

NAVIOS AUTÔNOMOS E A LEGISLAÇÃO DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO BRASILEIRA

Vitor Ribeiro Fernandes¹
Nival Nunes de Almeida²
Cláudio Marim Rodrigues³

RESUMO: O presente artigo almeja analisar, por meio de uma pesquisa documental e bibliográfica, e mediante uma abordagem metodológica analítica, as possíveis implicações do advento dos navios mercantes autônomos para o contexto da segurança da navegação. Devido às características tecnológicas intrínsecas ao seu conceito, assim como sua importância e ineditismo, a análise do seu desenvolvimento e emprego necessita ser feita sob o enfoque da legislação de Ciência, Tecnologia e Inovação nacional. O trabalho visa identificar e esclarecer as principais noções acerca dos navios autônomos, aumentando, dessa forma, o entendimento inicial sobre o assunto. Além disso, procura identificar as oportunidades e desafios criados pelo seu surgimento, principalmente o que tange à Segurança e Defesa cibernética, e seus reflexos na navegação. Utilizando-se do referencial teórico baseado nas inovações disruptivas, o texto argumenta que os benefícios do emprego dos navios autônomos podem estimular o setor tecnológico e marítimo brasileiro, contribuindo para o aumento da segurança da navegação. Contudo, as vulnerabilidades tecnológicas e os riscos cibernéticos precisam ser corretamente considerados.

Palavras-Chaves: Navios Autônomos. Segurança e Defesa Cibernética. Inovação.

¹ Bacharel em Ciências Náuticas pelo Centro de Instrução Almirante Braz de Aguiar da Marinha do Brasil (CIABA/MB). Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Estudos Marítimo da Escola de Guerra Naval (PPGEM/EGN). E-mail: vitor-r-f@hotmail.com.

² Doutor em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE/UFRJ). Professor do Programa de Estudos Marítimos da Escola de Guerra Naval (PPGEM/EGN). E-mail: nivalnunes@yahoo.com.br.

³ Doutor em Ciência Política pelo Instituto Universitário de Pesquisas do Rio de Janeiro (IUPERJ). Professor do Programa de Estudos Marítimos da Escola de Guerra Naval (PPGEM/EGN). E-mail: cmarin@terra.com.br.

AUTONOMOUS SHIPS AND THE LEGISLATION OF BRAZILIAN SCIENCE, TECHNOLOGY AND INNOVATION

ABSTRACT: The present article aims to analyze, through documentary and bibliographical research, and through an analytical methodological approach, the possible implications of the advent of autonomous merchant ships in the context of navigation safety. Due to the technological characteristics intrinsic to its concept, as well as its importance and novelty, the analysis of its development and employment needs to be made under the approach of the legislation of science, technology and national innovation. This paper aims to identify and clarify the main notions about autonomous ships, thus increasing the initial understanding on the subject. In addition, it seeks to identify the opportunities and challenges created by its emergence, especially those related to cyber security and its impact on navigation. Based on a theoretical framework about disruptive innovation, the text argues that the benefits of employment of autonomous ships can stimulate the Brazilian maritime and technological sector in order to contribute to increasing the safety of navigation. However, technological vulnerabilities and cyber risk need to be taken into account.

Keywords: Autonomous Ships. Security and Cyber Defense. Innovation.

Introdução

O desenvolvimento tecnológico de navios e seus sistemas de bordo, assim como os avanços na área das comunicações e das tecnologias da informação, permitiram o início dos estudos para a construção e operação dos primeiros navios mercantes cargueiros não-tripulados e autônomos.

O interesse por essa nova aplicação tecnológica surgiu pela demanda crescente por um desenvolvimento sustentável do transporte marítimo mundial, que envolvesse o surgimento de fontes de energias limpas para propulsão, cortes da emissão de gases do efeito estufa, redução do número de incidentes de navegação causados por erros humanos, e redução dos custos operacionais com tripulantes e despesas associadas. (MUNIN, 2015)

A importância do transporte marítimo mundial pode ser observada pelo *Review of Maritime Transport 2017*⁴, que faz um balanço sobre diversos aspectos relacionados ao “international shipping”. Segundo o relatório, mais de 80 por cento do comércio mundial em volume, e mais de 70 por cento do valor total desse comércio é realizado através do transporte marítimo internacional, que utilizam navios mercantes e estruturas portuárias em todo o planeta.

Os relatórios estatísticos da Agência Nacional dos Transportes Aquaviários- (ANTAQ, 2017) dão uma ideia da relevância do modal marítimo para a economia brasileira. A navegação de longo curso transportou até outubro de 2017 mais 663 milhões de toneladas de mercadorias e “commodities”, enquanto que o transporte de cabotagem (realizado entre portos brasileiros) foi responsável por cerca de 126 milhões de toneladas de cargas.

Nesse contexto é que se depreende o papel dos navios como ferramenta chave no transporte das riquezas nacionais. Não só os navios em si, mas toda a cadeia logística ligada direta e indiretamente com a operação de carga e descarga dos mesmos nos diversos terminais portuários ao longo da costa brasileira.

Transformações tecnológicas como a introdução de navios autônomos ou semiautônomos, com tripulações humanas reduzidas ou até mesmo sem tripulantes, que prometem reduzir custos operacionais, e ser mais eficientes e seguros, criam grandes expectativas nos diversos “stakeholders” nacionais e internacionais da indústria marítima.

Os projetos de desenvolvimento de navios autônomos preveem a utilização de sensores, sistemas de referência avançados, centros de controle em terra, e uma rede de comunicação via satélite confiável para envio e recebimento de dados de navegação. Além disso, no nível mais avançado de autonomia, preveem o controle da navegação através de softwares capazes de realizar tomadas de decisões independentes de intervenções humanas.

⁴ Relatório preparado pela UNCTAD – Conferência das Nações Unidas para o Comércio e Desenvolvimento. UNCTAD é um organismo intergovernamental permanente, estabelecido pela Assembleia Geral da ONU em 1964, e subordinado ao seu Secretariado. Mais informações disponíveis em: <http://unctad.org/en/Pages/aboutus.aspx>. Acesso em 14/12/2017.

