precursor directo de todos os actuais estabelecimentos de ensino da Armada.¹⁸⁹

4.1. O ensino de eletricidade na Escola Naval

O ensino da eletricidade na Escola Naval iniciou-se no dia 25 de setembro de 1895, quando foi criada a cadeira denominada “Aplicação da electricidade ao serviço naval.

¹⁸⁷ João Maria Poças Santos, *A formação de marinheiros na Armada Portuguesa (1851-1910)*, Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Ciências Militares Navais, na especialidade de Marinha, Lisboa, Escola Naval, 2020, p.39.

¹⁸⁸ José Moura da Fonseca, *As Comunicações Navais e a TSF na Armada*, Lisboa, Edições Culturais da Marinha, 1988, p. 277.

¹⁸⁹ *Ibidem*, p. 278.

Idéias gerais sobre telegrafia militar. Arte da guerra naval”, tendo sido nomeado como seu regente o Comandante José Augusto Celestino Soares.

Seguiu-se-lhe na regência daquela cadeira o Comandante Apolino Gomes da Silva Rodrigues, que teve a cuidadosa missão de preparar os futuros oficiais da Armada em eletrotécnia, face às exigências dos navios daquela época que necessitavam de especialistas em instalações de iluminação elétrica.

Assim, em 1903 é decretada uma nova reorganização do ensino da Escola Naval e a cadeira passou a chamar-se “Electricidade aplicada ao serviço naval. Torpedos”, tendo-se feito a separação entre o ensino da eletricidade e a arte da guerra.¹⁹⁰

Como então assinalou o Comandante Apolino da Silva Rodrigues:

“houve na mistura uma certa lógica, se o legislador se inspirou nas circunstâncias de serem os cargos de electricista e de torpedos a bordo reunidos no mesmo oficial”.



Fig. 28 – Aula prática de Eletricidade.

(Fonte: *Os primeiros cem anos da Escola Naval - 1845-1945*)

O progresso e o desenvolvimento da eletricidade, foram necessariamente acompanhados por reformas no ensino, não só quanto às designações das cadeiras, mas sobretudo em relação aos conteúdos técnicos que careciam de permanente atualização.

¹⁹⁰ José Filipe Castela, «Ensino da eletrotécnia, seus professores, sua evolução e suas actuais exigências técnicas», *Os primeiros cem anos da Escola Naval – 1845-1945*, Lisboa, Escola Naval, 1945, pp-191-192.

Mais tarde, face às crescentes aplicações dos motores elétricos, de diversa aparelhagem elétrica nos navios, do desenvolvimento da TSF nas comunicações de bordo e nos progressivos aperfeiçoamentos dos torpedos e minas, deu-se uma nova separação da cadeira de eletrotécnica e torpedos, passando a designar-se “Electricidade aplicada”, e assim permitir uma evolução das matérias ministrada de eletricidade.¹⁹¹

É certo que os extraordinários progressos técnicos que se seguiram deram continuidade a várias reformas do ensino na Escola Naval. Em primeiro conduziram a um maior desenvolvimento do ensino da eletricidade, essencialmente na parte relativa à radiotécnica. Depois foi necessário adquirir aparelhagem atualizada para ministrar nas aulas práticas da cadeira. Por fim, incidir o ensino em trabalhos práticos, para uma completa formação técnica dos alunos.¹⁹²

Assim, após as alterações realizadas ao ensino, a Escola Naval ficou habilitada a desempenhar com muito maior eficiência a sua missão, quer na formação em Eletricidade, quer na preparação dos futuros oficiais da Armada.

4.2. Serviço e Escola Prática de Torpedos e Eletricidade

A evolução dos armamentos, dos aparelhos de propulsão dos navios e das táticas de combate naval foram determinantes, na segunda metade do século XIX, para a reconfiguração das profissões a bordo.

Tornava-se uma necessidade relevante e urgente a criação de escolas para instruir as guarnições dos navios, quer em artilharia ou em máquinas, passando pelos torpedos e eletricidade e terminando nos sinais e trabalhos da arte de marinheiro. Estas escolas deveriam necessariamente ser colocadas em terra, pois só neste meio se poderiam reunir as condições mais adequadas para fornecer ensino teórico e prático, e todo o material e instrutores que noutra caso seriam impossíveis de incluir a bordo.

Outra medida apontada seria a aquisição de um cruzador e de um torpedeiro para servirem de navios-escola.

¹⁹¹ *Ibidem*, p. 192.

¹⁹² *Ibidem*, p.194.

Assim, em 1878 foi criada a Escola de Torpedos¹⁹³, cuja missão era ministrar instrução prática sobre torpedos e aparelhos elétricos, na dependência do Ministério da Guerra, mas incluindo pessoal da Armada. Só em 1898 é que a Escola e Serviço de Torpedos ficou dependente da Direcção-Geral da Marinha, dispondo depois de um efetivo de 157 homens¹⁹⁴.

Com um regulamento próprio fixado por decreto em finais de 1899, esta escola tinha na sua quase totalidade apenas pessoal da Armada e como comandante um capitão-de-mar-e-guerra, mas mantendo ainda a sua sede em Paço d’Arcos, junto ao forte de S. Pedro, por aí se localizarem os torpedos fixos ou as minas marítimas, operados pelo pessoal do Exército¹⁹⁵.



Fig. 29– Escola de Torpedos - Paço d’Arcos
(Fonte: Museu de Marinha)

¹⁹³ Diário do Governo nº 106, de 11 de maio de 1878, Ministério da Guerra.

¹⁹⁴ Ordem da Armada Nº 9, 15 maio 1878. Ainda neste âmbito, é publicado o «Regulamento da Escola e Serviço de Torpedos» na O.A. Nº 21 de 15 novembro de 1886.

¹⁹⁵ João Freire, «Período da Monarquia Constitucional (1834-1910)», *Jornal da Marinha – Chefias, Mudanças, Permanências e Desempenhos nos Últimos 180 Anos*, Lisboa, Edições Colibri, 2016, pp. 127-131.

Finalmente, a Marinha avançou em 1902 com a decisão de instalar esta unidade em Vale de Zebro¹⁹⁶, associando-lhe também a novidade da formação dos artífices torpedeiros-eletricistas e ficando assim constituído, para as décadas vindouras, o Serviço e Escola de Torpedos e Eletricidade, sempre na dependência da Direcção-Geral da Marinha que tinha como missão¹⁹⁷:

Ministrar instrução pratica sobre manobra, emprego e governo dos barcos torpedeiros e submersiveis, minas, contra-minas, barragens, aparelhos electricos applicados a bordo ou no serviço de minas e contra-minas e telegrafia electrica a officiaes e aspirantes da armada e a praças do corpo de marinheiros¹⁹⁸



Fig. 30 – Serviço e Escola prática de Torpedos e Eletricidade.
(Fonte: Museu de Marinha)

A missão primária deste serviço e escola de formação em torpedos e ensino de eletricidade passava pela defesa dos portos e da orla costeira, por meio de torpedos fixos ou móveis, bem como a formação teórica e prática das praças pertencentes à Companhia de Torpedos e também a inspeção, a guarda e a conservação do material distribuído, para além da aquisição, fabrico e reparação de todo o material, sua armazenagem e distribuição.

¹⁹⁶ Ordem da Armada Nº 3, Série A, de 8 de março de 1902, p. 230.

¹⁹⁷ Ordem da Armada Nº 6, Série A, de 30 de junho de 1900, pp. 211-274.

¹⁹⁸ *Ibidem*, p. 211.

Desta forma, a recente escola ficaria dividida em duas componentes distintas, mas complementares:

- a) uma primeira, relativa ao serviço de torpedos, que tratava da guarda e conservação do material distribuído para a defesa dos diferentes portos do país e dos depósitos desses mesmos materiais e respetivas oficinas;
- b) e uma segunda focada no ensino, de acordo com os fins que lhe estavam consignados no plano geral de ensino, que, para além de determinar as condições de admissão das praças ao curso ministrado na escola, também regulava as provas de aproveitamento a que os alunos podiam estar sujeitos.

