

A Evolução Tecnológica e o Impacto na Grande Guerra Um contributo para uma outra visão sobre o poder naval.

CARLOS ALVES LOPES²⁹

Introdução

O Mar foi e será sempre uma arena de disputa de poder entre nações pela importância das suas vias comerciais, assim como para a atividade piscatória ou extrativa de matérias-primas.

Como tal, historicamente as guerras navais tiveram como objetivo central a obtenção do controlo do mar, ou a negação do mesmo ao inimigo, conseguindo-se este objetivo através de batalhas de destruição ou de bloqueios³⁰. Ao encontro desta ideia, no final do século XIX a teoria estratégica de Alfred Mahan³¹ levou a uma corrida internacional ao armamento para a obtenção de supremacias navais, que garantisse a obtenção desse tal poder naval efetivo em cada combate. No entanto, é reconhecido que o poder naval foi obtido múltiplas vezes por forças navais não dominantes, sempre que estas tiveram a possibilidade de superar pontualmente a superioridade numérica, ou tecnológica do inimigo.

Concorrentemente à consolidação da doutrina de Alfred Mahan encontramos uma evolução da tecnologia naval, brindada com a introdução da propulsão mecânica e novas armas, mas onde pouco se observou na

²⁹ Doutor em História Naval Contemporânea pela Universidade Nova de Lisboa. É Investigador do Centro de Investigação Naval da Escola Naval (CINAV-EN), Investigador do Instituto de História Contemporânea da Faculdade de Ciências Humanas e Sociais da Universidade Nova de Lisboa (IHC/FCSH-UNL) e Auditor de Defesa Nacional pelo Instituto de Defesa Nacional (IDN). E-mail: calopes@fcsn.unl.pt

³⁰ Consideramos neste contexto o bloqueio como uma estratégia de combate efetivo, seja este próximo ou distante, sendo ainda reconhecido como uma forma de desgaste sobre o comércio marítimo com implicações directas sobre a capacidade industrial e a qualidade de vida dos civis do beligerante inimigo a longo prazo.

³¹ Alfred Thayer Mahan (1840-1912), historiador norte-americano do final do século XIX, contemporâneo de Julian Corbett. Oficial de Marinha dos Estados Unidos notificou-se em textos de estratégia naval. Desenvolveu uma teoria sobre supremacia naval que influenciou uma corrida ao armamento. A sua principal obra sobre história e estratégia naval foi *The Influence of Seapower on History, 1660-1783*.

evolução de conceitos tático-navais. Será só depois da Grande Guerra que efetivamente se viria a verificar uma renovação de conceitos de combate naval, em especial durante o período de paz até à deflagração da 2ª Guerra Mundial, com o desenvolvimento de meios aeronavais e os primeiros sistemas eletrónicos para controlo de tiro e de radar.

Assim, é reconhecido que a aceleração tecnológica foi influenciada pelo impacto da guerra, mas essa evolução nem sempre foi uma consequência direta do avanço tecnológico. Em muito se deveu à capacidade adaptativa do ser humano para se encontrar novas soluções, ou para se readaptar as existentes às necessidades imediatas.

A evolução tecnológica e a marinha de guerra

O contributo da tecnologia para o desenvolvimento da força de combate naval e as vantagens que desta se retirou, dependeu totalmente da capacidade intelectual para inovar a partir dessas mesmas tecnologias. Neste contexto e como ponto de partida para a análise dessa evolução no período entre 1850 e 1920, considerámos a construção do *USS Monitor*, em 1851, e o desenvolvimento o *HMS Dreadnought*, em 1907, como pontos de referência.

Ao longo do período, para além da evolução do armamento foi observado em paralelo uma evolução no desenho naval, uma espécie de evolução estética que hoje nos permite facilmente distinguir pela silhueta a contemporaneidade das unidades navais: os mastros foram desaparecendo, as proas foram alterando a sua forma hidrodinâmica de convexa para côncava, a artilharia foi se deslocando da sua posição nas amoradas para o convés e o número de peças nos navios foi diminuindo, numa relação entre resistência de materiais e deslocação do centro de gravidade dessas mesmas estruturas.

Por outro lado a evolução naval caracterizou-se por uma introdução sucessiva de avanços tecnológicos singulares, ou pela integração conjugada dos mesmos, como por exemplo: eletricidade, TSF ou o vapor, que ofereceram novas capacidades às unidades navais e que viriam a permitir o progresso de novas táticas de combate naval.

Não é evidente que tenha existido um investimento direto das marinhas de guerra nacionais na pesquisa de novas tecnologias para aplicação militar, mas sim a adaptação de tecnologias já testadas, e utilizadas em outros campos industriais ou de serviços, as quais readaptadas contribuiram para o enriquecimento da capacidade de combate³². Assim, consideramos que quando é referida a importância dos princípios doutrinários de Alfred Mahan,

³² Definimos *combate* como uma situação de recontro directo com uma duração significativa e em que ambas as forças exercem o seu poder de ataque e de defesa.

ou também de Julian Corbett³³, estes devem ser considerados no âmbito da influência que os mesmos tiveram no aumento do número de unidades navais e na concentração em unidades pesadas: couraçados e cruzadores, ou seja como influenciaram a estratégia naval e não o combate naval tático³⁴.

Marcos da Evolução Tecnológica Naval (1850-1920)

Evolução Naval ³⁵	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Forças Aeronavais						HMS Furius 1918-1932 (1910)
Sistemas de Controlo de Tiro					HMS Dreadnought 1907-1914 (1900)	
Combate em Alto- -mar				TSF 1896-1900 (1890)		
Dependência de Combustível			USS Despatch 1873-1889 (1870)			
Artilharia Longo Alcance		USS Monitor 1860-1963 (1860)				
Liberdade de Manobra	HMS Pareil 1851-1854 (1850)					

Estes historiadores navais desenvolveram o conceito estratégico de *força de combate* baseado na obtenção de supremacia naval, a qual se caracterizava por uma capacidade de ataque e de defesa. Derivado deste conceito surgiu o desenvolvimento estratégico de *força de ataque*, com a

³³ Julian Stafford Corbett (1854-1922), historiador britânico do final do século XIX, especializado em história e estratégia naval. Um dos seus principais trabalhos foi a publicação de *Some Principles of Maritime Strategy*. Amigo pessoal do Almirante John Fisher influenciou a reforma naval preconizada por este no início da Grande Guerra. Mais tarde foi escolhido para escrever a história naval oficial britânica da Grande Guerra.

³⁴ Karl Lautenschläger, *Technology and the Evolution of Naval Warfare, 1851-2001*, Washington, National Academy Press, 1984, p.13.

³⁵ A força defensiva é caracterizada por poucos meios ofensivos, mas com capacidade de dissuasão em zonas específicas (ex. utilização de minas) e capacidade de protecção de portos e comércio marítimo.

função e capacidade de ataque, de assalto, ou de surpresa sobre o inimigo e com poucos meios de defesa.

