



Escola de Guerra Naval – Fundação Ezute

ADAPTAÇÕES OPERACIONAIS NO PORTO COM
ÊNFASE NO VTS VISANDO À UTILIZAÇÃO DE
NAVIOS AUTÔNOMOS E POSSÍVEIS IMPACTOS NA
LEGISLAÇÃO

Relatório de Pesquisa



ESCOLA DE GUERRA NAVAL
FUNDAÇÃO EZUTE

ACORDO DE COOPERAÇÃO TÉCNICA EGN-EZUTE
PLANO DE TRABALHO PARA O PERÍODO 2024 – 2025

PROJETO DE PESQUISA EGN-EZUTE

ADAPTAÇÕES OPERACIONAIS NO PORTO COM ÊNFASE NO VTS VISANDO À
UTILIZAÇÃO DE NAVIOS AUTÔNOMOS E POSSÍVEIS IMPACTOS NA
LEGISLAÇÃO

RIO DE JANEIRO

2025

APRESENTAÇÃO

Este relatório técnico aborda o tema “Adaptações operacionais no Porto com ênfase no VTS visando à utilização de navios autônomos e possíveis impactos na legislação”, atinente ao projeto de pesquisa aplicada desenvolvido no âmbito da parceria entre a Fundação Ezute e a Escola de Guerra Naval (EGN), por intermédio da Superintendência de Pesquisa e Pós-Graduação (SPP) e do Programa de Pós-Graduação em Estudos Marítimos (PPGEM). A iniciativa foi apoiada pelo Centro de Estudos Político-Estratégicos da Marinha (CEPE-MB).

O trabalho se desenvolveu em conformidade com o plano de trabalho estabelecido para o biênio 2024-2025. Este relatório é fruto da colaboração de uma equipe formada por professores, pesquisadores e estudantes do Programa de Pós-Graduação em Estudos Marítimos da Escola de Guerra Naval (PPGEM/EGN) e pesquisadores da Fundação EZUTE. O trabalho se desenvolveu por meio de pesquisa bibliográfica e documental, complementada por reuniões de trabalho, seminários e outras atividades, para as quais contribuíram colaboradores externos convidados, com experiência prática no meio marítimo e naval, evidenciando a natureza aplicada da pesquisa e dos resultados buscados.

Registra-se, assim, o agradecimento do grupo de pesquisa à EGN e à Ezute pelo apoio e pelo estímulo concedidos, bem como aos colaboradores convidados, pelas contribuições que proporcionaram.

INSTITUIÇÕES PARTICIPANTES

Escola de Guerra Naval – EGN

Avenida Pasteur, n. 480 – Urca

CEP: 22290-240-Rio de Janeiro- RJ

Tel.: (21) 2546-9325 / 9326

Fundação Ezute

Rua do Rocio, n. 313, 11º andar-Vila Olímpia

CEP: 04552-904-São Paulo- SP

Tel.: (11) 3040-7300 / 7400

GRUPO DE PESQUISA – EQUIPE TÉCNICA

Coordenadores:

- Dr. Cleber Almeida de Oliveira (Fundação Ezute);
- Dr. Leandro da Silva Teixeira (Fundação Ezute);
- Dr. José Roberto Brito de Souza (EGN);
- Dr. Marcelo Mello Valença (EGN);

Mestrandos e Pesquisadores EGN:

- Eloisa Helena Chagas Alves (PPGEM-EGN);
- Taynara Martins Batista (PPGEM-EGN).