Nesta escola, de acordo com o disposto no artigo 36º do capítulo III, referente à instrução, para além da formação de base, as matérias lecionadas compreendiam onze classes¹⁹⁹:

1. Noções de eletrologia, precedidas da tecnologia indispensável;
2. Telegrafia visual empregando o alfabeto usado na armada real;
3. Material de torpedos fixos;
4. Torpedos *Whitehead*;
5. Explosivos e explosões;
6. Emprego dos torpedos no mar;
7. Aparelhos elétricos usados a bordo;
8. Natação e mergulhador;
9. Telegrafia elétrica empregando o alfabeto de Morse;
10. Provas elétricas;
11. Serviço dos postos de observação.

Os oficiais inferiores (atualmente designados por subalternos) da companhia de torpedos, ou os que pretendiam ser promovidos a esta classe, teriam ainda de frequentar uma instrução complementar composta pela disciplina de telegrafia elétrica, pelas provas

¹⁹⁹ *Ibidem*, pp. 211-274.

elétricas e pelo serviço dos postos de observação. Também a nomeação para oficiais instrutores deveria recair sobre os primeiros e segundos-tenentes qualificados.

[que já tivessem] pratica do serviço de torpedos ou diploma de officaes torpedeiros, passado pela respetiva escola e que possam permanecer nela, pelo menos tres anos, sem serem prejudicados pela exigencia de tirocinio de embarque.²⁰⁰

Relativamente ao quadro do pessoal necessário ao Serviço e Escola Prática de Torpedos e Eletricidade, em tempo de paz, para além do estado-maior, era ainda formado por um estado-menor, pelos officaes da Armada em instrução, pelas praças em instrução para torpedeiros, também pelo pessoal da máquina e fogo, pelos artífices que estivessem a praticar e a receber instrução na escola e pelas que estivessem habilitadas com o curso de torpedeiros e que eventualmente não estivessem embarcadas e, por último, pelas praças de marinhagem, por fogueiros e pelos artífices que extraordinariamente forem necessários para o serviço.²⁰¹

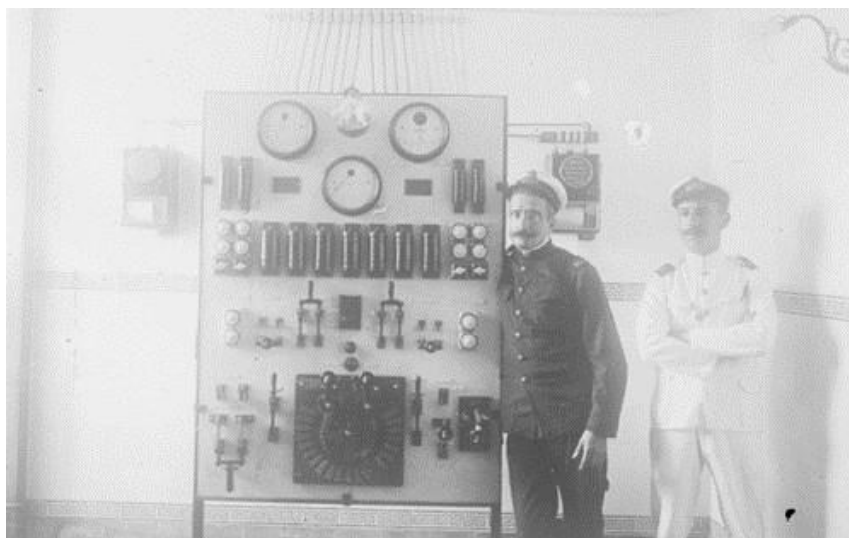


Fig. 31 – Instrutores na sala de aulas de eletricidade
(Fonte: Museu de Marinha)

²⁰⁰ Ordem da Armada N°1, de 30 de dezembro de 1901, p.11.

²⁰¹ Ordem da Armada N°1, de 30 de dezembro de 1901, p.9.

De salientar que esta recente escola possuía ainda uma biblioteca, com um acervo especializado em temas apropriados à respetiva formação, bem como uma coleção de material de torpedos e instrumentos de físico-química, necessários para o ensino.²⁰²

4.3. Criação da classe de artífices torpedeiros-eletricistas

Pelo Decreto de 1 de abril de 1897, do Ministério da Marinha e Ultramar²⁰³, foi determinado que na Escola de Torpedos fossem organizados cursos especiais para a habilitação de torpedeiros e cabos torpedeiros.

As praças desta nova classe provinham dos timoneiros-sinaleiros, sendo os seus números determinados pelos navios que fossem sendo equipados com a nova tecnologia, acrescidos de um quinto das lotações para possíveis substituições.

Quanto às praças especializadas em torpedos, para além das tarefas específicas de que eram responsáveis como a manobra e conservação dos torpedos, também a manutenção da moderna instalação elétrica aplicada a bordo era da sua responsabilidade, sendo que também realizavam alguns trabalhos no convés e na manobra e governo do navio, sobretudo nos navios torpedeiros.

Assim, na Ordem da Armada N°1, de 30 de dezembro de 1901, foi anunciada a criação da classe de artífices torpedeiros-eletricistas (ver anexo V), o que representava um importante passo no sentido do reconhecimento da natureza inovadora e da tecnicidade da eletricidade.

Os artífices torpedeiros-electricistas serão operários mechanicos que, tendo recebido instrução na Escola sobre torpedos moveis e electricidade por espaço de um anno e tirocinio pratico durante tres meses nas officinas de electricidade do Arsenal da Marinha, tenham adquirido conhecimento sufficiente e manifestado zelo pelo serviço, sendo-lhes mencionado na caderneta a habilitação de artífices torpedeiros-electricistas em cujo quadro entrarão quando haja vacatura.

Se durante o tempo de instrução não tiverem adquirido a habilitação devida, continuam por mais seis meses em instrução, findos os quaes, em caso de não aproveitamento não podem ser admittidos no quadro dos artífices torpedeiros-electricistas.²⁰⁴

²⁰² João Maria Poças Santos, *op. cit.*, p.88.

²⁰³ Diário do Governo n° 73, de 3 de abril de 1897, Ministério da Marinha e Ultramar.

²⁰⁴ Ordem da Armada N°1, de 30 de dezembro de 1901, p.7.

De notar que esta nova classe dos artífices era constituída preferencialmente por operários pertencentes ao Arsenal de Marinha, ou seja, já possuíam habilitação técnica, mas apesar teriam de realizar um exame de natureza mais técnica, onde era apreciada a sua competência profissional.

No que diz respeito às promoções, para que uma praça pudesse ser promovida ao posto de cabo, tinha de realizar um exame a bordo de um navio dotado de torpedos e de eletricidade, mas para a promoção a segundo-sargento, o exame já não era realizado a bordo.

De salientar que, para esta nova classe, qualquer praça do Corpo de Marinheiros, com os requisitos adequados, podia concorrer e entrar no quadro dos artífices torpedeiros-eletricistas. Dando continuidade à carreira, os artífices podiam concorrer a mestre da oficina do Serviço e Escola Prática de Torpedos e Eletricidade, com a graduação de sargento-ajudante.²⁰⁵

Para o concurso as praças teriam que prestar conhecimento detalhado²⁰⁶:

- a) dos torpedos *Whitehead* de todos os modelos existentes na escola; nomenclatura geral, conservação e armazenagem dos torpedos *Whitehead*;
- b) desarmar e montar um torpedo;
- c) armar e desarmar qualquer peça;
- d) fim dos diversos mecanismos do torpedo *Whitehead*;
- e) conhecimento e aplicação do ferramental para armar e desarmar um torpedo e seus diferentes maquinismos;
- f) balanceamento dos torpedos e regulação dos diferentes mecanismos;
- g) conhecimento detalhado do aparelho regulador da direção *Obry*, sua montagem e desmontagem e ideia geral sobre a sua regulação;
- h) ideia geral sobre bombas de comprimir;
- i) bombas de comprimir *Whitehead* e *Brotherood*, o seu funcionamento, montagem e desmontagem;
- j) conhecimento detalhado sobre acumuladores, sede lançamento carcaça, tubos de tolda, coberta e submarinos;

²⁰⁵ *Ibidem*, p.8.