Este conceito de *força de ataque* acompanhou a doutrina de combate da força submarina alemã durante a Grande Guerra, moldada com o objetivo principal de destruir o comércio marítimo inimigo, caracterizado por alvos desarmados ou de fraca capacidade defensiva³⁶. Esta doutrina aplicada à força submarina alemã, enquanto *força de combate*, reflectiu a ideia de *força proporcionada* nas funções e missões que lhe foram especificamente atribuídas, não pelo número de unidades disponíveis e muito menos por integrar couraçados, mas pelos resultados da acção individual das unidades submersíveis alemãs.

Mas se por um lado a especificidade da arma submarina caracterizou a capacidade naval alemã na Grande Guerra, outros factores levaram à evolução das características do combate naval no início do século XX. As novas tecnologias disponibilizadas em navios de guerra possibilitaram o aumento da capacidade de fogo e isto permitiu alterações nas tácticas navais.

A liberdade de manobra e o combustível

Entre o início do século XVII e o final do século XVIII, cerca de 200 anos, não se verificaram alterações relevantes nos métodos e materiais de construção naval, mas após a data da introdução do vapor no século XIX verificou-se uma evolução galopante de década em década.

Os navios motorizados acabaram por se libertar da dependência da força do vento para os seus movimentos táticos e posteriormente para os movimentos estratégicos, mas em contrapartida ficaram dependentes de um abastecimento regular de combustível, questão inexistente anteriormente e que transformou a logística naval num problema de primeira ordem nos teatros de guerra longínquos, a partir da década de 70 do século XIX, ultrapassando o esforço de abastecimento de munições, mantimentos e peças que se verificava até à data.

A utilização de combustíveis e a necessidade de reabastecimento, para a propulsão dos navios a vapor introduziu duas novas questões em si relacionadas: a alteração da mobilidade tática e da mobilidade estratégica. A mobilidade tática reflectiu alteração dos parâmetros de velocidade e de manobra, alteração de direcção sem perda de velocidade, e a mobilidade estratégica introduziu a necessidade de revisão do distanciamento das estações navais, preocupações sobre o raio de acção e o tempo operacional

³⁶ A força defensiva é caracterizada por poucos meios ofensivos, mas com capacidade de dissuasão em zonas específicas (ex. utilização de minas) e capacidade de protecção de portos e comércio marítimo.

dos navios, ou seja introduziu a questão da autonomia de um navio. De facto houve um aumento da mobilidade tática, mas em detrimento da mobilidade estratégica, já que o consumo de combustível e o espaço de armazenamento necessário para o mesmo influenciaram a arquitetura naval.

Durante o período de passagem da vela ao vapor existiram opções mistas, como a utilização de motores a vapor para manobras táticas e a manutenção de velas para as deslocações estratégicas, mas a evolução da máquina a vapor de expansão e a posterior introdução de turbinas, fizeram ultrapassar o ponto crítico de vantagem de utilização do vento e erradicaram-no na utilização em navios de guerra.

A relevância da distribuição geográfica de pontos de abastecimento de combustíveis líquidos e sólidos nas suas áreas de operação, implicou a localização de estações navais distantes, o que influenciou em parte a Alemanha, França, Bélgica, Holanda e também para os Estados Unidos da América, numa corrida por novas localizações de estações navais em África e na Ásia.

A tecnologia do vapor já não era uma tecnologia nova quando foi aplicada aos navios de guerra. Era conhecido o seu emprego em fábricas pelo menos desde 1725 e a sua utilização com grande sucesso em navios civis movidos a pás laterais³⁷, como o *SS Great-Western* em 1847, à data o maior navio de passageiros do Mundo e que veio mais tarde a servir como navio de transporte de tropas durante a Guerra da Crimeia (1853-1856).

No entanto, a solução técnica encontrada com a utilização de uma roda de pás para a transmissão do movimento e instalada lateralmente ou à ré, fragilizava as unidades navais em combate, uma das razões que levou ao atraso da generalização do vapor em navios de guerra. Será só com a introdução do veio de transmissão associado a uma hélice, que permitiu que se colocasse o sistema de propulsão para abaixo da linha de água, protegendo-o do fogo inimigo e assim se generaliza-se a utilização da propulsão mecânica em navios de combate.

Esse momento de maturidade do sistema a vapor para a utilização militar terá sido encontrado com a introdução deste sistema no *HMS Pareil*, em 1851, e a partir de 1855 em todos os novos navios produzidos para a marinha de guerra britânica, o que despoletou uma dinâmica de transformação da propulsão noutras marinhas e o início de uma conversão rápida das frotas militares.

³⁷ Associação Marítima e Colonial (dir), *Annaes Marítimos e Coloniais*, Quarta Série, Lisboa, Imprensa Nacional, 1844, p. 82. A título de exemplo referimos o *SS Great-Western* (1838-1847), um navio de passageiros em madeira, com uma pequena caldeira a vapor que exercia uma tracção sobre uma roda de pás lateral, ou roda de água, o qual efectuava a travessia regular do Oceano Atlântico (Estados Unidos – Inglaterra) é data da introdução do vapor em navios de guerra.

Mas a introdução do vapor ao proporcionar uma alteração da capacidade de manobra, não alterou as formações lineares de combate que se mantiveram por muitos anos face à dificuldade do cálculo de tiro em rotas de curso variável. Também a necessidade de uma reestruturação da logística dos pontos de abastecimento, levou que durante algumas décadas a mobilidade estratégica das esquadras ficasse ainda independente do vento, mantendo um período de transição.

Em Portugal o vapor foi introduzido em navios comerciais em 1820, primeiro no vapor *Conde de Palmela*, seguido por outros, e a aquisição do primeiro rebocador para manobra no Tejo³⁸, *Subtil* em 1825. Durante a Guerra Civil (1828-1834) na Batalha do Cabo de São Vicente (1832) foi empregue na força naval liberal o *HMS Galatea (vapor)* comandado pelo britânico Charles Napier que demonstrou a vantagem do vapor para manobra tática. O primeiro navio a vapor da Armada construído no Arsenal de Lisboa foi a escuna *Barão de Lazarim*³⁹ em 1861, equipado já com veio e hélice seguindo a arquitetura moderna do *HMS Pareil* produzida seis anos antes pela Royal Navy.

Os novos armamentos

A época em análise foi uma época em que se verificou uma rápida substituição dos materiais de construção em navios de guerra, de madeira para ferro e de ferro para aço, em consequência da evolução da artilharia e não por razões estruturais de construção ligadas com à introdução da propulsão a vapor, mesmo existindo uma coincidência de datas e também fatores que mutuamente se influenciaram.

Existem múltiplas referências à introdução de blindagem em navios de madeira em consequência do sucesso do *USS Monitor* (1862), ou à utilização de munições explosivas, e que tais circunstâncias terão dado o mote para tornar a construção de navios de guerra em madeira como ultrapassada. No entanto, se se observar com atenção as ações navais durante a Guerra Civil Americana (1861-1865) verifica-se que as canhoneiras blindadas eram pequenos navios costeiros, embarcações fluviais sem capacidade de navegação em alto-mar, e também que a utilização de munições explosivas há muito que existia. O que se pode referir é que os navios construídos em madeira de carvalho eram relativamente resistentes ao tiro para a artilharia de alma e que a evolução das peças de fogo iria alterar esta realidade.