RESUMO

Os navios autônomos, também conhecidos como *Maritime Autonomous Surface Ship* (MASS) estão se desenvolvendo rapidamente, exigindo uma avaliação de seus impactos normativos e na navegação. O relatório analisa o desenvolvimento de normas em três níveis: internacional, com foco na Organização Marítima Internacional; regional, através das diretrizes da União Europeia e do Memorando de Entendimento do Mar do Norte; e local, examinando as regulamentações do Reino Unido, Austrália e Brasil. Também são analisados os efeitos dos MASS no Serviço de Tráfego de Embarcações (*Vessel Traffic Services* - VTS) e nos portos, destacando as mudanças necessárias. A análise baseia-se em uma revisão de literatura de documentos primários, como as diretrizes promulgadas pelas organizações internacionais e secundários, mormente artigos acadêmicos sobre a temática. A pesquisa se insere no campo dos Estudos Marítimos como campo acadêmico interdisciplinar de conhecimento, com o objetivo de investigar as relações políticas e sociais desde os espaços marítimos. Com isso, o presente relatório contribui para a formulação de políticas públicas e estratégias marítimas relacionadas aos espaços marítimos, promovendo subsídios aos formuladores de decisões quanto à boa ordem no mar e contribuindo para a inovação no ambiente marítimo.

Palavras chaves: navios autônomos; MASS; *Vessel Traffic Services* (VTS); Serviço de Tráfego de Embarcações; portos.

ABSTRACT

Autonomous ships, also known as Maritime Autonomous Surface Ships (MASS), are rapidly developing, requiring an assessment of their regulatory impacts and navigation. The report analyzes the development of standards at three levels: international, focusing on the International Maritime Organization; regional, through the guidelines of the European Union and the North Sea Memorandum of Understanding; and local, examining the regulations of the United Kingdom, Australia, and Brazil. The effects of MASS on the Vessel Traffic Services (VTS) and ports are also analyzed, highlighting the necessary changes. The analysis is based on a literature review of primary documents, such as guidelines issued by international organizations, and secondary sources, mainly academic articles on the subject. The research advances maritime studies,

an interdisciplinary academic field that investigates political and social relations in maritime spaces. This report contributes to the formulation of public policies and maritime strategies related to maritime spaces, providing support to decision-makers regarding good order at sea and contributing to innovation in the maritime environment.

Keywords: autonomous ships; MASS; Vessel Traffic Services (VTS); ports.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	9
1. REGULAMENTAÇÃO INTERNACIONAL	10
1.1 IMO	11
1.2 IALA	15
1.3 ACORDOS MULTILATERAIS.....	16
1.3.1 MEMORANDO DE ENTENDIMENTO (MoU)	16
1.3.2. DIRETRIZES OPERACIONAIS PARA TESTES DE MASS DA UNIÃO EUROPEIA	17
2. INICIATIVAS DOMÉSTICAS	23
2.1 REINO UNIDO.....	24
2.2 AUSTRÁLIA	30
2.3. BRASIL.....	36
2.4 COMENTÁRIOS	41
3. DESAFIOS OPERACIONAIS DO CONTROLE DE TRÁFEGO MARÍTIMO COM A INTRODUÇÃO DO MASS.....	42
3.1. VTS E NAVIOS AUTÔNOMOS	43
3.2. PORTOS, VTS E O MASS.....	45
3.3 A ATRIBUIÇÃO DE RESPONSABILIDADE CIVIL	47
CONCLUSÃO	49
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:	50

Sumário de Tabelas

Tabela 1 – Níveis de autonomia do MASS.....	14
Tabela 2 – Tabela com definição dos níveis de controle do MASS.....	26
Tabela 3 – Tabela com os equipamentos de comunicação para o MASS.....	28
Tabela 4 – Níveis de autonomia demonstra os diferentes níveis de automação previstos pelo Código australiano.....	33
Tabela 5 – Níveis de autonomia do MASS.....	37
Tabela 6 – Diferentes Áreas da Operação.....	38
Tabela 7 – Níveis de Controle Norman.....	40

INTRODUÇÃO

A navegação é uma atividade imprescindível na história da humanidade, e por meio dela foi possível realizar comércio e fazer trocas, bem como propagar informações e ideias (Till, 2018). Devido a sua importância, os meios náuticos e as próprias embarcações vêm sendo constantemente aprimorados. Durante as primeiras décadas do século XXI, observou-se o desenvolvimento dos navios autônomos, uma nova tecnologia que promete impactar a navegação como a conhecemos hoje. Isso torna importante um estudo mais detalhado para averiguar quais inovações serão necessárias para sua utilização efetiva, inclusive no campo jurídico.