O projeto europeu MUNIN (2015) ainda vislumbra a existência de centros de controle em terra que fornecem apoio à distância aos navios mercantes, operados por seres humanos e capazes de intervir a qualquer momento na navegação. Esse sistema, assim como outros em desenvolvimento atualmente, depende grandemente das tecnologias da informação, servidores de armazenamento e transmissão de dados através da internet.

Por esse motivo, é grande a preocupação dos cientistas, acadêmicos e sociedades classificadoras com as vulnerabilidades existentes no cyber espaço, e com as fragilidades dos sistemas altamente interconectados necessários para a operação dos navios autônomos. A conexão entre os sistemas sensíveis de bordo e os sistemas de terra são uma realidade para a chamada "era Inteligente" da indústria marítima. (REILLY; JORGENSEN, 2016)

O presente artigo tem como finalidade identificar as implicações dessa inovação tecnológica para a segurança da navegação, levando-se em consideração principalmente o aspecto da segurança e defesa cibernética. Segundo Buerger (2014) os navios e suas tripulações podem ser, simultaneamente, potenciais alvos de ações criminosas como também vetores perpetradores de ataques e inúmeros crimes marítimos, incluindo ações de cunho terroristas.

A área de segurança e defesa cibernética é de importância fulcral na intenção de desenvolvimento tecnológico do País, tanto na esfera militar quanto na civil. A Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação identifica, inclusive, a área de segurança cibernética como um tema estratégico para o Brasil.

O presente trabalho também procura argumentar que, a busca nacional pelo emparelhamento do desenvolvimento na área de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) com os países desenvolvidos apresenta instrumentos, ações e programas - referidos na Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (ENCTI, 2016), que podem ser valiosos para as futuras adequações estruturais que os navios autônomos demandarão do poder público.

Salienta-se que a indústria de transporte marítimo possui uma característica de um setor altamente globalizado, e que as principais empresas de navegação e os mais importantes construtores navais civis se encontram em território estrangeiro (UNCTAD, 2017). No entanto, essas empresas internacionais detêm o monopólio dos navios utilizados no mercado brasileiro (ANTAQ, 2017).

Isso significa dizer que independentemente da vontade e da estrutura portuária brasileira, caso o capital estrangeiro entenda que os navios autônomos serão o caminho para o desenvolvimento sustentável da navegação mundial, o país terá que obrigatoriamente tratar adequadamente o assunto.

O Brasil possui a oportunidade de, ao debater o advento dos navios autônomos, a segurança da navegação e a segurança e defesa cibernética, encontrar um caminho para o desenvolvimento da tecnologia e inovação endógena, inclusive com parcerias estratégicas com a academia e empresas estrangeiras de tecnologia marítima.

Espera-se que o trabalho, baseado em pesquisa documental e bibliográfica, e constituído de uma pesquisa exploratória, por meio de abordagem metodológica analítica, desperte o interesse e conhecimento sobre o surgimento de navios autônomos, os benefícios que podem trazer para a segurança da navegação e os desafios que precisam ser identificados e perseguidos, especialmente no que se refere à segurança e defesa cibernética dos mesmos.

Em paralelo, pretende-se demonstrar uma relação entre o desenvolvimento dos navios autônomos e o desenvolvimento de CT&I no Brasil. Para isso, foram analisados os documentos oficiais brasileiros de CT&I, à luz do que está sendo feito em países estrangeiros, no que se referem ao desenvolvimento dessa tecnologia, partindo-se do pressuposto que os navios autônomos são inovações disruptivas como previsto pelo referencial teórico de Clayton Christensen (1997).

A argumentação do artigo divide-se em duas seções principais: primeiramente o tópico dos navios autônomos e, em seguida, as políticas de CT&I e de segurança e defesa cibernética e as interligações com a inovação dos navios não tripulados. Posteriormente serão apresentadas as considerações finais.

O Advento dos Navios Autônomos

A ciência e tecnologia é um dos pilares da pesquisa dos navios não tripulados e autônomos. O surgimento desses navios segue uma tendência que se observa em todos os campos da vida humana moderna, ou seja, uma maior conectividade e o encurtamento das distâncias. Segundo Castells (2016), em sua análise das tecnologias da informação, as duas últimas décadas do século XX presenciaram

grandes avanços tecnológicos, como desenvolvimento de materiais, fontes de energia, nanotecnologia e a tecnologia de transportes.

Castells continua sua argumentação descrevendo ainda o processo atual de transformação tecnológica e sua capacidade de comunicação através da linguagem digital. Segundo o autor, “a informação é gerada, armazenada, recuperada, processada e transmitida. Vivemos em um mundo que, segundo Nicholas Negroponte, se tornou digital”. Afirma o autor que o mundo se tornou conectado a partir da revolução tecnológica induzida pelas tecnologias da informação que surgiram a partir da década de 1970, com o desenvolvimento da microeletrônica, dos computadores e das telecomunicações.

É nesse mundo integrado virtualmente que surgem os navios autônomos. O impacto das transformações tecnológicas não se restringe às operações marítimas, ou à forma como os dados são transmitidos e recebidos. Segundo Susskind e Susskind (2015), em uma sociedade baseada na tecnologia e na internet, espera-se o surgimento de máquinas altamente capacitadas, operando por si mesmas, sem a interferência de usuários.

De acordo com os autores, essas máquinas substituirão os profissionais em muitas tarefas historicamente exercidas pelo Homem, uma vez que a tecnologia modificará a maneira como absorvemos e compartilhamos conhecimento especializado na sociedade.

O estudo dos navios autônomos é de relevância para as sociedades contemporâneas, uma vez que o tráfego marítimo constitui um vetor de importância estratégica para a competitividade das economias nacionais. Além disso, constitui uma inovação tecnológica que tem o potencial de impactar os campos sociais, políticos e econômicos, ambientais e de segurança nacional. Segundo Haase (2013, p. 17), o nível de interação sociedade-tecnologia cresce rapidamente, afetando noções sobre trabalho, lazer, cultura e até mesmo modelando noções sobre a existência humana.

O Conceito dos Navios Autônomos

A tecnologia envolvida no desenvolvimento dos navios autônomos não é totalmente nova. O que é diferente atualmente é a aplicação que se pretende dela, isto é, a construção de grandes navios cargueiros para o tráfego marítimo.