²⁰⁶ *Ibidem*, p.12.

- k) conhecimento do serviço de uma instalação de lançamento de torpedos;
- l) saber torneiar.

Relativamente à área de eletricidade o candidato ainda tinha de ter uma ideia geral sobre²⁰⁷:

- a) correntes e circuitos elétricos;
- b) pilhas usadas a bordo e inflamação de minas;
- c) conhecimento detalhado sobre geradores e motores elétricos;
- d) canalizações elétricas;
- e) iluminação de arco voltaico e incandescência;
- f) e desenhar qualquer peça fácil do torpedo *Whitehead*.

Para finalizar a fase do concurso, foram ainda consideradas algumas condições de preferência²⁰⁸:

- 1º) ter praticado pelo menos um mês numa oficina de instrumentos e precisão;
- 2º) ter praticado nas oficinas de *Whitehead* em *Fiume*.

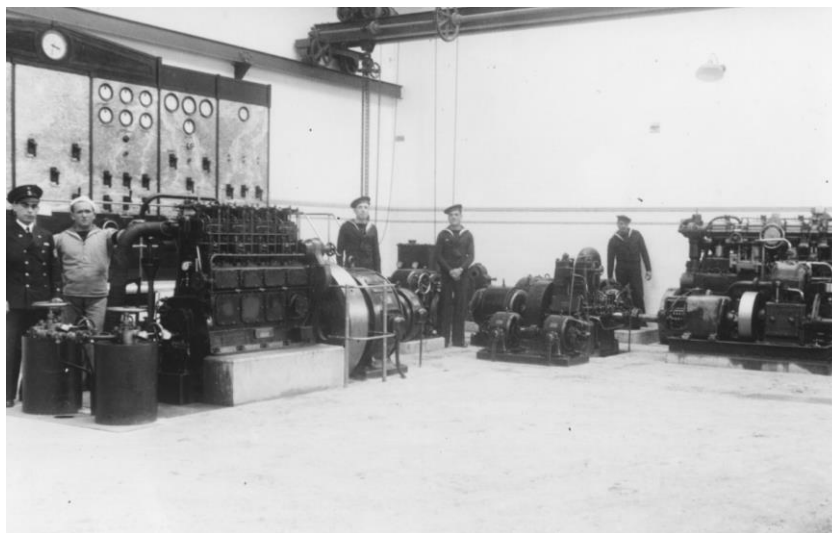


Fig. 32 – Artífices torpedeiros-eletricistas, aula de máquinas elétricas
(Fonte: Museu de Marinha)

²⁰⁷ *Ibidem*, p.13.

²⁰⁸ *Ibidem*, p.13.

Também podiam ser submetidos a concurso os artífices serralheiros que já tivessem recebido instrução com aproveitamento, sobre o serviço de torpedos *Whitehead*. Esta classe passou ao quadro dos artífices torpedeiros-eletricistas, tendo mantido a respetiva antiguidade, ficando apenas a aguardar o tirocínio prático, a realizar-se assim que fosse possível.²⁰⁹

Em síntese, verificamos que a Marinha Portuguesa não se limitou a incorporar a nova tecnologia da eletricidade nos seus navios, mas que teve a iniciativa de criar em 1895 na Escola Naval, então localizada em Lisboa, uma cadeira de “aplicação da electricidade ao serviço naval”, de criar em 1898 uma Escola e Serviço de Torpedos que funcionou em Paço de Arcos e depois em Vale de Zebro e de criar em 1902 um corpo de técnicos qualificados que foi a classe de artífices torpedeiros-eletricistas.

²⁰⁹ *Ibidem*, p.13.

Conclusão

O estudo realizado confrontou-se com algumas dificuldades, porque a documentação existente é abundante sob o ponto de vista técnico, sobretudo a que se conserva no Arquivo Histórico da BCM, mas é escassa sob o ponto de vista histórico. Daí resultará um menor interesse pelos estudos sobre a História da Eletricidade em Portugal, uma área que tem estado ausente da esfera académica.

Apesar disso, considero que a investigação realizada atingiu o seu objetivo de estudar a introdução de eletricidade na Marinha Portuguesa e o seu desenvolvimento até ao período da 1ª Guerra Mundial, embora o tema justifique outros estudos e, desejavelmente, uma abordagem semelhante à que foi seguida em França com a parceria entre o Grupo EDF e a Université Paris-Sorbonne.

O estudo realizado permitiu que fossem retiradas as seguintes conclusões principais:

A primeira aplicação prática da eletricidade a bordo dos navios da Marinha Portuguesa foi a iluminação para compartimentos, para as luzes de navegação e para os projetores destinados à localização noturna de alvos ou perigos, militares ou marítimos. A corveta *Mindelo* (1880) e a corveta *Afonso de Albuquerque* (1884) estão associadas a esta inovação. Esta aplicação constituiu um grande sucesso e influenciou a conceção e a arquitetura dos novos navios e de modernas técnicas de construção naval, que por sua vez influenciaram os sistemas de propulsão mecânica e de armamento, levando ao fim da propulsão à vela, bem como a passagem da construção em madeira para a construção em o ferro e aço;

Numa segunda fase, mais tardia, os navios modernos começaram a dispor de motores elétricos que podiam movimentar grandes cargas, como por exemplo os elevadores de munições, as bocas-de-fogo de maior calibre e os guinchos que permitiam içar as âncoras, entre outras aplicações;

Depois, já no século XX, a introdução das transmissões de TSF nos navios, permitiu expandir a capacidade de comunicação para além da linha de visão direta, facultando ao comando do navio a capacidade de dar ordens às suas unidades espalhadas e fora do seu contacto visual, o que reforçou a capacidade de reconhecimento em tempo

real para lá do horizonte geográfico e a possibilidade da realização de manobras estratégicas fora das zonas litorais;

No caso português destaca-se a chegada do primeiro submarino que causou um impacto significativo na arte da guerra, sobretudo depois de adotarem sistemas de propulsão baseados na eletricidade, o que aconteceu desde os finais do século XIX, com a utilização de um sistema diesel-elétrico destinado ao carregamento das baterias principais. Com a introdução da bateria como fonte de energia para a sua propulsão, o submarino tornou-se uma arma de grande sucesso;

Os elementos recolhidos sobre a introdução da eletricidade nos navios de outras Marinhas, mostram que apesar da diferença de dimensão, de potencial e de recursos, a Marinha Portuguesa não esteve alheada desta nova tecnologia. Assim, se a corveta *Mindelo* recebeu uma instalação elétrica em 1880, embora ocasional, datam de 1876 e 1877 as primeiras instalações elétricas adotadas em alguns navios das Marinhas do Reino Unido, da França e da Espanha, enquanto o USS *Trenton* foi o primeiro navio da US Navy a receber uma instalação elétrica, o que aconteceu em 1883. Significa, portanto, que o desfasamento tecnológico da Marinha Portuguesa com as principais Marinhas era muito ténue;

O reconhecimento da importância da eletricidade na Marinha Portuguesa não foi imediato. Apesar das suas vantagens a bordo, alguns anos depois ainda havia sérias resistências à inovação que era trazida pela nova tecnologia, como mostra o artigo publicado nos *Anais do Club Militar Naval* da autoria do 2º Tenente Pereira da Silva e já antes citado;

Como foi salientado, o início do ensino de eletricidade nas escolas da Marinha Portuguesa não acompanhou a chegada dos primeiros navios com instalação elétrica de origem. A formação recebida pelas praças era dada nos próprios navios onde estavam embarcados e navegavam, através de exercícios realizados a bordo e do estudo autodidata, muito semelhante ao que modernamente é a chamada formação *on job*. A corveta *Afonso de Albuquerque*, que em 1884 foi incorporada no efetivo dos navios da Armada, foi o primeiro navio da Armada Portuguesa com instalação elétrica de origem, mas só uma década depois o ensino de eletricidade passou a ser feito em escolas, assim acontecendo na Escola Naval em 1895 e no Serviço e Escola Prática de Torpedos e Eletricidade em 1899.