Um navio autônomo ou, como é denominado em inglês, *Maritime Autonomous Surface Ships* (MASS), é uma embarcação de superfície que possui graus variados de automação, e podem operar independentemente da interação humana (IMO, 2018, Fernandes, 2019, p. 59-60).

A discussão sobre a regulamentação das embarcações autônomas está em discussão na Organização Marítima Internacional (*International Maritime Organization* - IMO). O Código MASS (MASS Code) está previsto para ser aprovado em caráter não vinculante em 2025, e em caráter obrigatório em 2030. Enquanto o Código está sendo debatido, diferentes mecanismos internacionais estão sendo adotados para lidar com a temática.

O relatório visa a abordar as adaptações normativas que estão sendo debatidas em nível nacional, regional e internacional, objetivando compreender as possíveis mudanças na regulamentação derivadas do emprego das embarcações autônomas e remotamente controladas. Ainda, examinar quais as transformações estão previstas para os serviços de auxílio da navegação, como o Serviço de Tráfego de Embarcações (*Vessel Traffic Services* - VTS), e para o porto, tendo em vistas as modificações na operação portuária esperadas em decorrência dos atuais avanços tecnológicos, como a navegação por meio de navios autônomos ou remotamente controlados, digitalização dos portos e implantação de veículos autônomos para deslocamento dentro do porto.

Para tanto, foram analisadas fontes primárias como diretrizes regionais, memorandos de entendimento firmado entre Estados, e informes produzidos por organizações internacionais, além de fontes secundárias como estudos produzidos por grupos de trabalho inseridos em organismos internacionais e literatura acadêmica relevante sobre a temática.

A pesquisa bibliográfica e documental foi complementada por reuniões de trabalho, seminários e outras atividades, para as quais contribuíram colaboradores externos convidados, com experiência prática no meio marítimo e naval, evidenciando a natureza aplicada da pesquisa e dos resultados buscados. Além disso, foi realizado um estágio profissional no âmbito da Diretoria de Portos e Costas (DPC) com o objetivo de manter as informações sobre as normas brasileiras sobre o MASS atualizadas.

Inicialmente serão analisadas as discussões no contexto dos órgãos internacionais como a *IMO*, a Associação Internacional de Sinalização Marítima (*International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities - IALA*) e por meio de acordos multilaterais, visando a compreender como está o desenvolvimento das normativas e suas determinações. Posteriormente, serão averiguadas as regulamentações em âmbito nacional, almejando avaliar quais adaptações normativas já estão sendo empregadas pelos Estados. Por fim, serão analisados os principais desafios que permeiam a efetiva implementação do MASS, no que tange aos portos e ao VTS.

1. REGULAMENTAÇÃO INTERNACIONAL

Com o surgimento e avanço da tecnologia que permite a automação das embarcações e sua operação controlada remotamente, tornou-se necessário a movimentação das organizações competentes para garantir uma regulamentação para a comunidade internacional.

Entre essas organizações se destacam a Organização Marítima Internacional (*International Maritime Organization - IMO*) e a Associação Internacional de Sinalização Marítima (*International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities - IALA*).

A *IMO* iniciou a elaboração de um código que regulamenta os navios autônomos, chamado de Código MASS (*Maritime Autonomous Surface Ships*). Enquanto o Código está sendo debatido, outras instituições internacionais também tratam sobre o tema, como a *IALA*, por meio da instauração de grupos de trabalho para a análise da temática. Ainda, há países cooperando por meio de acordos multilaterais visando à regulamentação dos navios autônomos.