Segundo Corfield e Young (2006), os primeiros veículos de superfície não tripulados surgiram por demanda da Segunda Guerra Mundial (1939-1945) e possuíam simples sistemas de navegação. De acordo com Bertram (2008), essas embarcações autônomas foram utilizadas com sucesso no início da Segunda Guerra do Golfo o que proporcionou um aumento nas pesquisas técnicas sobre o tema.

De acordo com Manley (2008), as principais aplicações civis atuais dos denominados *unmanned surface vehicles (USV)*, são relacionados a atividades oceanográficas de pesquisas, serviços portuários de batimetria, sinalização náutica e diversos outros pequenos serviços realizados para os terminais portuários. Essas embarcações são, na grande maioria das vezes, de pequenas dimensões e operam, geralmente, até o alcance das ondas rádio VHF.

O principal projeto de estudo da viabilidade de operação de cargueiros autônomos no tráfego marítimo foi o europeu MUNIN (*Maritime Unmanned Navigation through intelligence in Networks*). Esse foi um projeto de pesquisa, copatrocinado pelo departamento de pesquisa e inovação Comissão Europeia⁵, que uniu diversas universidades e centros de pesquisas do continente europeu e buscou analisar a viabilidade econômica, técnica e legal da utilização dessas embarcações.

O conceito central do projeto era o uso de um navio cargueiro que operasse, pelo menos por parte da viagem, de maneira totalmente autônoma. Os pesquisadores estudaram a possibilidade de um cargueiro (*bulk carrier*) operando sem a intervenção humana durante uma travessia oceânica. Para as manobras interiores e próximas às instalações portuárias, os navios seriam manobrados de maneira convencional por humanos. (MUNIN, 2015)

O projeto MUNIN identifica como autônomas aquelas embarcações equipadas com sistemas de controle modulares, e tecnologia de comunicação que permite controle e monitoramento *wireless*, incluindo sistemas avançados de suporte a decisões e capacidades para operações remotas e autônomas.

⁵ A Comissão Europeia é o braço executivo da União Europeia, que promove os interesses do bloco por meio de decisões estratégicas e políticas. Para mais informações sobre objetivos e funções gerais visitar o sítio na internet: https://ec.europa.eu/info/about-european-commission/organisational-structure_en. O projeto Munin esteve vinculado ao 7th RTD Framework Programme, do Departamento de Pesquisa e Inovação da Comissão Europeia (DG RTD Department).

No âmbito da pesquisa europeia, além dos módulos autônomos de navegação e controle da praça de máquinas, haveria também um centro de controle em terra que suportaria as seguintes funções: (i) um operador do centro de controle, (ii) um engenheiro para auxílio do operador, (iii) uma equipe de apoio responsável por operar o navio remotamente através de um simulador virtual de manobras.

Kretschmann, Burmeister e Jahn (2015) analisaram os benefícios econômicos de navios autônomos não-tripulados, comparando seus custos com os de um "bulk-carrier" convencional. Em suma, para as condições especificadas no estudo, a taxa do frete foi reduzida em 3.4% para os navios autônomos, basicamente, pela redução das tripulações, e pela possibilidade de novos "designs" de construção dos navios.

O projeto prevê o uso de combustíveis mais leves e sofisticados para serem usados em navios inteligentes operando em velocidades de cruzeiro mais baixas. Segundo seu relatório final, uma redução de 30% na velocidade de viagem pode reduzir em até 50% a quantidade de combustível marítimo para propulsão. Além disso, os navios autônomos reduziram as emissões de gases de efeito estufa e contribuiriam para o desenvolvimento sustentável do transporte marítimo internacional.

Além de questões relacionadas à redução dos custos operacionais com essas embarcações, pesquisadores tem se debruçado sobre a segurança da navegação proporcionada pelos navios autônomos. Entre 2005 e 2014, quase 50% dos prejuízos com acidentes marítimos foram devido a naufrágios e encalhes. Foi identificado que os erros humanos constituem grande parte das causas principais de todos os acidentes marítimos. Simulações demonstraram que os riscos de erros humanos foram reduzidos em torno de 10 vezes, basicamente pela eliminação da fadiga humana. (MUNIN, 2015).

Wróbel, Montewka e Kujala (2017) avaliaram 100 relatórios de acidentes marítimos e concluíram que é esperado que os acidentes relacionados à navegação, como colisões e encalhes, diminuam com o advento dos navios autônomos. No entanto, verificaram que a extensão das consequências de acidentes não relacionados à navegação, como incêndios e danos causados por falhas estruturais, podem ser muito maiores em embarcações autônomas, quando comparadas com os convencionais.

O relatório final do projeto MUNIN publicado em 2015, da mesma forma que outros estudos realizados, reconhece que os navios autônomos possuem o potencial de serem mais seguros e econômicos em determinadas circunstâncias. Mesmo considerando as situações limitadas dos estudos, e os obstáculos a serem superados do ponto

de vista da tecnologia sensorial embarcada, a indústria marítima despertou o interesse definitivo por essa nova aplicação da tecnologia.

Em que se pese os benefícios expostos, a questão da segurança e defesa cibernética ainda causam dúvidas e preocupações nos pesquisadores, empresários e comunidade marítima como um todo. Segundo a IMO (*International Maritime Organization*)⁶ as implicações das questões cibernéticas se tornaram um tópico central na manutenção da segurança no tráfego marítimo.

Navios Autônomos, segurança e defesa cibernética

De acordo com o Livro Verde: Segurança Cibernética no Brasil⁷ (Brasil, 2010), a segurança cibernética consiste de:

Arte de assegurar a existência e a continuidade da sociedade da informação de uma nação, garantindo e protegendo, no Espaço Cibernético, seus ativos de informação e suas infraestruturas críticas⁸

Segundo a Doutrina Militar de Defesa Cibernética (Brasil, 2014), a Defesa Cibernética consiste em:

Conjunto de ações defensivas, exploratórias e ofensivas, realizadas no espaço cibernético, no contexto de um planejamento nacional de nível estratégico, coordenado e integrado pelo Ministério da Defesa (MD), com a finalidade de: (i) proteger os sistemas de informação de interesse da Defesa Nacional; (ii) obter dados para a produção de conhecimento de Inteligência; e (iii) comprometer os sistemas de informação do oponente.