³⁸ António Estácio dos Reis, Gaspar José Marques e a Máquina a Vapor: sua introdução em Portugal e no Brasil, Lisboa, Edições Culturais da Marinha, 2006, pp.161-5.

³⁹ Idem, pp. 275-7. Após a construção da escuna a vapor BARÃO LAZARIM, o Arsenal de Lisboa só voltou a construir um vapor cerca de 30 anos mais tarde, a corveta BARTOLOMEU DIAS.

Houve uma verdadeira evolução tecnológica na artilharia naval ligada ao desenvolvimento metalúrgico, que capacitou a produção de artilharia naval de alma estriada. Este facto implicou um aumento da velocidade do projétil, complementado com um aumento da capacidade energética dos novos explosivos químicos sobre a capacidade energética da pólvora negra. Esta nova artilharia de alma estriada viria a apresentar um maior alcance, uma maior precisão e uma maior penetração em relação à artilharia naval de alma lisa até então existente⁴⁰.

Em consequência do novo poder de penetração da artilharia, foi experimentada pela primeira vez a utilização de placas de ferro de forma extensiva pelos franceses, na proteção das baterias flutuantes no cerco a Sebastopol. Os franceses que foram aliados dos britânicos nesse conflito, reconheceram o efeito das placas metálicas com proteção e passaram a colocar placas metálicas nos seus navios a partir de 1857. Assim poderá ser mais assertivo considerar que a experiência da Guerra da Crimeia terá dado o mote para a utilização de placas metálicas para proteção de navios, já que a solução americana utilizada no *USS Monitor* (1862) não foi totalmente novidade.

Essa evolução da metalurgia permitiu também a construção de armas estriadas de grande dimensão, capazes de resistirem a maiores pressões internas e com a utilização das almas estriadas passou a ser possível disparar projéteis cilíndricos que apresentavam uma massa três vezes superior à dos projéteis esféricos de igual calibre.

A rotação impressa pelas estrias veio dar ao projétil a estabilidade necessária no voo e com a maior massa e velocidade associadas, capacitou o projétil com uma força de impacto e penetração que tornou obsoleta a construção em madeira, mas também viria a trazer um alcance efetivo de combate naval superior, uma alteração dos 600 metros para um novo alcance entre 1.500 a 2.000 metros, mas ainda inferior ao limite do horizonte visual.

Como em qualquer vantagem tática relacionada com a evolução tecnológica, esta foi de pouca dura e rapidamente se chegou a um novo ponto de equilíbrio entre a capacidade de penetração das novas armas de alma estriada e uma nova capacidade de defesa das placas metálicas nas estruturas dos navios, algo equivalente a um novo ponto de equilíbrio entre as armas de alma lisa em relação à capacidade de defesa das amoradas dos navios de madeira.

O que se alterou radicalmente foi o alcance efetivo da mesma e o aumento da blindagem dos novos navios (protegidos ou blindados), o que se converteu na prática por um aumento da distância tática de combate. Esta evolução da artilharia naval levou igualmente a uma progressiva redução

⁴⁰ Esta alteração tecnológica teve impacto no cerco naval de Sebastopol, durante a Guerra da Crimeia (1853-1856).

do número de armas a bordo, com o aumento progressivo do calibre das mesmas, à subida da posição das armas das amoradas em direção ao convés e um aumento progressivo das blindagens dos navios pela adição de placas metálicas, primeiro de ferro, depois de ferro e de aço e por fim numa utilização plena do aço na construção naval. Foi uma evolução que levou à especialização das unidades navais enquanto plataformas de tiro.

No entanto, outro tipo de arma evoluiu no período em análise: a mina naval, inicialmente conhecida por torpedo, nome que veio a batizar e a caracterizar a diferenciação com a artilharia. Essa nova arma viria a ter dois ramos evolutivos, o *torpedo móvel*, hoje conhecida simplesmente por *torpedo* e o *torpedo fixo*, hoje conhecido simplesmente como *mina*.

A rápida evolução do torpedo móvel permitiu que pequenas unidades navais viessem a adquirir um potencial ofensivo capaz de destruir unidades de grande tonelagem e com isso obrigaram a repensar a nível tático o equilíbrio das formações de combate.

Os primeiros torpedos movidos a ar comprimido⁴¹ datam de 1866 e já em 1877, com a introdução do giroscópio e de múltiplas câmaras-de-ar comprimido, os torpedos tomaram a capacidade para alcançar 800m a uma velocidade de 18 nós. À data da Guerra Russo-Japonesa (1904-1905), esses mesmos engenhos começavam a ser equipados com propulsão de gás quente, que permitiu um aumento notável no seu alcance e velocidade. Enquanto os torpedos a gás frio alcançavam 800m a 30 nós, com o gás quente estes alcançavam distâncias de 2.000m a 34 nós, ou 4.400m a 28 nós.

Por volta da 1909, o torpedo britânico Whitehead⁴² Modelo MK VII 18 inch (17,7 inch verdadeiros) conseguia resultados como 3.500m a 45 nós, ou 5.000m a 35 nós e a partir de 1912 os torpedos equipados com modelos de giroscópio mais evoluídos conseguiam alcançar uma excepcional estabilidade de navegação⁴³. Em 1914 os torpedos da Whitehead fabricados em Weymouth, os Mark II de 21 inch, registavam um alcance de 10.000m a uma velocidade de 28 nós⁴⁴.

Dentro da corrida ao armamento, os alemães foram igualmente desenvolvendo os seus modelos de torpedo (Tipo G), com numa mediada

⁴¹ Os torpedos Whitehead de 16 inch produzidos na Grã-Bretanha em 1872, conseguiam um alcance de 1.000m a uma velocidade de 7 nós ou 300m a 12 nós.

⁴² Por volta de 1880 a *Whitehead Torpedoes* tinha alcançado o número de 1.500 torpedos vendidos, encontrando-se entre os seus compradores Portugal com 50 torpedos. (*San Francisco Maritime National Park Association*, <http://www.maritime.org/doc/jolie/part1.htm> (acesso em 2016/08/02).

⁴³ A Armada Portuguesa esteve equipada com torpedos de 18" em contratorpedeiros e submersíveis, e 14" em torpedeiros.

⁴⁴ Spencer C. Tucker, *Instruments of War: Weapons and Technologies that have changed history*, Santa-Barbara-California, ABC-CLIO, LLC, 2015, p.125.

standard de 500mm (19.7 inch), que a partir de 1911 já registavam um alcance de 5.000m a 27 nós e com uma carga explosiva duas vezes superior ao seu equivalente britânico de 18 inch⁴⁵.

A evolução em alcance até 10.000m levou a que as grandes unidades navais como os cruzadores e os couraçados também viessem a incorporar tubos de lançamento de torpedos, reforçando as suas zonas de fogo efetivo.