Fontes e bibliografia

Fontes

ADRIÃO, João Carlos, «Corveta Afonso de Albuquerque», *Anais do Clube Militar Naval*, 1984.

BASTO, António Pinto, *Cruzador S. Gabriel. Viagem de Circumnavegação*, Lisboa, 2ª Edição facsimilada da edição de 1912, Lisboa, Academia de Marinha, 2018.

BCM-AH – Caixa 582 – Corveta Mista *Mindelo*.

BCM-AH – Caixas 546, 557 – Corveta Mista *Afonso de Albuquerque*.

BCM-AH – Caixa 488 – Canhoneira *Diu*.

BCM-AH – Caixa 488 – Canhoneira *Chaimite*.

BCM-AH – Caixa 504 – Canhoneira *D. Luiz*.

BCM-AH – Plano 8/89 – Desenho 10 – Canalizations electriques, coupe longitudinale, plate forme de cale et cale – Cruzadores *S. Gabriel* e *S. Rafael*.

BCM-AH – Plano 8/89 – Desenho 11 – Canalizations electriques, coupe dans la teuge et dunette, pont cirassé – Cruzadores *S. Gabriel* e *S. Rafael*.

BCM-AH – Plano 19/130 – Álbum 2, Desenho 23 – Submersível *Espadarte*.

BCM-AH – Plano 19/130 – Álbum 2, Desenho 24 – Submersível *Espadarte*.

BCM-AH – Documentação 6-VI-1-1 – Canhoneira *Pátria*.

BCM-AH – Ordem da Armada, Série A, Nº3 de 8 de março de 1902.

BCM-AH – Ordem da Armada, Série A, Nº1 de 30 de dezembro de 1901.

BCM-AH – Ordem da Armada, Série A, Nº6 de 30 de junho de 1900.

CARVALHO, João Manuel de, «As instalações eléctricas a bordo dos navios. Ainda os sinais eléctricos de noite. A electricidade a bordo do Adamastor», *Anais do Clube Militar Naval*, Tomo XXVII, Nº 11, Clube Militar Naval, novembro, 1897.

_____, «A iluminação dos navios-escolas». *Anais do Clube Militar Naval*, Volume XXXVII, 1906.

CMN, “Cruzador “S. Gabriel. Instalações Electricas”, *Anais do Clube Militar Naval*, Tomo XXXII, Lisboa, Clube Militar Naval, agosto, 1902.

CMN, “A electricidade a bordo”, *Anais do Club Militar Naval*, Tomo XXI, Nº 1, Lisboa, Club Militar Naval, janeiro, 1891.

CMN, “Propulsão eléctrica nos couraçados”, *Anais do Clube Militar Naval*, Tomo XLVI, Nº 7, Lisboa, Clube Militar Naval, julho, 1915.

CMN, “Diversas aplicações da luz eléctrica a bordo dos navios”, *Anais do clube Militar Naval*, 1871.

CMN, “Luz electrica a bordo”, *Anais do Club Militar Naval*, tomo 10, Lisboa, Club Militar Naval, 1880.

CORREIA, Amadeu Júlio de Sousa, «Estudo sobre correntes alternativas». *Anais do Clube Militar Naval*, Volume LVIII, 1927, pp, 200-225 e Volume LIX, 1928.

COSTA, Augusto Ramos da, «Influência da electricidade sobre a agulha magnética», *Anais do Clube Militar Naval*, Tomo XXVII, Nº 11, Lisboa, Clube Militar Naval, novembro, 1897.

DORES, Alfredo de Oliveira, “Máquinas frigoríficas de ar”, *Anais do Clube Militar Naval*, Vol.40, Lisboa, 1909.

ESCOLA NAVAL, *Os primeiros cem anos da Escola Naval – 1845-1945*, Lisboa, Escola Naval, 1945.

FERREIRA, Raúl César, “Refrigeração dos paiois nos navios de guerra”, *Anais do Clube Militar Naval*, Vol.48, Lisboa, 1917.

HENRIQUES, Joaquim de Almeida, *Navegação Submarina “O Espadarte” Os primeiros e os últimos anos de vida de um submarino*, Lisboa, Imprensa da Armada, 1928.

ØRSTED, Hans Christian, «Experiências sobre o Efeito do Conflito Elétrico sobre a Agulha Magnética», *Cadernos de História e Filosofia da Ciência*, 10, 1986.

O OCCIDENTE, “Chronica Occidental”, *O Occidente*, 5º Anno – Volume V – nº 123, 21 de maio de 1882.

O CCIDENTE, “A iluminação a gaz e os bicos intensivos”, *O Occidente*, 4º Ano – Volume IV – nº 84, 21 de abril de 1881.

O OCCIDENTE, “A Exposição de Electricidade em Paris”, *O Occidente*, Ano IV, nº 98, 11 de setembro de 1881.

SILVA, Fernando Augusto Pereira da, «A electricidade a bordo dos navios de guerra», *Anais do Clube Militar Naval*, Tomo XXXII, Nº 8, Lisboa, Clube Militar Naval, agosto, 1902.

Bibliografia

“1881: Primeira Feira Internacional da Electricidade em Paris”. <https://www.dw.com/pt-br/1881-primeira-feira-internacional-da-eletricidade-em-paris/a-319769>, (Acedido em abril de 2021).

A cidadela de Cascais como palco de estreia. <https://www.edp.com/pt-pt/historias/uma-historia-de-dois-seculos-portugal-acende-a-primeira-lampada>, (Acedido em fevereiro de 2021).

BARRETO, João Mário Teixeira., *Primeira Esquadilha de Submarinos. Origens e Emprego Operacional*, Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Ciências Militares Navais, Escola Naval, 2017.

BERKSON, William, *Fields of Force: The Development of a World View from Faraday to Einstein*, London, Routledge & Kegan Paul Ltd, 1974.

BRAGANÇA, Nuno Noronha «Comunicações para lá da linha de vista», *Revista da Armada*, nº 440, Lisboa, 2010.

CANAS, António Costa Canas, “150 Anos dos Anais do Clube Militar Naval”, *Memórias 2020*, Academia de Marinha, 2021.

CAZENOBÉ, Jean, “De Maxwell à Marconi: Les difficultés du passage de la théorie scientifique à la réalisation technique”, *Bulletin d'histoire de l'électricité*, nº5, juin 1985, pp. 19-36. <https://www.persee.fr/issue/helec>, (Acedido em fevereiro de 2021).

Contratorpedeiro Douro, *Contratorpedeiro "Douro"*. - Marinha Portuguesa - Archeevo.

COSTA, Adelino Rodrigues da, *Dicionário de Navios & Relação de Efemérides*, 2ª Edição, Lisboa, Edições Culturais da Marinha, 2006.

DELAIRE, Etienne, *Le froid dans la conservation des produits de la mer*. 2012. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01101930/document>, (Acedido em março de 2021).

DUARTE, António Rebelo, “Da introdução da TSF às modernas TCI's. 100 anos que honram a Marinha”, *Revista da Armada*, nº 441, 2010.