Para entender o estado atual da regulamentação sobre o tema, o presente capítulo analisará os esforços normativos que estão sendo empreendidos em âmbito internacional e qual o status de seu progresso.

1.1 IMO

A *IMO* é uma agência responsável pela regulamentação do transporte marítimo no âmbito da Organização das Nações Unidas (ONU). Atualmente, sua sede é em Londres, no Reino Unido, contando com 169 Estados-membros e três membros associados. Foi criado em 1948, como agência especializada da ONU com o propósito de promover mecanismos de cooperação, segurança marítima e a prevenção da poluição, além da remoção de obstáculos ao tráfego marinho.

Observa-se que a *IMO* foi criada visando ao estabelecimento e à manutenção de um regulamento abrangente acerca do transporte marítimo, por isso, possui normas que permeiam diferentes searas, como segurança, meio ambiente, cooperação técnica e eficiência do transporte marítimo. Ela é composta por uma Assembleia, que é o mais alto órgão da Organização, um Conselho, cinco comitês (Comitê de Segurança Marítima - MSC; o Comitê de Proteção do Meio Marinho; o Comitê Jurídico; o Comitê de Cooperação Técnica e o Comitê de Facilitação) e subcomitês, que são os órgãos técnicos da Organização. Além disso, o status de observador é concedido às organizações não governamentais qualificadas.

Em 14 de Junho de 2019, o MSC por meio da circular nº. 1604 estabeleceu as Diretrizes Provisórias para Testes MASS (*Interim Guidelines for MASS Trials*), que visam a auxiliar as autoridades relevantes, Estados costeiros, Estado de bandeira e Estado do porto, além das partes interessadas a garantirem que os testes relacionados aos sistemas e infraestruturas concernentes com o desenvolvimento do MASS sejam realizados de forma segura e com o devido respeito ao meio ambiente.

A Circular define que é de responsabilidade da Administração do Estado de bandeira autorizar uma embarcação a participar de um teste e, quando necessário, essa autorização deverá ser obtida pelo demandante do Estado costeiro ou do Estado do porto onde o teste será realizado (IMO, 2019, p. 1).

Em relação à gestão de risco, a Circular prevê que os testes devem abordar os riscos de segurança e proteção do meio ambiente. Esses riscos necessitam ser identificados adequadamente e medidas de redução de risco devem ser implementadas. Além disso, os planos e medidas de emergência adequados e eficazes precisam ser definidos com base em avaliações de risco, visando a reduzir o impacto de incidentes ou falhas previsíveis. A segurança dos testes deve ser avaliada continuamente e, caso os parâmetros de segurança forem excedidos, deve ser suspenso (IMO, 2019, p. 2).

A aplicação de documentos obrigatórios e as exceções devem ser definidas pelo Estado de bandeira, e devem levar em consideração os objetivos do teste, capacidades e limitações previstas dos navios, sistemas e infraestruturas relacionados, além das medidas de controle de risco (IMO, 2019, p. 2).

Medidas devem ser tomadas para garantir a tripulação mínima adequada à embarcação, além da qualificação do pessoal necessário para a realização do teste (IMO, 2019, p. 2). O elemento humano deve ser abordado de forma a garantir um teste seguro e ambientalmente correto, devendo considerar a interface homem-sistema, tendo em vista que o design centrado no ser humano e a automação são aspectos centrais do MASS (IMO, 2019, p. 2).

A Circular estabelece que infraestruturas adequadas devem ser providenciadas de forma a garantir a condução segura e ambientalmente saudável dos testes. Assim, as estratégias implementadas devem mitigar os efeitos de incidentes e falhas dos sistemas e da tecnologia empregadas, além de serem capazes de responder a emergências. Ademais, as informações relacionadas à performance dos sistemas autônomos devem ser avaliadas por qualquer envolvido nos testes, seja remota ou a bordo (IMO, 2019, p. 2).