A questão da definição dos alcances dos torpedos foi uma questão interessante e debatida no Almirantado Britânico. Em acordo com as táticas navais da época foi inicialmente ponderada a hipótese dos torpedos serem fabricados com três distâncias de ajustamento: curto, longo e extremo, mas optou-se por questões práticas a opção de apenas um ajustamento duplo: curto e longo. Assim, durante a Grande Guerra as armas fabricadas seguiam como especificações técnicas ideais a utilização de: 4.500m a 45 nós (curto alcance) e 10.000m a 30 nós (longo alcance), já que 4.500m era considerado pelo Almirantado Britânico como a distância natural de combate em velocidade para os contratorpedeiros na Royal Navy e o ajustamento de longo alcance apenas para os 6.000m por ser considerado como um alcance médio da artilharia defensiva a curto alcance nas grandes unidades navais⁴⁶.

O combate e os sistemas integrados de tiro

Entre 1895 e 1900, um outro conjunto de inovações tecnológicas melhorou a capacidade de combate em esquadra, criando forças operacionais verdadeiramente oceânicas. Como marco pode ser referenciada a introdução das transmissões sem fios nos navios (TSF), que permitiu expandir a capacidade de comunicação para além da linha de visão direta, facultando ao comando a capacidade de dar ordens a unidades dispersas e fora do seu contacto visual, o que desenvolveu a capacidade de reconhecimento em tempo real para lá do horizonte geográfico e permitiu manobras estratégicas fora das zonas litorais.

Em 1897 as experiências italianas entre o cruzador *San Martino* e o porto de La Spezia deram início à fase de progressiva instalação de sistemas TSF nas marinhas mundiais, com base nos sistemas de comunicação Marconi. Em junho de 1899 deram início as experiências em França, seguidas em julho na Grã-Bretanha e em novembro do mesmo ano nos Estados Unidos. Em 1902 a Holanda instalou os novos sistemas de comunicação e a Grécia⁴⁷ em

⁴⁵ Epstein, Katherine C. Epstein, *Torpedo: Inventing the Military-Industrial Complex in the United States and Great Britain*, London, Harvard University Press, 2014, pp.195-6.

⁴⁶ Idem, pp.195-06.

⁴⁷ R. J. Eassom, *HF Transmitters and Recenders for Naval Radio*, GEC-Marconi Communications Ltd., 100 years of radio, Conference Publication 441, IEE, 1995, p.62.

1912. Em Portugal as primeiras experiências na Armada datam de 1902, entre o cruzador *D. Carlos* e a cidadela de Cascais⁴⁸, tendo sido adotada a instalação nos navios da Armada⁴⁹ a partir de 1909.

A primeira utilização operacional em teatro de guerra com TSF naval data de 1900, entre os navios *HMS Forte*, *Thetis* e *Magicienne*, com a estação terrestre de Durban e Delagoa Bay⁵⁰, durante a 2ª Guerra Boer (1899-1902).

Por volta de 1916 os transmissores sem fios Marconi equipados com antenas de anel Bellini-Tosi⁵¹ ganharam a capacidade de escuta direcional, abrindo um novo método de escuta que passou a permitir determinar a posição no mar de emissores inimigos. Nos finais de 1918 os sistemas TSF, telegrafia e som, alcançaram um elevado grau de desenvolvimento técnico e a sua utilização naval e marítima tinha-se generalizado⁵².

Esta capacidade de comunicação veio dar à classe de cruzadores a possibilidade de se tornarem verdadeiras unidades de reconhecimento, suportados por uma maior eficiência dos motores e de resistência da sua estrutura em aço que lhes deu a velocidade associada a leveza, os fatores necessários para que estes se tornassem verdadeiros cavalos de batalha.

O grande alcance de tiro das peças estriadas, associado às munições de pólvora química foi acompanhado pela introdução do controlo telemétrico de tiro, uma outra evolução tecnológica que transformou a capacidade de combate dos couraçados, ao permitir ultrapassar a limitação da capacidade do olho humano para apontar uma arma a mais de 2.000 metros⁵³, limitação que anteriormente não se verificava enquanto o alcance efetivo da artilharia rondava os 1.500 metros.

A introdução da telemetria na Royal Navy em 1880, permitiu-lhes uma vantagem de um alcance útil de 3.000 metros⁵⁴, sendo que em 1904 já era possível à Royal Navy apontar com eficiência sobre alvos a uma distância entre os 6.000m e 7.000m, o que foi seguido de perto pelas marinhas concorrentes

⁴⁸ Moura da Fonseca, *As Comunicações Navais e a TSF na Armada: subsídio para a sua história (1900-1985)*, Lisboa, Edições Culturais da Armada, 1988, p.84.

⁴⁹ Idem, p.84. O cruzador São Gabriel foi o primeiro navio a ter instalado um sistema TSF operacional e com guarnição especializada. O aparelho tinha um alcance de 400 km, tendo nos testes alcançado 1.300km numa das comunicações.

⁵⁰ Nigel West, *Historical Dictionary of Signals Intelligence*, Plymouth (UK), The Scarecrow Press Inc, 2012.

⁵¹ Em 1907 os engenheiros Ettore Bellini e Alessandro Tosi descobriram uma forma de detector a direção das ondas electromagnéticas através de um tipo próprio de antena.

⁵² R. J. Eassom, *HF Transmitters and Recenders for Naval Radio*, GEC-Marconi Communications Ltd., 100 years of radio, Conference Publication 441, IEE. 1995, p.63.

⁵³ Karl Lautenschläger, *Technology and the Evolution of Naval Warfare, 1851-2001*, Washington, National Academy Press, 1984, p.20.

⁵⁴ John Brooks, *Dreadnought Gunnery and the Battle of Jutland: The question of fire control*, London, Routledge, 2005, p.38.

e aliadas. A evolução dos telémetros viria a permitir um alcance de tiro eficaz entre 10.000m e 14.000m durante a Grande Guerra, mas em consequência desse enorme alcance de tiro viriam a surgir novos problemas técnicos que levaram ao estudo de métodos de aquisição de alvos e de controlo de tiro.

Com novas capacidades de tiro e de comunicação, os navios enquanto plataformas de suporte de baterias tornaram-se cada vez maiores, mais robustos, mais blindados e capazes de operar em várias condições atmosféricas em alto-mar, ultrapassando as limitações que levaram a que quase todos os confrontos navais, antes do século XX, tivessem lugar com terra à vista e em situações de mar calmo. É de referir que a própria arquitetura naval por necessidades materiais, ou de distribuição de peso face ao centro de gravidade e linha de flutuação, colocava as peças de artilharia nas amoradas o que não permitia fazer fogo em mar revolto, pela simples necessidade de manter as portadas fechadas devido à ondulação.

Se por um lado o desenho dos navios acompanhou a rigidez e resistência dos materiais utilizados, a introdução de blindagem alterou a posição do centro de gravidade o que também contribuiu para possibilitar o elevar da posição da colocação das peças em relação à linha de água, aumentando a capacidade de combate oceânica em condições atmosféricas mais adversas.

A artilharia de tiro rápido⁵⁵ veio completar as inovações tecnológicas introduzidas no final do século XIX, com a introdução de culatras de abertura rápida (1866), carregadores de munições (1877), sistemas hidráulicos de amortecimento de recuo das peças montadas em reparos fixos (1881) e com a pólvora química sem fumo (1886).