⁶ IMO – Organização Marítima Internacional é a agência especializada da ONU responsável por estabelecer os parâmetros de segurança da navegação, salvaguarda da vida humana no mar e proteção do meio ambiente marinho. Trabalha como referência normativa para a indústria do transporte marítimo mundial.

⁷ Documento oficial do Gabinete de Segurança Institucional da Presidência da República que expressa as possíveis diretrizes para a confecção da Política Nacional de Segurança Cibernética

⁸ Instalações, serviços, bens e sistemas que, se forem interrompidos ou destruídos, provocarão sério impacto social, econômico, político, internacional ou à segurança do Estado e da sociedade

Essa distinção que é feita pelo Brasil entre segurança e defesa cibernética acompanha a diferenciação que é feita mundialmente. Os sistemas de informação e a infraestrutura necessária para o funcionamento dos navios autônomos está mais relacionada ao conceito de segurança cibernética ou “cyber safety”.

Vários *stakeholders* da indústria marítima internacional, como a International Chamber of Shipping e a International Union of Marine Insurance entre outros, publicaram um guia para a segurança cibernética a bordo de navios. O documento denominado *Guidelines on Cyber Security Onboard Ships* afirma que tanto a “cyber security” quanto a “cyber safety” tem o potencial de comprometer a segurança do pessoal de bordo, do navio e da carga em si. Além disso, esclarece ainda que:

“Cyber security” se preocupa com a proteção das tecnologias da informação, das tecnologias operacionais, e dos dados contra acessos não autorizados, manipulações e interrupções. “Cyber safety” abrange os riscos de perda de disponibilidade ou integridade de dados críticos de segurança e de tecnologias operacionais.

A exploração maliciosa ou o ataque aos sistemas de tecnologia da informação a bordo de navios mercantes pode interromper a navegação segura ou o correto funcionamento da propulsão. “Hacking”, “malware”, “phishing”, “Trojan horses”, “worms”, são os instrumentos maliciosos mais conhecidos e que possuem a finalidade de atacar sistemas de informação e computadores públicos e privados. (UNCTAD,2017)

Os ataques cibernéticos mais prováveis ocorrem em alvos vulneráveis como dispositivos portáteis, USB pen-drivers, acesso não-autorizados pelos pontos de conexão “wireless”, e negligência dos usuários. Esses ataques podem corromper não só os navios mercantes, mas também os sistemas integrados dos terminais portuários, as plataformas de petróleo e as embarcações de apoio offshore. (UNCTAD, 2017)

Todos esses ataques possuem implicações relacionadas a “safety” e “security”, pois com potenciais consequências negativas para a salvaguarda da vida humana, para o meio ambiente e para a economia. Além dos prejuízos financeiros a companhias públicas e privadas, os ataques cibernéticos podem ter implicações relacionadas à segurança nacional de maneira ampla. (UNCTAD, 2017)

Os ataques cibernéticos, devido à abrangência de suas possíveis consequências, e custos de interrupção de serviços, pode ser comparado a grandes desastres marítimos como a explosão da plataforma *Deep Water Horizon* em 2010, e o derramamento de óleo do navio tanque Exxon Valdez em 1989. (UNCTAD, 2017)

A falta de consciência sobre segurança cibernética foi apontada por um estudo europeu, que indicou que as vulnerabilidades, os riscos, e os desafios do setor não estavam sendo tratados de forma adequada por importantes "stakeholders" do setor marítimo europeu. Governos, empresas de navegação, autoridades portuárias e servidores de serviços de comunicação não estavam tratando a segurança cibernética com o devido foco. (UNCTAD, 2017)

O *Review of Maritime Transport 2017* identificou também como problemas para a segurança cibernética a complexidade do ambiente das tecnologias marítimas de informação e de comunicação e a fragmentação da governança sobre o assunto. O relatório também menciona a necessidade de definir medidas apropriadas para proteger o setor marítimo, identificando-o como uma infraestrutura crítica.

De fato, o conceito do navio autônomo prevê a dependência de sistemas de computadores integrados para a operação "inteligente" do navio. Além disso, no caso de operação remota, as tecnologias de comunicação via satélite e a conexão internet são indispensáveis ao sucesso operacional das embarcações.

O setor de transporte marítimo e as instalações portuárias devem ser consideradas, no âmbito do livro verde da segurança cibernética, como infraestruturas críticas nacionais (ICN), que são controladas pelas infraestruturas críticas da informação⁹. (ICI)

Uma falha ou ataque intencional a um dos sistemas computacionais, ou sensores de bordo pode proporcionar acidentes relevantes causando o comprometimento das instalações portuárias, dos canais de acesso aos portos, a poluição ambiental e a interrupção das atividades de carga e descarga dos navios, com grandes prejuízos econômicos para o País, além da possibilidade de perda de vidas humanas.

⁹ Subconjunto dos ativos de informação que afeta diretamente a consecução e a continuidade da missão do Estado e a segurança da sociedade.

Uma das vulnerabilidades identificadas nos sistemas de bordo, e que podem influenciar a segurança do transporte marítimo, atual e futuro, é a operação do *Automatic Information System (AIS)*.

O AIS é um sistema global de auxílio à navegação que utiliza dados do sistema GPS (Global Positioning System) para determinar e trocar informações sobre o posicionamento dos navios. Além disso, consiste de um sistema de comunicação instantânea, via transmissões rádio, que informa para outros navios, autoridades marítimas e portuárias, dados de carga, informações atualizadas de navegação, e características físicas dos navios.

Segundo o relatório anual do transporte marítimo mundial da UNCTAD (2017), em 2013 pesquisadores da Universidade do Texas demonstraram que poderiam tomar controle e redirecionar o rumo de um navio através de um sinal falso de posicionamento GPS que camuflaria a posição real, enganando o sistema de bordo.

Foi observado no experimento que nem o sistema AIS, nem o sinal GPS para uso civil era criptografado ou autenticado, e que os sistemas sensíveis de bordo poderiam se tornar alvos fáceis de ataques cibernético. Além do mais, as falhas de segurança identificadas não exigiram equipamentos caros.