DUNKLEY, Mark, *Ships and Boats:1840-1950 - Introductions to Heritage Assets*, Swindon, Historic England, 2016. <https://historicengland.org.uk/images-books/publications/iha-ships-boats-1840-1950/heag133-ships-and-boats-1840-1950-iha/>, (Acedido em abril de 2021).

E. Skjong, E. Rødskar, M. Molinas, TA Johansen e J. Cunningham, "The Marine Vessel's Electrical Power System: From its Birth to Present Day". *Proceedings of the IEEE*, vol. 103, Nr. 12, 2015, pp. 2-3. https://www.researchgate.net/publication/284183464_The_Marine_Vessel's_Electrical_Power_System_From_its_Birth_to_Present_Day (Acedido em abril de 2021).

First Naval Vessel with Electric Lights – Trenton. <https://www.history.navy.mil/browse-by-topic/exploration-and-innovation/electricity-and-uss-trenton.html>, (Acedido em março de 2021).

Electricidade I - Corrente contínua, PEETNA 2208 (A), Lisboa, Escola de Tecnologias Navais, Marinha, 2020.

Electricidade II - Corrente alternada, PEETNA 2210 (A), Lisboa, Escola de Tecnologias Navais, Marinha, 2020.

ESPARTEIRO, António Marques, *Três Séculos no Mar (1640-1910)*, Coleção Estudos Nº 17, IV Parte /Corvetas/4º Volume, Lisboa, Marinha, 1985.

_____, *Três Séculos no Mar (1640-1910)*, Coleção Estudos Nº 27, IX Parte /Canhoneiras/4º Volume, Lisboa, Marinha, 1986.

_____, *Três Séculos no Mar (1640-1910)*, Coleção Estudos Nº 28, IX Parte /Canhoneiras/5º Volume, Lisboa, Marinha, 1986.

_____, *Três Séculos no Mar (1640-1910)*, Coleção Estudos Nº 29, X Parte /Cruzadores/1º Volume, Lisboa, Marinha, 1986.

_____, *Três Séculos no Mar (1640-1910)*, Coleção Estudos Nº 30, X Parte /Cruzadores/2º Volume, Lisboa, Marinha, 1986.

FINA, Rosa Maria, «E agora a noite: A transformação da noite lisboeta entre os séculos XVIII e XIX». *Brotéria: Cristianismo e cultura*, Vol. 180, Nº. 4, 2015, pp. 337-360.

FONSECA, José da Cruz Moura da, *As Comunicações Navais e a TSF na Armada*, Lisboa, Edições Culturais da Marinha, 1988.

_____, *A TSF na Armada*, Lisboa, Academia de Marinha, 1985.

FREIRE, João, *Jornal da Marinha – Chefias, Mudanças, Permanências e Desempenhos nos Últimos 180 Anos*, Lisboa, Edições Colibri, 2016.

Iluminação pública começou há 200 anos. <https://www.cmjornal.pt/portugal/detalhe/iluminacao-publica-comecou-ha-200-anos>. (Acedido em abril de 2021).

LEMOS, Carlos Alberto de Oliveira, «A evolução da electrónica nos últimos cem anos e perspectivas futuras». *Anais do Clube Militar Naval*, Número Especial Comemorativo do primeiro centenário dos Anais do Clube Militar Naval, Lisboa, Clube Militar Naval, 1970.

LENNERFORS, Thomas Taro, BIRC, Peter, «The Reefer Industry in a Historical Context», *Snow in the Tropics. History of the Independent Reefer Operators*, Brill, 2021.

Lisboa. A noite natural que nunca mais foi escura. <https://sol.sapo.pt/artigo/536720/lisboa-a-noite-natural-que-nunca-mais-foi-escura>. (Acedido em abril de 2021).

LOPES, Carlos Alves, «A Evolução Tecnológica Naval e o Impacto na Grande Guerra». *A Grande Guerra e os Açores: da Estratégia naval à pneumónica*, Ponta Delgada, Portugal: Letras Lavadas, 2019.

_____, *Portugal e o Bloqueio Naval na Grande Guerra: Uma lição aprendida e esquecida*, Tese de Doutoramento em História Especialidade em História Contemporânea, Universidade Nova de Lisboa, 2019.

Máquinas Elétricas de Corrente Contínua, PEETNA 2215(A), Lisboa, Escola de Tecnologias Navais, Marinha, 2020.

Máquinas Elétricas de Corrente Alternada, PEETNA 2217(A), Lisboa, Escola de Tecnologias Navais, Marinha, 2020.

MATOS, Ana Cardoso de, *Tecnologia, engenharia e eletricidade nas redes urbanas de iluminação e transporte. Portugal 1880-1926*, Universidade de Évora – CIDEHUS, 2012.

MENDES, José Agostinho de Sousa *Setenta e Cinco Anos no Mar (1910-1985)*, 5º Volume, Submersíveis, Lisboa, Comissão Cultural da Marinha, 1991.

MORAIS, Rodrigo Fernandes, *A Natureza da Eletricidade (Uma Breve História)*, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2014.

Naval History and Heritage Command, *First Naval Vessel with Electric Lights - Trenton*. <https://www.history.navy.mil/browse-by-topic/exploration-and-innovation/electricity-and-uss-renton.html> (Acedido em abril de 2021).

NEVES, João Manuel Lopes Pires, *Poder Naval e o Papel das Marinhas no século XXI*, Lisboa, Academia de Marinha, 2019.

OLIVEIRA, Maurício de, e Outros, «O “Espadarte” - Primeiro Submersível Português», *Os submarinos da Marinha Portuguesa*, 4ª edição, Lisboa, Revista de Marinha, 2008.

Os Navios da Primeira República. Exposição de Aquarelas, Lisboa, Edições Culturais de Marinha, 2011.

PERSÉE, *Bulletin d'histoire de l'électricité*, Lyon, vários números, 1983-2000. <https://www.persee.fr/collection/helec> (Acedido em janeiro de 2021).

PINTO, José Luís Leiria, “As comunicações na Marinha”, *Revista da Armada*, Lisboa, agosto, 2010.

RAPOSO, J. Rasquilho, “Cem anos da artilharia naval”, *Anais do Clube Militar Naval*, Número Especial Comemorativo do Primeiro Centenário dos Anais do CMN, Lisboa, 1970, p. 195.

REIS, António Estácio dos, “A luz eléctrica a bordo dos navios”, *Revista da Armada*, nº189, junho de 1987.

_____, *Os Navios d’O Occidente*, Lisboa, Edições Culturais da Marinha e Gradiva, 2001.

Revista General de Marina, [Información Revista - Information - Magazines & Bulletins - Armada Española - Ministerio de Defensa - Gobierno de España](#). (Acedido em abril de 2021).

RIBEIRO, António Silva, *Mahan e as marinhas como instrumento político*, Revista Militar, 2010.

ROBINEAU, Didier, *L’introduction de l’électricité dans la marine militaires (1880-1935)*, These de Doctorat, l’Université de Nantes, 2019. <http://www.theses.fr/2019NANT2010>, (Acedido em janeiro de 2021).

ROLLO, Maria Fernanda e QUEIROZ, Maria Inês, «A tripla rede Marconi - Cronologia», *Marconi em Lisboa: Portugal na rede mundial de TSF*, Lisboa, Fundação Portugal Telecom, 2007.

Sabe qual foi a primeira cidade de Portugal a ter eletricidade?, <https://www.electrorep.pt/novidades/sabe-qual-foi-a-primeira-cidade-de-portugal-a-ter-eletricidade>. (Acedido em abril de 2021).

SANTOS, João Maria Lopes Mouga Poças, *A formação de marinheiros na Armada Portuguesa (1851-1910)*, Dissertação Mestrado em Ciências Militares Navais, especialidade de Marinha, Lisboa, Escola Naval, 2020.