Em especial para as peças de calibre médio e de tiro rápido, entre 110mm e 200mm (5 a 8 inch), desenvolveu-se a tática de produzir uma chuva de balas explosivas sobre os navios inimigos, enquanto para as armas de calibre mais pesado se apostou em táticas para produzir furos na armadura do navio. Isto reflete a situação de até ao início do século XX as peças colocadas a bordo dos navios serem colocadas sem proteção, ou com fraca proteção para os artilheiros, tendo esta tática de tiro o objetivo de reduzir a capacidade de tiro inimigo. Refira-se que as armas de calibre ligeiro e de tiro rápido, aquelas que apresentavam um calibre menor 110mm (abaixo de 4 inch), eram essencialmente vocacionadas para uma defesa contra os torpedeiros e mais tarde contra os submersíveis à superfície. As de menor calibre e as metralhadoras eram ainda utilizadas para tiro direto sobre os torpedos que se aproximava.

⁵⁵ A partir de 1890 e até ao aparecimento do *HMS DREADNOUGHT* (1907), a artilharia instalada nos couraçados era composta por peças pesadas e médias e ligeiras, sendo só depois da construção deste que começou a ser ponderada uma distribuição de poder de fogo defensivo entre couraçados e cruzadores.

Com o aumento do alcance efetivo de tiro das peças de artilharia no final do século XIX, a questão do campo de visão tornou-se premente, acrescido com o aumento do alcance dos torpedos móveis. Pequenos navios: submersíveis, torpedeiros e contratorpedeiros tinham a capacidade de afundarem um couraçado, mas a utilização dos seus torpedos obrigava a um lançamento a curta distância de tiro, o que os colocava sempre à distância das armas ligeiras de tiro rápido do inimigo. Sendo os torpedeiros e os contratorpedeiros, e posteriormente os submersíveis, uma ameaça real, isto levou a que as grandes unidades nunca chegassem a abandonar na totalidade as suas armas defensivas de tiro rápido, mas também que estes progressivamente fossem cada vez menos utilizados em águas costeiras, onde os torpedeiros e submersíveis emboscados tinham autonomia e vantagem tática.

A evolução das armas de artilharia pesada, a diminuição do número de armas e a concentração num só calibre antes do início da Grande Guerra, levou a que as duas potências rivais, Grã-Bretanha e Alemanha, vissem a desenvolver sistemas de controlo de tiro, primeiro com a integração das armas do navio e por último a integração de tiro entre vários navios.

Se bem que já existisse uma preocupação por parte do Almirantado Britânico em modelar novas formas de poder de fogo⁵⁶ desde 1905, mesmo antes da construção do *HMS Dreadnought*, a integração do controlo de tiro veio dar aos couraçados em esquadra uma força suplementar de tiro, que lhes permitiu alcançar com eficácia distâncias de tiro que os pré-dreadnought não conseguiam por falta desse mesmo controlo⁵⁷. Esta diferença de capacidade tática de tiro teve relevância no confronto naval entre navios russos e japoneses na Guerra Russo-Japonesa de 1904-1905.

A evolução do controlo de tiro vira a permitir que os contratorpedeiros que acompanhavam as esquadras se convertessem também em plataformas de tiro fisicamente separadas dos cruzadores e dos couraçados, numa delegação em cascata de observação e execução de tiro, executando um papel defensivo ou ofensivo na linha de combate, dependendo da situação. À data do início da Grande Guerra eram dominantes duas doutrinas de combate: a britânica, posteriormente também assumida pelos americanos, onde os contratorpedeiros tinham uma função defensiva e a alemã e francesa onde os contratorpedeiros tinham uma função ofensiva com lançamento de torpedos, sendo que as suas missões secundárias o inverso.

⁵⁶ John Brooks, *Dreadnought Gunnery and the Battle of Jutland: The question of fire control*, London, Routledge, 2005, p.43. Pelo menos desde 1905 que o ainda Capitão John Rushworth Jellicoe reconhecia que era necessário evoluir para sistemas de tiro melhorados que permitissem aumentar a cadência da tiro em salva nos couraçados (Brooks, 2005:43)

⁵⁷ Karl Lautenschläger, *Technology and the Evolution of Naval Warfare, 1851-2001*, Washington, National Academy Press, 1984, p.28.

As doutrinas de tiro resultantes da disponibilidade dos sistemas de controlo de tiro só tiveram aplicação prática devido ao desenvolvimento da TSF, que permitiu aos cruzadores enquanto plataformas de artilharia avançada comunicassem a posição das forças inimigas e mantivessem um fluxo contínuo de informação entre os cruzadores e o couraçado com o comando central de tiro da esquadra. Anteriormente a comunicação era apenas possível através de uma linha contínua de campos de visão, com uma sucessiva retransmissão de informação sempre entre campos de visão, que não só era muito mais lenta levando muitos minutos entre navios, como isso implicava um nível superior de progressão de erro, sendo um exemplo desses erros e omissões na transmissão de mensagens em teatro de operações o que se passou ao nível da esquadra britânica durante a Batalha da Jutlândia, mesmo utilizando TSF⁵⁸.

Não foi só o desenvolvimento metalúrgico que possibilitou a construção de navios maiores, tipo dreadnought, mas também a introdução de outros fatores como a eletricidade que permitiu a integração dos sistemas de tiro dentro de um mesmo navio e a interligação de todas as baterias a bordo, ou seja fazê-las funcionarem com uma só bateria, o que não acontecia nos pré-dreadnought onde as armas faziam tiro de forma independente.

Outra vantagem associada ao controlo de tiro centralizado verificou-se a partir de 1911, com a utilização dos sistemas diretores de tiro telemétrico suportados por apontadores de distância óticos de 2,75m (9ft) de diâmetro⁵⁹, colocados nos pontos mais altos dos navios, para marcarem a localização do embate do tiro e por ligação elétrica ao posto de controlo tiro transferir indicações sobre as correções de tiro a efetuar.

Quando teve início a Grande Guerra a Royal Navy ainda estudava a integração dos vários tipos de navios na Grand Fleet, considerando desde 1913 que aos cruzadores ligeiros (rápidos) e aos contratorpedeiros caberia a missão de impedir que o inimigo chegasse à distância curta de tiro de torpedo e que simultaneamente servissem como observadores no sistema integrado de tiro, onde no centro da esquadra os couraçados e os cruzadores pesados abriria fogo aos opositores⁶⁰. Em 1913 não existia uma tática definida contra submarinos na Grand Fleet, já que era considerado que a diferença de velocidade impediria que os submarinos conseguissem atacar uma esquadra, ficando o estudo da ameaça de ataque de torpedos de longo alcance apenas confinada a ataques provenientes de navios de superfície.

⁵⁸ John Brooks, *The Battle of Jutland*, Cambridge, Cambridge University Press. 2016, p.494.