Um sistema obrigatório a bordo dos navios envolvidos no tráfego internacional e que poderia ser alvo fácil de ataques cibernéticos é o sistema de cartas náuticas eletrônicas. (SOLAS, 2009).

Esse sistema é constituído por computadores interligados ao sinal de posicionamento GPS, dados do AIS, e outras informações sensíveis à operação do navio. Com um display que integra e apresenta eletronicamente o conjunto de informações de maneira padronizada, foi desenvolvido para substituir os sistemas centenários de cartas náuticas de papéis.

De acordo com o NCC Group (2014), apesar de fornecerem informações valiosas para a navegação, as cartas eletrônicas são vulneráveis aos ataques cibernéticos e o seu comprometimento pode acarretar a perda de vidas humanas, poluição ambiental e perdas financeiras.

Boa parte do sistema que compõe a logística do transporte marítimo apresenta falhas de segurança cibernética que podem ter implicações graves para a economia dos países. O porto de Houston foi vítima em 2001 de um ataque cibernético que indisponibilizou dados das redes de computadores do porto, incluindo marés, profundidades e previsões meteorológicas, que eram usadas por práticos locais para conduzir as embarcações para os berços de atracação. (THE REGISTER, 2003)

Companhias marítimas podem ter seus dados sequestrados a partir dos sistemas computacionais ligados à internet, impossibilitando o agendamento de fretes e operações portuárias.

Conforme notícia veiculada pela agência de notícias Reuters¹⁰ em junho, a questão da vulnerabilidade a ataques cibernéticos veio à tona quando “hackers” invadiram, através da internet, o sistema da maior empresa transportadora de contêineres do mundo, a A.P Moller Maersk, tirando do ar o sistema de computadores da empresa, causando a interrupção do agendamento de fretes e paralisando as operações de vários terminais portuários de propriedade da empresa ao redor do mundo, a APM terminais.

O ataque aos sistemas da companhia refletiu em uma preocupação mundial acerca da vulnerabilidade do setor. Especialmente porque a A.P Moller Maersk controla 76 portos em todo mundo e responde por cerca de 18 por cento de todo comércio de contêineres a nível internacional¹¹.

Esse evento causado pelo vírus “Petya” teve reflexos no terminal portuário de Itajaí e causou atrasos e paralisações nas operações dos navios¹². Esse fato demonstra a inexistência de fronteiras definidas no espaço cibernético. Um ataque a um sistema computacional de uma empresa de transporte marítimo sediada em outro continente, pode ter desdobramentos relevantes nas rotinas das infraestruturas críticas nacionais.

Esses eventos ocorridos no espaço cibernético, assim como o desenvolvimento dos navios autônomos, e a integração atual de todo sistema portuário, evidenciam a necessidade, conforme previsto na *Estratégia de Segurança da Informação e Comunicações e de Segurança Cibernética da Administração Pública Federal 2015-2018 (BRASIL, 2015)*, do estabelecimento em curto prazo de uma política nacional de segurança cibernética, que institucionalize a esfera cibernética como prioritária para a ação pública federal.

¹⁰ Publicado pela REUTERS, disponível em: <https://www.reuters.com/article/us-cyber-attack-maersk/cyber-attack-hits-shipper-maersk-causes-cargo-delays-idUSKBN19J0QB>. Acesso em: 13/10/2017. Acesso em 12/12/2017

¹¹ Publicado pela REUTERS, disponível em: <https://br.reuters.com/article/businessNews/idBRKBN19K32T-OBRS> 12/12/2017

¹² Publicado pelo site de notícias g1.com. Disponível em <https://g1.globo.com/sc/santa-catarina/noticia/ciberataque-mundial-afeta-operacao-no-porto-de-itajaí.ghtml>. Acesso em: 16/12/2017

Além do mais, a Estratégia de SIC e SegCiber (BRASIL, 2015) também delimita como objetivo estratégico o incremento do investimento em Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação na área de segurança da informação e comunicações, assim como segurança cibernética.

O desenvolvimento da governança sistêmica e institucional sobre SIC e SegCiber são importantes porque estruturam o setor de informações e dados no País, e permite que a sociedade civil consiga usufruir de um cyber espaço sempre disponível e democrático.

O advento dos navios autônomos demandará uma estruturação adequada dos terminais portuários, como infraestruturas críticas de transporte, e um desenvolvimento das infraestruturas críticas de informação. Esse objetivo poderá ser alcançado com um aumento da parceria público-privada na esfera das tecnologias da informação, uma vez que as características do cyber espaço são justamente a conectividade, a inexistência de fronteiras definidas, e a falta de marco regulatório específico claro.

Inovações Disruptivas e a Estratégia Nacional de CT&I

Clayton M. Christensen¹³ ao estudar, historicamente, o motivo que levava firmas competentes e sólidas a falharem em seus negócios, sendo alijadas do mercado, Christensen observou que as empresas líderes de mercado também eram protagonistas no desenvolvimento e gerenciamento das *"sustaining technologies"* (mudanças tecnológicas que mantiveram, ou melhoraram a taxa de crescimento da produtividade dos produtos), no entanto, falharam ao identificar e gerenciar as *"disruptives technologies"* (tecnologias que interrompem ou redefinem as trajetórias de performance dos produtos).

Segundo Christensen, Anthony e Roth (2004), de forma simplificada, as inovações sustentadoras apenas atendem a melhoramentos de produtos e serviços em aspectos já valorizados pelos consumidores, como por exemplo, computadores que processam mais rápido, baterias de celular que duram mais tempo e aviões que voam mais longe, ou seja, que possuem maior autonomia. Inovações disruptivas possuem a característica de transformar ou criar novos mercados, podendo ser do tipo "low-end" ou "new markets".

¹³ Professor de administração de negócios na Harvard Business School. Um dos autores mais premiados sobre administração na academia americana. Primeiro livro de grande sucesso foi "The Innovator's Dilemma" em 1997. Bibliografia disponível em: <http://www.claytonchristensen.com/biography/>. Acesso em 16/12/2017

Tecnologias disruptivas “low-end” são aquelas que oferecem produtos ou serviços relativamente mais simples, baratos e inovadores, transformando o consumo do mercado vigente. As disrupções do tipo “new-market” introduzem novos consumidores no mercado, ou criam novos modelos de consumo, como por exemplo os computadores pessoais da Apple, as copiadoras da Xerox, o telefone de Bell, entre outros. (Christensen; Anthony; Roth, 2004).