SILVA, Cibelle Celestino e PIMENTEL, Ana Carolina, *Uma análise da história da eletricidade presente em livros didáticos: o caso de Benjamin Franklin*, Instituto de Física São Carlos, 2008.

SILVEIRA, Carlos, *Navegação a Vapor entre o Continente e os Açores. Primeiros Tempos*, Horta, Edição de Autor, 2014.

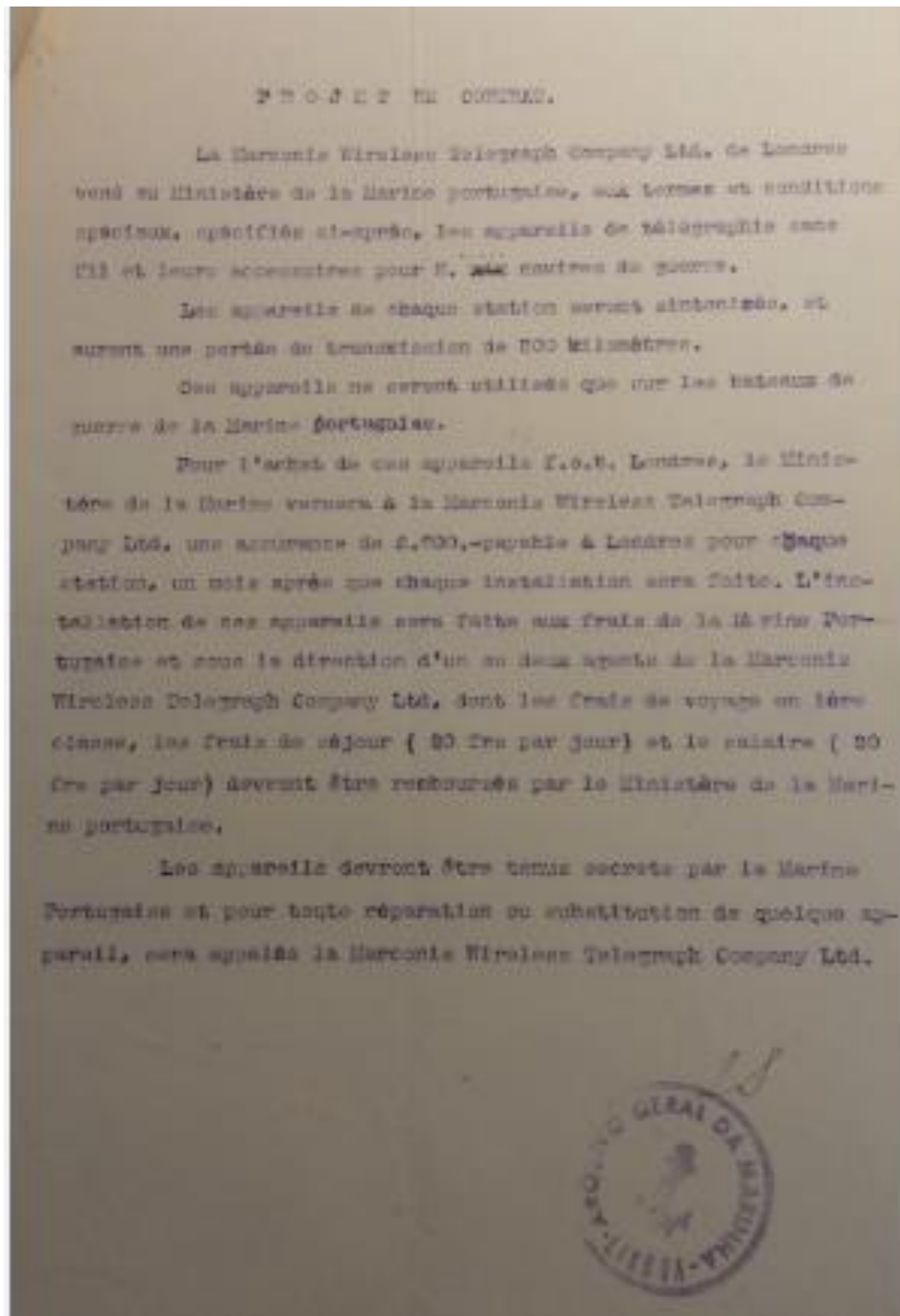
SKJONG, Espen, *Optimization-based Control in Shipboard Electric Systems*, Thesis for the degree of Philosophiae Doctor, Norwegian University of Science and Technology, Faculty of Information Technology and Electrical Engineering Autonomous Marine Operations and Systems Research Centre Department of Engineering Cybernetics, Trondheim, June 2017. https://folk.ntnu.no/torarnj/ESkjong_PhD_thesis.pdf (Acedido em janeiro de 2021).

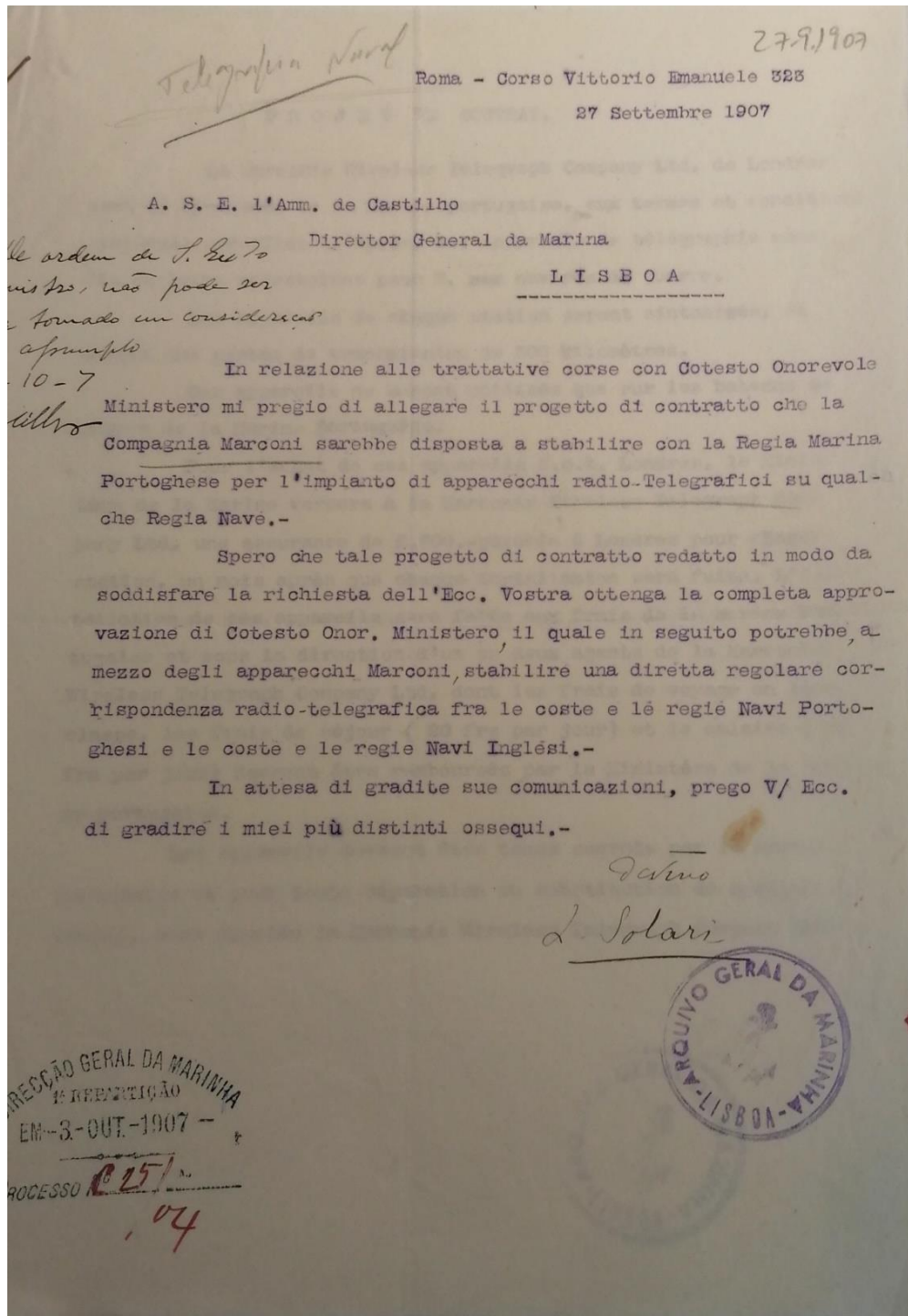
SS Columbia which hosted the first installation of Edison’s electric system, <https://artsandculture.google.com/asset/s-s-columbia-which-hosted-the-first-installation-of-edison-s-electric-system-edison-electric-light-company/tgEeg-Oj4TUMow>. (Acedido em abril de 2021).