⁵⁹ John Brooks, *Dreadnought Gunnery and the Battle of Jutland: The question of fire control*, London, Routledge, 2005, p.48. Houve a necessidade de evoluir para telímetros de 4.60m (15ft) de diâmetro para se conseguir um controlo de tiro eficaz a 13.000m.

⁶⁰ Nicholas A. Lambert, *Sir John Fisher's Naval Revolution*, US Columbia, University of South Carolina Press, 1999, p.216.

Mas os inovadores sistemas de controlo de tiro também apresentavam dificuldades operacionais. Em primeiro lugar existia a possibilidade de existir erro na observação da coluna de água do embate do tiro, o que poderia levantar erros nas correções introduzidas. Em segundo lugar as armas pesadas só eram disparadas quando a elevação perviamente fixada se encontrava corretamente apontada para o alvo, o que só se verifica ciclicamente durante alguns segundos por causa do balanço longitudinal e transversal do navio, levando à necessidade de um posicionamento correto no momento do tiro e consequentemente à redução da cadência de tiro. Em terceiro lugar havia que considerar o tempo que uma bala levava a viajar até ao alvo, o tempo que o observador levava a comunicar os dados dos disparos ao controlador do tiro e deste aos artilheiros, mais uma demora que também contribuía para a redução da cadência de tiro. A inexactidão e a lentidão dos tiros de correção levava a que demorasse a aparecer resultados e eram necessárias tantas mais correções de tiro quanto mais o alvo se encontrava fora de observação ótica direta⁶¹.

Entretanto os cruzadores também foram perdendo a sua função de predadores dos oceanos contra o comércio marítimo com o aparecimento da nova arma submarina, mas esta arma não teve a capacidade de ameaçar as forças navais em esquadra e até dificuldade em atacar as formações de comboios navais escoltados, sendo a sua grande eficiência foi encontrada em situações de emboscada em zonas costeiras, junto a arquipélagos ou em estreitos. Esta situação converteu inicialmente os submersíveis numa arma defensiva e no máximo numa força de desgaste contra navios de guerra inimigos. Só posteriormente se revelou como uma arma muito efetiva contra o comércio marítimo inimigo.

Com as grandes unidades britânicas e alemãs cingidas aos portos após a Batalha da Jutlândia por diversas razões, foram os contratorpedeiros as unidades principais na luta antissubmarina com a capacidade de neutralizar, ou afundar um submersível que se encontrasse à superfície, com o seu tiro rápido do armamento principal ou mais tarde com cargas de profundidade.

A consubstanciar o resultado da evolução tecnológica no período em análise, o relatório naval britânico de 1936, *Progress in Naval Gunnery 1914-1936*⁶², fornece um conjunto de informações que espelha as dificuldades encontradas durante a Grande Guerra apesar da intensa alteração tecnológica.

Em 1914 os couraçados britânicos estavam equipados com sistema de controlo de tiro que lhes davam a necessária confiança para desafiar os navios

⁶¹ Jon Tetsuro Sumida, *A Matter of Time: The Royal Navy and the Tactics of Decisive Battle 1912-1916*, *The Journal of Military History*, Volume 67, Number 1, pp. 85-163, January 2003, p.115.

⁶² Conforme C.B 3001/1914-36, *Training and Staff Duties Division*, Naval Staff, Admiralty, S. W. December 1936.

alemães. No entanto, foi verificando que a utilização dos sistemas de controlo de tiro não era eficaz em condições de baixa visibilidade, como aconteceu na Batalha de Heligoland em 28 de agosto de 1914, ou em condições de tiro a longas distâncias em que os inimigos tomavam movimentos defensivos zigzagueando, como aconteceu na Batalha de Falkland em 8 de dezembro de 1914.

Foi verificado que o sistema de controlo de tiro dependia muito mais da qualidade do observador de tiro do que da eficiência do telémetro, que em combate a observação de tiro (*spotting*) era extremamente difícil, os tiros longos raramente eram observados o que implicava que a correção de tiro fosse efetuada apenas pelos tiros curtos. Outra lição adquirida relacionou-se com a dificuldade de obtenção de uma alta cadência de tiro, devido à impossibilidade de se efetuar um cálculo rápido das variações de distância, acabando quase sempre por se optar por um ajuste individual da distância de tiro por bataria.

Em resultado da Batalha de Dogger Bank em 24 de janeiro de 1915, foi dada atenção à possibilidade de executar tiro aos pares, uma concentração de tiro sobre navios inimigos, uma vez que a Grand Fleet tendia a ser superior numericamente nos encontros com a High Sea Fleet, mas desde que nenhum navio inimigo ficasse fora de tiro. Este tipo de concentração de tiro apresentava dificuldades ligadas com questões de eficiência das comunicações TSF e visuais, dada a rigorosa disciplina de tiro necessária para se obter qualquer sucesso.

Na Batalha da Jutlândia em 31 de maio de 1916, em que teve lugar um combate em linha, foi verificado que mesmo assim o cálculo de tiro era imensamente mais difícil do que em exercícios navais. Em condições de combate severo e com navios de grande capacidade de manobra o sistema de controlo de tiro não era eficiente por ser lento e porque limitava a utilização de tiro de oportunidade em combate, o que levou a reformas na doutrina britânica de tiro após esta batalha.

Na Batalha de Heligoland em 17 de novembro de 1917, onde houve uma intensa utilização de cortinas de fumo os tiros longos quase nunca foram observados e não era possível distinguir entre o resultado das explosões de munições tipo HE que atingiam o inimigo e os clarões do fogo das armas inimigas, face ao qual a regulação de tiro foi mais uma vez efetuada pelos tiros curtos. A isto acrescia a dificuldade de distinguir a direcção do navio inimigo por causa das cortinas de fumo, do fumo dos disparos e face ao movimento zigzagueante.

Por último, será ainda importante referir as ações noturnas onde existia o problema de localização e identificação do alvo, considerando o curto período de tempo em que normalmente existia no contacto visual e a curta distância a que estes combates aconteciam. Em 1914 na Royal Navy

a utilização de holofotes (searchlights) não era ainda treinada e não estava generalizada a distribuição de iluminantes (verylights ou star shell). Neste campo os alemães estavam mais evoluídos e melhor treinados para combater à noite, dando-lhes uma vantagem tecnológica em combate noturno.

A visibilidade e a camuflagem

No mar ao contrário do que se experimenta em terra, a posição do horizonte geográfico é um dos fatores fundamentais no desenrolar de uma situação de combate, face à falta de outros pontos de referência e à variação da sua distância com a modificação de condições atmosféricas.

Não é só a cor do objeto, ou a intensidade luminosa refletida, a razão pela qual os navios são avistados, uma vez que não é possível observar um objeto quando este fica escondido por detrás da curvatura da terra, ou seja abaixo do horizonte geográfico. No entanto, condições atmosféricas reflexo do diferencial de temperatura entre a água e a atmosfera podem causar variações na distância de observação, ou mesmo em situações especiais de refração permitir a observação limitada de objetos para além da linha do horizonte geográfico.