As tecnologias disruptivas ou transformam, ou fazem surgir mercados emergentes e segmentos de mercados alternativos, que não interessam, a princípio, aos consumidores e, conseqüentemente, às empresas líderes do mercado.

Com o aumento da performance de novos produtos, e com o barateamento da tecnologia envolvida, os mercados emergentes se consolidam e atraem a atenção dos consumidores, uma vez que o gráfico do aumento de performance da nova tecnologia progride muito mais rapidamente do que a demanda por performance do mercado atual.

Há um ponto de interseção desses gráficos, onde as tecnologias disruptivas passam a suprir a demanda dos consumidores do mercado estabelecido, impulsionando o crescimento das empresas possuidoras dessas tecnologias, segregando assim, as não possuidoras. (Christensen, 1997).

Uma série de inovações são exemplificadas como disruptivas, para seus respectivos períodos, tais quais: o advento da telefonia móvel, dos dispositivos eletrônicos manuais portáteis, educação à distância baseada na internet, livros digitais, aeronaves não-tripuladas, angioplastia e máquinas de ultrassom portáteis. (Christensen, 1997, p. xxv). Além dessas, o autor ainda menciona o caso dos carros elétricos como possível tecnologia disruptiva.

Tipicamente, as tecnologias disruptivas permitem novos “players” entrarem no mercado, dominado por poderosos operadores enraizados, possibilitando a esses novos “players”, oferecer novos produtos e serviços, através de novas formas e meios. Esses produtos e serviços geralmente passam a ser fornecidos de uma maneira mais rápida, barata e conveniente. Em muitos casos, a tecnologia disruptiva é bem melhor em vários aspectos, mudando categoricamente a forma convencional de se fazer as coisas. (Sioshansi e Weinberg, 2014).

O surgimento dos navios autônomos apresenta as características inerentes às tecnologias disruptivas. As embarcações não tripuladas, inicialmente, não apresentam um mercado específico para sua utilização. No entanto, são inovações tecnológicas com potencial de

modificações profundas nos negócios envolvendo o tráfego marítimo tradicional, atividades offshore, de pesquisas oceanográficas, reboques portuários entre outros.

A performance dos sensores de posicionamento atuais, dos sistemas autônomos de processamento decisório, e de comunicação por satélite, assim como os custos iniciais de construção e adaptação, não correspondem às demandas atuais dos grandes armadores, mas podem vir a preencher as necessidades das empresas de navegação, assim que o custo da tecnologia se torne viável com o tempo, e o gráfico de performance dos navios autônomos intercepte o gráfico de performance exigido pelos armadores.

Baseando-se pelos resultados finais do projeto MUNIN, que prevê a viabilidade operacional e econômica de tais embarcações, pelas movimentações da IMO e das sociedades classificadoras, no intuito de estabelecerem uma estrutura regulatória inicial, pela união entre os centros de pesquisa, estaleiros e empresas de tecnologia, como exemplifica a criação da *Aliança para o desenvolvimento de navios cargueiros não-tripulados*¹⁴, percebe-se que o ambiente está maduro e propício para o desenvolvimento rápido da tecnologia para os navios autônomos.

Em algumas regiões os testes com navios autônomos de fato já começaram. No dia 28 de setembro de 2017, um modelo reduzido do primeiro navio autônomo de contêiner do mundo iniciou seus testes em Trondheim, Noruega.

O modelo reduzido chamado “Yara Birkeland” iniciou uma série de experimentos e manobras no tanque de provas SINTEF na Noruega¹⁵. Esse projeto, capitaneado pela empresa multinacional de fertilizantes Yara e desenvolvido tecnologicamente pela Kongsberg Maritime, pretende ser o primeiro navio de contêiner do mundo a operar de maneira remota ou autônoma. O projeto desenvolve em conjunto um sistema de propulsão alimentado por baterias, que

¹⁴ Aliança criada em junho de 2017, engloba 9 membros, entre empresas de tecnologia, liderada pela HNA Technology group Co, estaleiros, sociedades classificadoras e fornecedoras de equipamentos marítimos como Rolls-Royce e Wärtsilä. Notícia disponível em: < <https://ww2.eagle.org/en/news/press-room/2017/ABS-Joins-Industry-Partners-to-Advance-Autonomous-Shipping.html> > . Acesso em: 03/08/2017

¹⁵ Matéria publicada na internet, disponível em: <http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-4497576/First-autonomous-container-ship-launch-2018.html>. Acesso em: 16/12/2017

representa uma operação mais limpa e sustentável para a indústria marítima. O navio real deve iniciar as operações em 2018, com previsão de operação totalmente autônoma em 2020.

O que é necessário observar nesse caso é a atitude do governo norueguês que identifica e contribui para o desenvolvimento da pesquisa e inovação no setor marítimo. Os navios autônomos entraram na agenda das autoridades norueguesas que incentivam através de vários instrumentos, inclusive com subvenção econômica o setor tecnológico marítimo.

No caso do projeto do navio "Yara Birkeland", um empreendimento do governo norueguês denominado ENOVA, responsável pelo fomento da produção e consumo de energia ambientalmente sustentável contribuiu com 133 milhões de Coroas norueguesas (NOK) para a execução dos estudos ¹⁶.

No caso norueguês o apoio governamental foi além, e reservou um espaço ao largo da cidade de Trondheim para testes dedicados, exclusivamente, às tecnologias de automação para os navios autônomos. Esse fato dá continuidade ao estabelecido em março no Plano Nacional de Transporte da Noruega¹⁷.

A autoridade marítima Dinamarquesa solicitou à Universidade Técnica da Dinamarca um estudo sobre o potencial da utilização de navios autônomos. Um relatório foi produzido por Blanke, Henriques e Bang (2017), que evidencia a preocupação do governo dinamarquês em posicionar o país na dianteira dessa fronteira tecnológica, a fim de proteger os interesses do que eles chamam de "Dinamarca Azul", e manter a competitividade da indústria dinamarquesa, assim como em outras áreas tecnológicas.