TELO, António José, *História da Marinha Portuguesa – Homens, Doutrinas e Organização, 1824-1974*, Lisboa, Academia de Marinha, 1999.

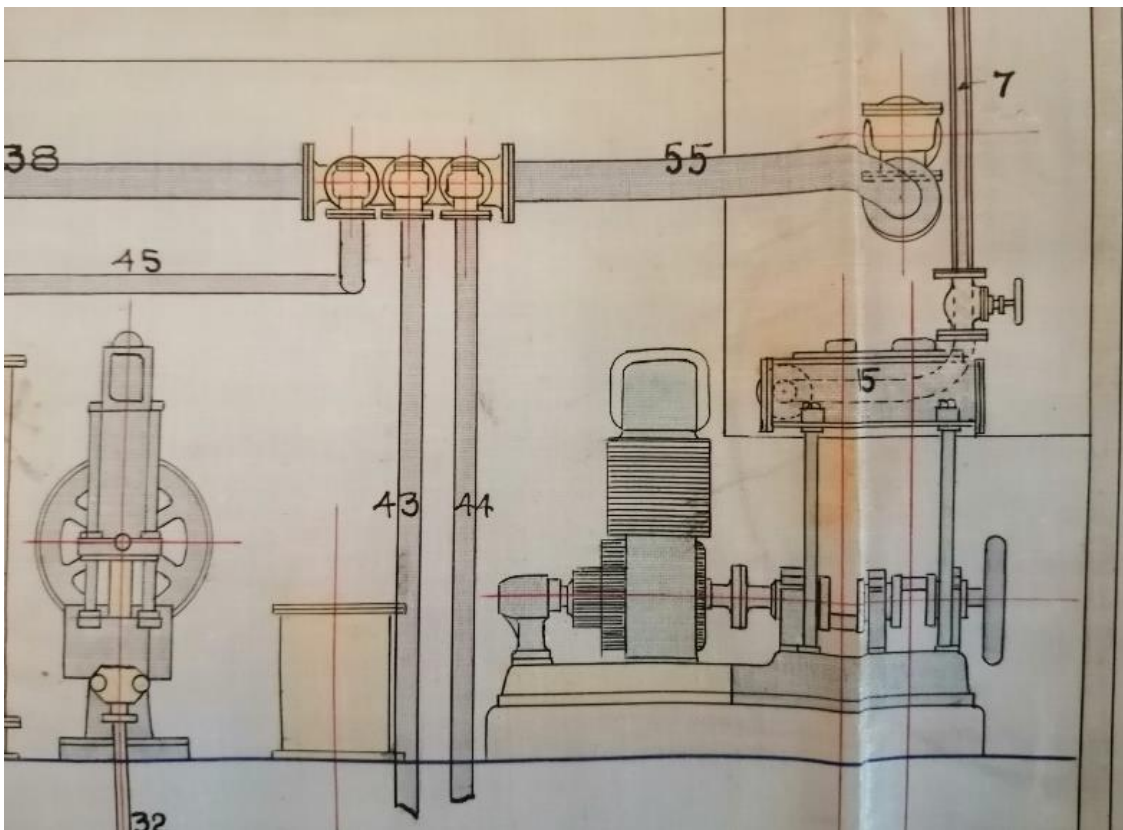
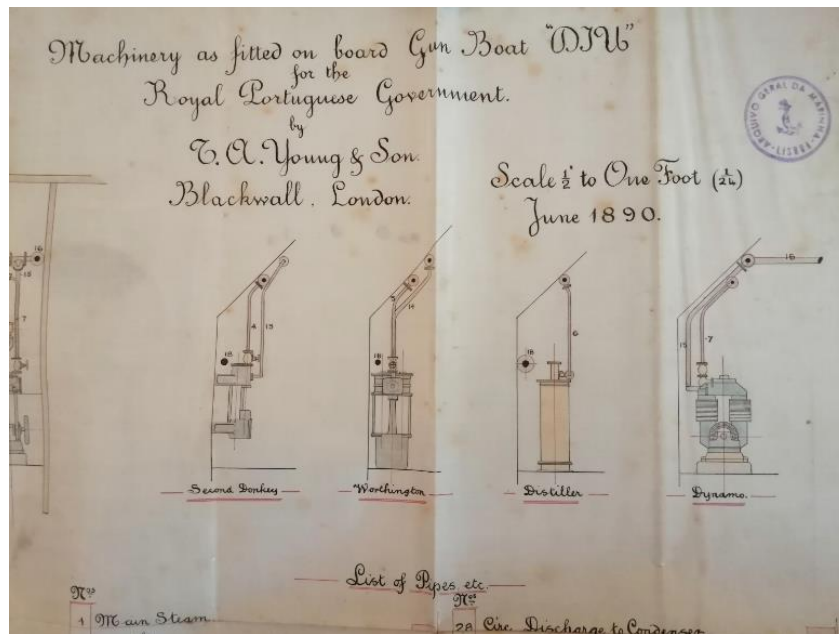
Anexos documentais