Distância ao horizonte visível

Metros (h)	Milhas (d)	Metros (h)	Milhas (d)	Metros (h)	Milhas (d)
0,5	1,5	3,0	3,6	5,5	4,9
1,0	2,1	3,5	3,9	6,0	5,1
1,5	2,5	4,0	4,2	6,5	5,3
2,0	2,9	4,5	4,4	7,0	5,5
2,5	3,3	5,0	4,7	7,5	5,7

Nota: valores retirados da tabela da Armada Portuguesa relativo a referências de observação, altura do observador em metros e distância do objeto em milhas [ex. um observador na torre de um submarino (h=5m) tem um horizonte visível até 4,7 milhas um observador na torre de um patrulha (h=7,5m) tem um horizonte visível até 5,7 milhas].

A curvatura da terra permite a observação de objetos até cerca de 3 milhas (cerca de 5 km) ao nível do mar, se bem que um observador tem a potencialidade de ver até centenas de quilómetros ao seu redor se colocado no alto de uma montanha de dia, ou até cerca de 30 milhas (cerca de 50 km) numa noite escura uma luz de pequena intensidade como de uma vela acesa, ou ainda a luz de uma estrela a milhões de anos-luz.

Para além da imensidade do foco luminoso a cor é também importante. É essa a razão por que os navios de guerra eram normalmente pintados na cor preta, por vezes com uma ou várias faixas de cor branca ao longo das linhas das baterias, neste caso não para esconder a artilharia, mas para intimidar

o inimigo. Esta tradição foi abandonada no final do século XIX, em sintonia com o abandono da construção naval em madeira, conquistando os navios metálicos uma cor de referência cinzenta, ou azul acinzentado, indiciando uma estratégia simples de camuflagem ao procurarem se confundir com as cores naturais do horizonte geográfico. Refira-se que esta relevância de opção de coloração só fez sentido, em consequência do aumento da distância de combate e derivado do aumento do alcance da artilharia com alma estriada.

Por outro lado os navios comerciais da época a vapor mantiveram a utilização da cor preta como cor base de pintura, introduzindo vários tipos de coloração na pintura e ornamentação dos tubos das chaminés.

Virá a ser a guerra no mar, durante a Grande Guerra de 1914-1918, que virá introduzir a utilização de padrões de cores na pintura nas amoradas dos navios, em virtude da necessidade de introduzir um complemento de proteção aos navios comerciais que atravessavam o Atlântico sob a ameaça dos submersíveis alemães.

Neste contexto foi proposto um padrão de pintura que ficou conhecida como camuflagem naval Dazzle. Este padrão, ou conjunto de esquemas gráficos, foi inventado por Norman Wilkinson para proteger os navios comerciais aliados e consistia num padrão geométrico complexo de cores contrastantes, em especial branco e preto, que se intercetavam provocando várias ilusões óticas, que provocavam a indefinição da direção e da velocidade do navio, ou mesmo a quantidade de navios que o objeto visualizado representava, tendo sido levado ao limite a utilização desses esquemas com a não utilização do mesmo padrão em mais de um navio, para que as pinturas não se tornassem uma fonte de identificação de classes de navios.

Porque à data o controlo de aquisição de alvos era efetuada por processos óticos, com a utilização de telémetros de coincidência, o efeito dos padrões de camuflagem Dazzle introduzia confusão nos observadores de tiro, dificultado a coincidência das duas imagens quanto mais afastado se encontrava o observador do alvo.

Não deixa de ser relevante reconhecer que antes do século XX a utilização de qualquer camuflagem não seria relevante por duas simples razões: os combates eram travados a curta distância, a cerca de 600m, e não eram utilizados instrumentos óticos de coincidência para o cálculo das soluções de tiro. Neste sentido, o aparelho ótico periscópio utilizado para a observação e aquisição de um alvo, para obter uma solução de tiro e lançamento de um torpedo, encontrou na camuflagem Dazzle um obstáculo relevante.

Conceptualmente a camuflagem naval Dazzle não tinha o objetivo direto de esconder, ou de tornar impercetível o navio perante o inimigo, tanto mais que o padrão de pintura Dazzle tendia a tornar os navios mais facilmente detetáveis. No entanto para a arma submarina inimiga à maior visibilidade

era associada uma maior dificuldade para determinar uma solução de tiro, face às deformações óticas observadas no alvo. O sucesso dos padrões de camuflagem Dazzle esteve no dificultar dos cálculos do observador inimigo.

Estes foram adotados pontualmente pela Marinha Britânica e extensivamente na Marinha Americana, existindo também situações de adoção de camuflagem em navios portugueses da Armada e da marinha comercial⁶³. É relevante verificar que a pintura de camuflagem Dazzle nos navios portugueses teve influência americana, sendo que a *NRP Beira* terá sido o primeiro navio a ser camuflado, presumivelmente no período entre 22 de julho a 12 de agosto de 1917, na Estação Naval de Ponta Delgada, por influência dos navios da Marinha Americana aí estacionada, na Naval Base 13: Mid-Atlantic Naval Base Ponta Delgada.

A pintura de camuflagem nos navios teve na realidade um impacto material como contramedida sobre a evolução dos sistemas óticos de aquisição de alvos, mas também um importante impacto psicológico sobre as guarnições e tripulações, dando-lhes um conforto emocional, refletido na maior probabilidade de sobreviverem a um ataque surpresa de torpedos.

Analisando um pouco mais a utilização cromática, existiram opções onde foram utilizados padrões multicolores e sem desenhos geométricos, onde o feito pretendido deixava de ser diretamente o dificultar da solução de tiro dos submersíveis, mas de tornar o navio mais dificilmente detetável quando navegava perto da costa litoral ou junto a ilhas em zona de arquipélago, sendo então essas camuflagens mais relacionáveis com os padrões utilizados em terra pelos exércitos, já que nessa opção se pretendia dissimular o navio quando colocado numa posição de contraste entre o inimigo e a linha de horizonte em que se avistava terra.

Por último será interessante referir um relatório da US Navy de 1919, produzido por Harold Van Buskirk⁶⁴, onde se refere a eficácia da utilização da camuflagem Dazzle. Num universo de 1.256 navios comerciais americanos⁶⁵ de mais de 2.500 toneladas, que operaram entre 1 de março e 11 de novembro de 1918, 96 foram afundados⁶⁶, sendo que desses apenas 18 estavam pintados com camuflagem Dazzle, e destes só 11 por ação de torpedos.

⁶³ *NRP Beira, NRP Guadiana, San Miguel ou Quelimane.*

⁶⁴ Tad Fitch; Michael Poirie, *Into the Danger Zone: Sea Crossings of the First World War*, The History Press, 2014, (e-book). O tenente Harold Van Buskirk foi o responsável pela secção de camuflagem da US Navy durante a Grande Guerra e trabalhou em conjunto com Norman Wilkinson.

⁶⁵ No caso dos navios de guerra americanos todos estavam pintados com camuflagem Dazzle, não tendo havido registo de perdas de navios de guerra durante o conflito por danos causados por torpedos.

⁶⁶ Buskirk, Harold Van Buskirk, "Camouflage". *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, Vol XIV JAN-DEC-1919, pp. 225–229.