O caminho traçado pelos governos europeus indica a importância da pesquisa científica, tecnológica e da inovação, não só para o setor de transporte marítimo como também para o desenvolvimento da economia como um todo.

Pelos exemplos citados, pode-se depreender que os esforços em manter os países na linha de frente do desenvolvimento tecnológico e da inovação garantem um melhor posicionamento competitivo das indústrias nacionais. Com o setor marítimo não é diferente.

¹⁶ Matéria publicada na internet, disponível em: <https://www.marineinsight.com/shipping-news/model-testing-commences-worlds-first-autonomous-container-vessel/>. Acesso em: 16/12/2017

¹⁷ Matéria publicada na internet, disponível em: <https://www.marinelink.com/news/autonomous-shipping416372>. Acesso em: 16/12/2017

Os esforços dos países escandinavos em liderar as pesquisas com navios autônomos através de incentivos econômicos, e apoiando-se em parcerias com o setor privado, demonstram um possível caminho a ser trilhado no campo tecnológico marítimo brasileiro.

A Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2016-2022, reconhece a necessidade de “emparelhamento” da área de CT&I com as nações desenvolvidas. Nesse contexto, identifica que a inovação é um dos caminhos para se elevar a produtividade e a competitividade nacional em um cenário de rápida abertura dos mercados.

A estratégia nacional de CT&I também identifica os principais desafios na área. Um deles é a promoção do desenvolvimento sustentável. O texto menciona que o Brasil, como signatário da ONU, adotou a Agenda de Desenvolvimento Sustentável Pós-2015 (Agenda 2030). Isso significa dizer que o País deve promover iniciativas que favoreçam o desenvolvimento limpo.

Analisando-se o desenvolvimento recente dos navios autônomos sob o prisma da estratégia nacional de CT&I, observa-se que as exigências requeridas para o seu desenvolvimento tecnológico são previstas na legislação brasileira. Isto é, o País pode oferecer legalmente um ambiente propício para o desenvolvimento desse tipo de embarcação.

O Brasil possui um Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCTI) capaz de absorver as demandas de desenvolvimentos de sistemas de navegação autônomos, desenvolvimento de sensores de posicionamento, e tecnologias de comunicação. Além disso, também constitui o Sistema Nacional de CT&I, conforme a Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2016-2022 (BRASIL, 2016):

[...] uma infraestrutura de pesquisa diversificada composta, principalmente, por grandes instalações, centros e redes integradas de P&D; laboratórios; observatórios; plantas e usinas-piloto; estações e redes de monitoramento; infraestruturas de tecnologia da informação e comunicação.

Além da infraestrutura de pesquisa existente, o Brasil também possui os instrumentos de financiamento e a disponibilidade de recursos humanos na área das engenharias, das ciências computacionais e de rede.

O decreto 9.283, de 07 de fevereiro de 2018 (BRASIL, 2018), que regulamentou as leis 10.973 de dezembro 2004 e 13.243 de janeiro de 2016, prevê, no seu capítulo II, o estímulo à construção de ambientes especializados e cooperativos de inovação. O decreto estabelece que a Administração Pública brasileira deve estimular o estabelecimento de alianças estratégicas e projetos de cooperação entre empresas, ICT e entidades privadas, visando a criação de produtos, processos e serviços inovadores, além da difusão tecnológica.

O novo marco legal estabelecido pelo decreto 9.283/18, (BRASIL, 2018), apoia a criação de ambientes promotores da inovação, inclusive por meio de subvenção econômica, com vistas ao desenvolvimento tecnológico, aumento da competitividade e interação entre empresas e instituições científicas e tecnológicas.

Dessa forma, o Brasil tem o potencial de se tornar um "cluster" regional no desenvolvimento de navios autônomos e suas tecnologias fundamentais. Para que esse objetivo seja cumprido, o País necessita identificar e viabilizar parcerias estratégicas com nações que iniciaram os estudos sobre o assunto, e mobilizar o SNCTI para participar no desenvolvimento do setor marítimo brasileiro.

Considerações Finais

O mundo presencia um período de exponencial desenvolvimento tecnológico. A tecnologia da informação, os sistemas computacionais, e as redes de comunicações, permitem ao Homem contemporâneo visualizar aplicações tecnológicas e soluções de engenharia cada vez mais abrangentes e complexos.

A indústria marítima também visualizou a possibilidade de, através da tecnologia, superar os desafios do século XXI. A globalização imprime às companhias de navegação uma operação marítima cada vez mais enxuta com relação aos custos, ao mesmo tempo que demanda uma operação mais limpa, sustentável e segura dos navios.

É nesse contexto internacional que surge o conceito dos navios autônomos. Os estudos e testes até o momento indicam que sua operação significará um marco para a indústria do transporte marítimo mundial, uma vez que possibilitarão, respeitando-se as condições limitadas das pesquisas, uma navegação mais segura, uma redução significativa dos custos operacionais e uma diminuição da queima de combustíveis danosos ao meio ambiente.

No entanto, um importante obstáculo precisa ser adequadamente endereçado – a segurança e defesa cibernética. O espaço cibernético e as atividades que abriga ainda carecem de entendimento especializado.

Em que se pese os esforços do Brasil em aumentar a consciência e a proteção de nossa sociedade da informação, o espaço cibernético ainda apresenta vulnerabilidades que podem afetar a operação segura dos navios autônomos, inclusive com implicações desastrosas para a vida humana, o meio ambiente, e o patrimônio público e privado.

O surgimento dos navios autônomos representa uma disruptura no mercado do transporte marítimo internacional. Sua concepção abrange tecnologias que estão sendo desenvolvidas por centros de pesquisas internacionais, empresas de tecnologias marítimas e, em alguns casos, apoiadas por governos europeus que incentivam o seu desenvolvimento devido suas potencialidades econômicas e de segurança.

O Brasil necessita identificar, como os europeus, a relevância que o setor marítimo pode ter como área estratégica. A Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e inovação representa um passo importante do governo brasileiro em colocar o Brasil no mesmo nível de CT&I que as nações desenvolvidas.