Além disso, qualquer entidade ou outros navios e estruturas potencialmente impactados pelo teste devem ser avisados. As comunicações e troca de dados fornecidas devem ser apropriadas, incluindo sistemas de comunicação com redundância (IMO, 2019, p. 3).

Sobre o compartilhamento dos resultados, a Circular define que devem ser reportados às autoridades relevantes o mais cedo possível, a fim de disseminar as informações obtidas a todos os terceiros impactados em áreas específicas. As autoridades relevantes são encorajadas a reportar os resultados e lições aprendidas à *IMO* conforme os meios apropriados, assim como todos os envolvidos também deverão compartilhar as informações obtidas (IMO, 2019, p. 3). Por fim, todo teste deve ter o escopo e objetivo definidos e adotar as medidas necessárias para assegurar a gestão de riscos cibernéticos dos sistemas e infraestruturas utilizadas na condução dos testes (IMO, 2019, p. 3).

Além das diretrizes, a *IMO* vem desenvolvendo e debatendo a implementação de outros instrumentos normativos. Entre esses esforços pode-se destacar os exercícios de escopo regulatório realizado pelos diferentes comitês da organização, seja em conjunto, por meio dos grupos de trabalho, ou separadamente.

Os exercícios de escopo regulatório do MSC foram iniciados em 2017, durante 98ª seção, e finalizados em 2021. Em 2021, foi conduzido no âmbito da *IMO* um exercício

de definição de escopo regulatório (*Regulatory Scoping Exercise - RSE*) sobre navios autônomos para avaliar os instrumentos existentes e entender como eles podem ser aplicados a navios com diferentes graus de automação. O exercício para tratados de segurança foi finalizado na 103ª Sessão do MSC, em maio de 2021.

O exercício envolveu a avaliação dos principais instrumentos jurídicos desenvolvidos no âmbito da OMI sob a alçada do MSC, como a Convenção Internacional para a Salvaguarda da Vida Humana no Mar (*International Convention for the Safety of Life at Sea - SOLAS Convention*) e vários códigos obrigatórios derivados da SOLAS, como Investigação de Acidentes, Programa de Pesquisa Aprimorado (*Casualty Investigation, Enhanced Survey Programme - ESP*), Sistemas de Segurança contra Incêndio (Fire Safety Systems - FSS), Procedimentos de Teste de Incêndio (*Fire Test Procedures - FTP*) e o Regulamento Internacional para Evitar Abalroamentos no Mar (*Collision Regulations - COLREG*). Além de convenções como Convenção sobre containers seguros (*Convention on Safe Containers - CSC*); Convenção Internacional sobre Padrões de Formação, Certificação e Serviço de Quarto para Marítimos (*The Standards of Training, Certification and Watchkeeping - STCW Convention*) e Código dele derivado, bem como a Convenção Internacional sobre Busca e Salvamento (*International Convention on Maritime Search and Rescue - 1979 SAR Convention*) (IMO, 2021).

O exercício envolveu a identificação de disposições que se aplicavam ao MASS e impediam as operações do MASS. Além de se debruçar sobre normas que se aplicavam ao MASS e não impediam as operações do MASS e não exigiam ações. Ou ainda que se aplicavam ao MASS e não impediam as operações do MASS, mas precisariam ser alteradas ou esclarecidas e/ou podem conter lacunas. E por fim, que não se aplicam às operações do MASS (IMO, 2021).

Também ficou estabelecido no MSC 98, de 2017, que em 2018 seriam iniciados os exercícios de escopo regulatório dos demais comitês, incluindo o Jurídico. Para tratados sob a alçada do Comitê Jurídico, o exercício foi finalizado na 108ª sessão daquele comitê, em julho de 2021. O Comitê Jurídico concluiu que o MASS poderia ser acomodado dentro do quadro regulamentar existente sem necessidade de grandes ajustes ou de um novo instrumento. Outros instrumentos existentes, no entanto, podem exigir interpretações ou alterações adicionais para abordar lacunas e temas que ainda precisam ser mais explorados, conforme o RSE (IMO, 2021).