Anexo I – Contrato entre o Ministério da Marinha Portuguesa e a Marconi



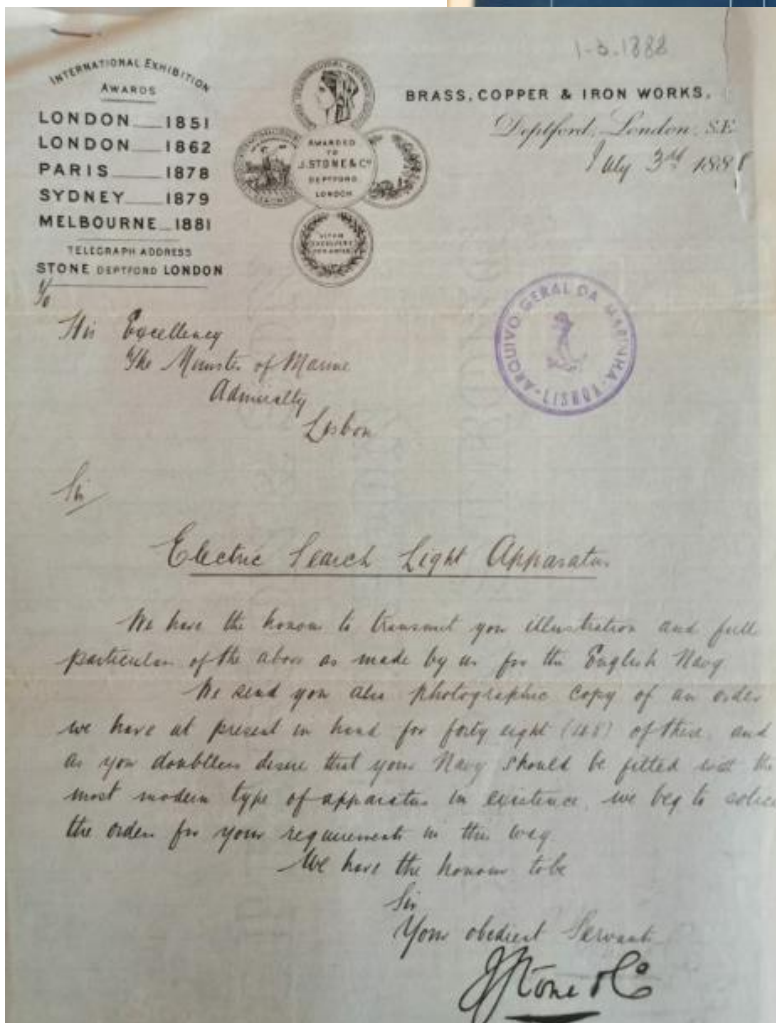
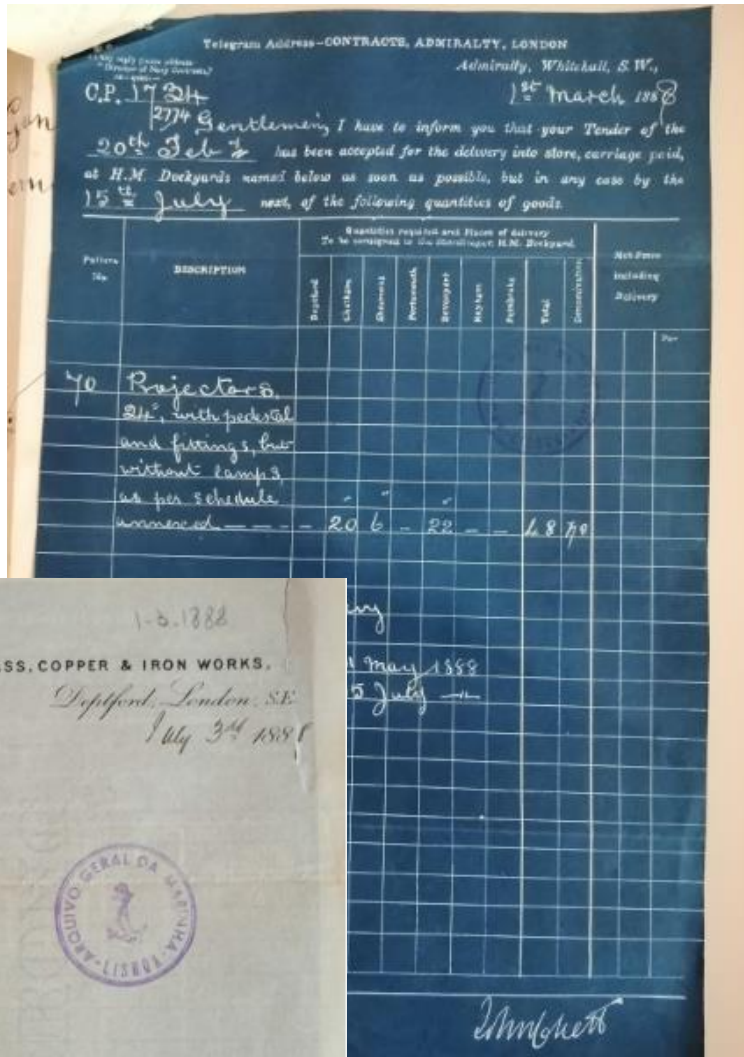


Anexo II – Desenho da instalação do dínamo na Canhoneira Diu

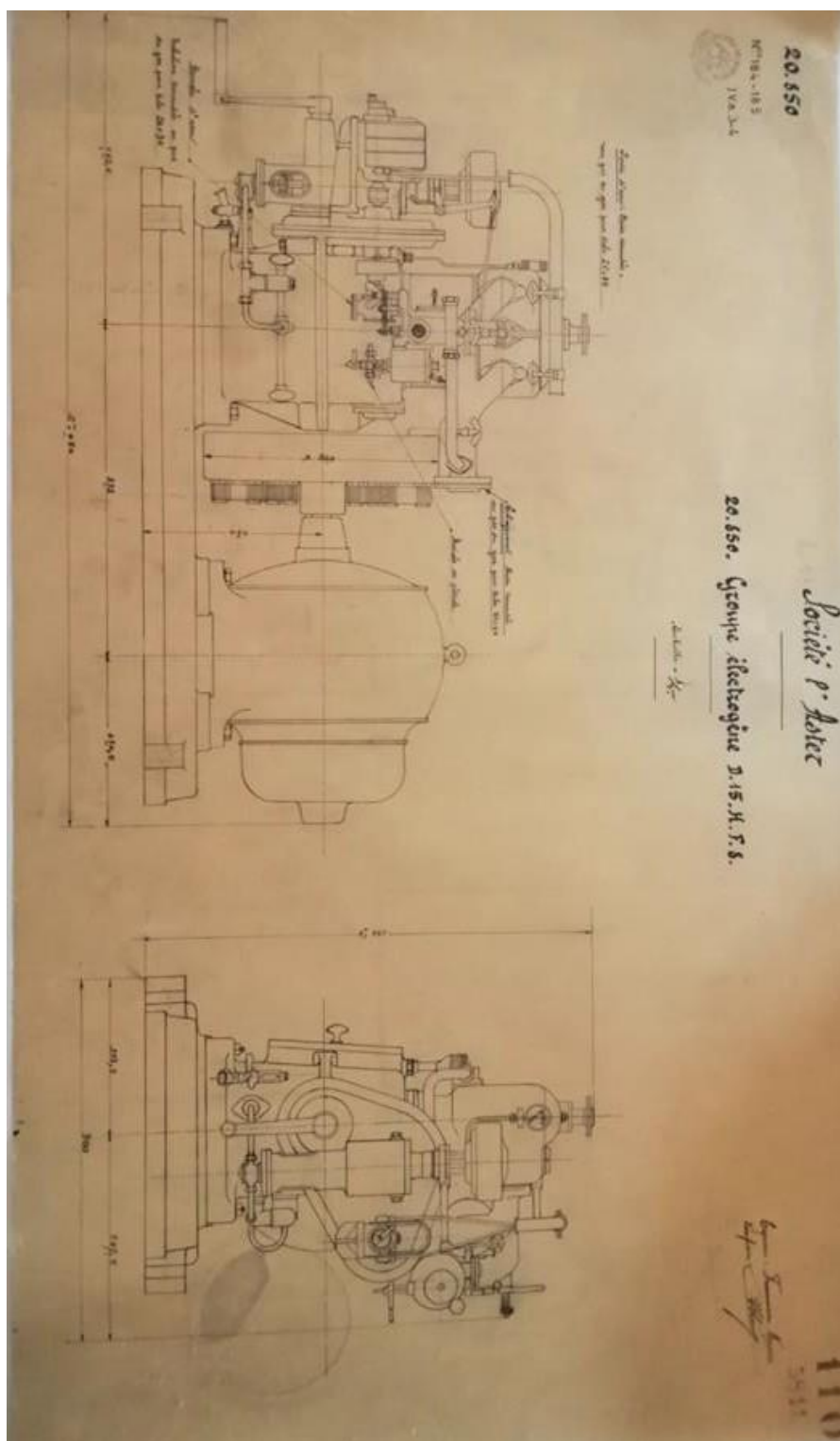


Anexo III – Contrato com a “Brass, copper & Iron Works”

(Instalação do projetor elétrico - canhoneira Diu)



Anexo IV – Esquema da instalação do Grupo Eletrógeno do Cruzador S. Gabriel



Anexo V – Criação da classe de artífices Torpedeiros-electricistas

(Ordem da Armada N.º 1 de 30 de dezembro de 1901)