A estrutura do SNCTI e os instrumentos de financiamento podem auxiliar as empresas públicas e privadas a investirem no desenvolvimento tecnológico dos navios autônomos e no sistema portuário brasileiro.

O impulso nessa direção talvez fosse dado pela inclusão do setor marítimo portuário como tema estratégico da ENCTI, ou integrá-lo ao setor de Defesa neste documento. Isso ajudaria a institucionalizar a importância do segmento e facilitar a obtenção de financiamento para P&D.

O Brasil, apesar dos desafios que possui especialmente na área de tecnologia e inovação, tem a possibilidade de se destacar em um setor que tem a capacidade de agregar valor aos serviços. Por meio de um marco regulatório robusto, pode oferecer um ambiente fértil para a transformação de conhecimento novo em recursos financeiros para o desenvolvimento da Nação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIMCO et al. **The Guidelines on Cyber Security on Board Ships**. [S.L], 2017

BERTRAM, Volker. **Unmanned surface vehicles-a survey**. Skibsteknisk Selskab, Copenhagen, Denmark, v. 1, p. 1-14, 2008.

BRASIL. Antaq. **Estatístico Aquaviário**. Brasília, 2017

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. **Estratégia de Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações**. Brasília, 2016.

BRASIL. Ministério da Defesa. **Doutrina Militar de Defesa Cibernética**. Brasília, 2014.

BRASIL. Ministério da Defesa. **Estratégia Nacional de Defesa**. 2a. Ed. Brasília: Ministério da defesa, 2008.

BRASIL. Ministério da Defesa. **Política Nacional de Defesa Cibernética**. Brasília, 2012. BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. **Decreto 9.283 de 7 de fevereiro de 2018**. Brasília, 2018.

BRASIL. Presidência da República. Gabinete de Segurança Institucional da Presidência da República. **Instrução Normativa GSI/PR Nr 1**, de 13 de Junho de 2008. Brasília, 2008.

BRASIL. Presidência da República. Gabinete de Segurança Institucional. Departamento de Segurança da Informação e Comunicações. **Livro verde: segurança cibernética no Brasil** / Gabinete de Segurança Institucional, Departamento de Segurança da Informação e Comunicações; organização Claudia Canongia e Raphael Mandarino Junior. – Brasília. GSIPR/SE/DSIC, 2010. 63 p.

BRASIL. Presidência da República. Gabinete de Segurança Institucional. **Estratégia de segurança da informação e comunicações e de segurança cibernética da administração pública federal 2015-2018.** Gabinete de Segurança Institucional, Secretaria-Executiva, Departamento de Segurança da Informação e Comunicações. Brasília. Presidência da República, 2015.

BUEGER, C. What is Maritime Security? **The International Journal of Ocean Affairs.** [S.L.], dez. 2014. Marine Policy 53, p. 159-164.

BURMEISTER, Hans-Christoph et al. **Can unmanned ships improve navigational safety?.** In: Proceedings of the Transport Research Arena, TRA 2014, 14-17 April 2014, Paris, 2014

CORFIELD, S. J.; YOUNG, J. M. **Unmanned surface vehicles-game changing technology for naval operations.** IEE Control Engineering Series, v. 69, p. 311, 2006.

CHRISTENSEN, Clayton M.; ANTHONY, Scott D.; ROTH, Erik A. **Seeing what's next: Using the theories of innovation to predict industry change.** Harvard Business Press, 2004.

CHRISTENSON, Clayton. **The innovator's dilemma.** Harvard Business School Press, Cambridge, Mass, 1997.

EUROPEAN COMMISSION. MUNIN. **Research in Maritime Autonomous Systems Project Results and Technology Potentials.** Hamburg, 2015

HOSANG, Alexandre. **Política Nacional de Segurança Cibernética: uma necessidade para o Brasil.** Escola Superior De Guerra, Rio De Janeiro, 2011.

IMO. **Guidelines on maritime cyber risk management.** MSC-FAL.1/Circ.3. London, 2017

IMO. **Implications of the United Nations Convention on the Law of the Sea for the International Maritime Organization.** Study by the secretariat. LEG/MISC.8. London, 2014

KATSIKAS, Sokratis K. **Cyber Security of the Autonomous Ship.** In: Proceedings of the 3rd ACM Workshop on Cyber-Physical System Security. ACM, 2017

KRETSCHMANN, Lutz; BURMEISTER, Hans-Christoph; JAHN, Carlos. **Analyzing the economic benefit of unmanned autonomous ships: An exploratory cost-comparison between an autonomous and a conventional bulk carrier.** Research in Transportation Business & Management, v. 25, p. 76-86, 2017.

MANDARINO JR, Raphael. **Segurança e defesa do espaço cibernético brasileiro.** Cubzac, 2010.

MANLEY, Justin E. **Unmanned surface vehicles, 15 years of development.** In: OCEANS 2008. IEEE, 2008. p. 1-4.

MARSH. **The risk of cyberattack to the maritime sector. 2014.** Disponível em: <http://me.marsh.com/NewsInsights/ID/41615/The-Risk-of-Cyber-Attack-to-the-Maritime-Sector.aspx>. Acesso em 16/12/2017

REILLY G. ; JORGENSEN J. **Classification Considerations for Cyber Safety and Security in the Smart Ship Era.** In: SMART SHIP TECHNOLOGY INTERNATIONAL CONFERENCE, 2016, London. **Papers...** London: The Royal Institution of Naval Architects, 2016. 136 p. p. 33-39.

SIOZHANSI, Fereidoon P.; WEINBERG, Carl. **Lessons from Other Industries Facing Disruptive Technology.** In: Distributed Generation and its Implications for the Utility Industry. 2014. p. 141-162.

UNCTAD. **Review of Maritime Transport.** Geneva, 2017

WAHLSTRÖM, Mikael et al. **Human factors challenges in unmanned ship operations—insights from other domains.** Procedia Manufacturing, v. 3, p. 1038-1045, 2015.

WRÓBEL, K.; MONTEWKA, J.; KUJALA, P. **Towards the assessment of potential impact of unmanned vessels on maritime transportation safety.** Reliability Engineering & System Safety, v. 165, p. 155-169, 2017.