Conclusão

Desde os meados do século XIX até 1918, final das hostilidades da Grande Guerra, existiu uma clara evolução das capacidades de combate naval, força da introdução de inovações tecnológicas: metalúrgica, química e elétrica, mas terá sido o desenvolvimento da artilharia que diferenciou imperativamente essa evolução.

A capacidade humana para o aproveitamento dessas inovações tecnológicas terá sido o fator mais importante para o progresso das táticas navais e só num plano secundário a tecnologia se demonstrou como o fator dominante. Até ao final da Grande Guerra o ser humano manteve-se como único decisor em combate.

Houve momentos pontuais em que a evolução tecnológica foi revolucionária face ao impacto da sua aplicação, mas as grandes evoluções foram consequência da introdução pontual, progressiva e encadeada de diversas tecnologias durante os períodos de paz. Por outro lado, a superioridade tecnológica não garantiu sempre, e de forma linear, uma superioridade tática em combate, nem a utilização dos meios inovadores se superiorizaram marcadamente sobre meios já anteriormente instalados, pelo facto de se continuar a depender de sistemas óticos para combate, os quais continuavam a ser marcadamente dependentes das capacidades humanas e das condições atmosféricas.

Durante a Grande Guerra foram vários os momentos em que as novas tecnologias, como a artilharia de tiro rápido, a TSF e os telémetros não foram suficientes para fornecer uma superioridade tática e terão sido as condições atmosféricas, ou o simples ciclo de luz do dia e da noite, que acabaram por ser determinantes para o desfecho de um confronto naval. Será apenas mais tarde com a chegada da era eletrónica que se encontrará definitivamente uma alteração de conceitos tático-navais e o início da independência do fator humano.

Portugal ao longo do período foi acompanhando as novidades tecnológicas mundiais, tendo existido por parte da Marinha Portuguesa um esforço por manter o seu corpo de oficiais e engenheiros a par desse conhecimento. No entanto, não terá havido a capacidade financeira para produzir, ou adquirir, unidades navais modernas e em número significativo que permitisse impor na sua zona intermédia um controlo naval inequívoco. Será este facto, entre outras razões de carácter geoestratégico dos aliados, que levaram à localização da base naval americana nos Açores e que criou uma oportunidade única para um contacto operacional entre Marinha Portuguesa e a Marinha dos Estados Unidos da América.

BIBLIOGRAFIA

- MARDER, Arthur J., *From the Dreadnought to Scapa Flow: The Royal Navy in the Fisher Era, 1904–1919*, 5 vols, London: Oxford University Press, vol. 3, 1978.
- Associação Marítima e Colonial (dir), *Annaes Marítimos e Coloniais*, Quarta Série, Lisboa, Imprensa Nacional, 1844.
- BROOKS, John, *The Battle of Jutland*, Cambridge, Cambridge University Press, 2016.
- BROOKS, John, *Dreadnought Gunnery and the Battle of Jutland: The question of fire control*, London, Routledge, 2005.
- BUSKIRK, Harold Van, “Camouflage”: *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, Vol XIV, 225–229, JAN-DEC 1919.
- C.B 3001/1914-36, *Training and Staff Duties Division*, Naval Staff, Admiralty, S. W. December 1936.
- EASSOM, R. J., *HF Transmitters and Recenders for Naval Radio*, GEC-Marconi Communications Ltd., 100 years of radio, Conference Publication 441, IEE, 1995.
- EPSTEIN, Katherine C., *Torpedo: Inventing the Military-Industrial Complex in the United States and Great Britain*, London, Harvard University Press, 2014.
- FITCH, Tad; Michael Poirie, *Into the Danger Zone: Sea Crossings of the First World War*, The History Press, ebook, 2014.
- FONSECA, Moura da, *As Comunicações Navais e a TSF na Armada: subsídio para a sua história (1900-1985)*, Lisboa, Edições Culturais da Armada, 1988.
- How Far Can the Human Eye See?*, <http://www.livescience.com/33895-human-eye.html>, (consultado em 01/08/2016).
- KOERVER, Hans Joachim, *German Submarine Warfare 1914-1918: in the Eyes of British Intelligence*, Berlin, Schaltungsdienst Lange, 2012.
- LAMBERT, Nicholas A., *Sir John Fisher's Naval Revolution*, US Columbia, University of South Carolina Press, 1999.
- LAUTENSCHLÄGER, Karl, *Technology and the Evolution of Naval Warfare, 1851-2001*, Washington, National Academy Press, 1984.
- HAIDER, Muhammad Zarrar, *Impact of Naval Technology on Employment of Maritime Power*, (https://www.academia.edu/6925990/IMPACT_OF_NAVAL_TECHNOLOGY_ON_EMPLOYMENT_OF_MARITIME_POWER), (consultado em 02/08/2016).
- PEREIRA, José António Rodrigues, *A Marinha na mobilização militar para África*, Revista Militar n. 2551/2552 – agosto/setembro 2014, pp721-740, 2014.
- PIRES, Ana Paula, *Portugal e a I Guerra Mundial: A República e a Economia de Guerra*, Casal de Cambra, Caleidoscópio, 2011.
- REIS, António Estácio dos, *Gaspar José Marques e a Máquina a Vapor: sua introdução em Portugal e no Brasil*, Lisboa, Edições Culturais da Marinha, 2006.
- REZENDES, Sérgio, *A Grande Guerra nos Açores: Património e Memória Militar*, Lisboa, Caleidoscópio, 2017.

- WORK, Robert O., *Naval Transformation and the Littoral Combat Ship*, Center for Strategic and Budgetary Assessments, February 2004.
- BARNETT, Roger W., *Technology and Naval Blockade: Past Impact and Future Prospects*, Naval War College Review, Vol. 58, No. 3 pp-87-97, Summer 2005.
- SILVA, Henrique Corrêa da, *Memórias de Guerra no Mar*, Coimbra, Imprensa da Universidade de Coimbra, 1931.
- SUMIDA, Jon Tetsuro, *A Matter of Time: The Royal Navy and the Tactics of Decisive Battle 1912-1916*, The Journal of Military History, Volume 67, Number 1, pp. 85-163, January 2003.
- TELO, António José; SALGADO, Augusto Alves, *A Grande Guerra no Atlântico Português*, Vol. I, Porto, Fronteira do Caos, 2018.
- TUCKER, Spencer C., *Instruments of War: Weapons and Technologies that have changed history*, Santa-Barbara-California, ABC-CLIO, LLC, 2015.
- United States *Naval Operations Concept, 2010*, <http://www.navy.mil/maritime/display.asp?page=noc.html>, 13. (consultado em 23/04/2016).
- VALDEZ, Henriques, *A Marinha de Guerra na defesa das colónias*, Angra do Heroísmo, Tipografia Editora Andrade, 1928.
- WALDENSTRÖM, Christofer, *Sea Control Through the Eyes of the Person Who Does It: A Theoretical Field Analysis*, Naval War College Review, Vol. 66, No. 1, Winter 2013.
- WEST, Nigel, *Historical Dictionary of Signals Intelligence*, Plymouth (UK), The Scarecrow Press Inc, 2012.