Em 2019, o Comitê de Facilitação (FAL) concordou em sua 43ª seção, a inclusão do exercício de escopo regulatório em sua agenda de discussão. Em maio de 2022, o Comitê aprovou o resultado do RSE dos tratados sob sua competência na 46ª Sessão do Comitê de Facilitação. O resultado destaca instrumentos e temas a serem analisados em futuros trabalhos da *IMO*, como o desenvolvimento da terminologia e definições do MASS, o esclarecimento do significado dos termos “comandante”, “tripulação” ou “pessoa responsável”, e requisitos funcionais e operacionais do centro de controle remoto, incluindo a possível designação de um operador remoto como marítimo.

Lacunas e temas comuns identificados em tratados de segurança envolvem disposições sobre operações manuais e alarmes na ponte, ações do pessoal em casos de incêndios, arrumação e proteção de cargas e manutenção, implicações em busca e salvamento, e informações necessárias a bordo para operação segura.

Em 2023, a IMO formou um grupo para criar um instrumento não obrigatório para regular embarcações autônomas, com previsão de criação de um instrumento obrigatório até 2028. No entanto, a 108ª Sessão do MSC postergou a data de entrada em vigor para 2030.

Enquanto a IMO discute o Código MASS e estabelece diretrizes temporárias, outras organizações acompanham o desenvolvimento dos navios autônomos e as discussões normativas. A IMO definiu quatro níveis de autonomia para auxiliar na compreensão da tecnologia empregada em navegação autônoma, conforme demonstra a Tabela 1.

Tabela 1 - Níveis de autonomia do MASS

Nível	Descrição
Grau 1	Navio com processos automatizados e suporte à decisão. Os marítimos estão a bordo para operar e controlar os sistemas e funções de bordo. Algumas operações podem ser automatizadas e, às vezes, não supervisionadas, mas com marítimos a bordo prontos para assumir o controle.
Grau 2	Navio controlado remotamente com marítimos a bordo. O navio é controlado e operado em outro local. Os marítimos estão disponíveis a bordo para assumir o controle e operar os sistemas e funções de bordo.
Grau 3	Navio controlado remotamente sem marítimos a bordo: O navio é controlado e operado de outro local. Não há marítimos a bordo.
Grau 4	Navio totalmente autônomo: O sistema operacional do navio é capaz de tomar decisões e determinar ações por si só.

Fonte: *IMO*, [2019], tradução nossa

Observa-se assim, as funções do MASS variam conforme sua autonomia. Enquanto a *IMO* ainda está discutindo o Código MASS e estabelecendo as diretrizes temporárias para testes, outras organizações estão acompanhando tanto o desenvolvimento dos navios autônomos quanto às discussões normativas em relação ao tema.

1.2 IALA

A Associação Internacional de Sinalização Marítima (*International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities - IALA*) foi fundada em 1957, em Paris, como uma associação técnica internacional e sem fins lucrativos. O Brasil se associou em 1961, por meio de decreto presidencial. A associação visa a fornecer subsídios às autoridades de navegação, fabricantes, consultores e institutos científicos e de treinamento mundialmente, disponibilizando oportunidade de trocar e comparar experiências¹.

No entanto, em 22 de agosto de 2024, a *IALA* passou por uma importante alteração de status ao se tornar uma Organização Internacional. A mudança ocorreu por meio de convenção ratificada por 34 estados até o momento. A nova condição permite que a *IALA* desenvolva e harmonize os auxílios à navegação marítima de forma mais eficaz, com os governos diretamente envolvidos no trabalho da organização².

A *IALA* iniciou seus trabalhos para tratar das embarcações autônomas após a 72^a sessão do Conselho, que criou o Força Tarefa do MASS (*MASS Task Force*) para analisar os impactos para Auxílios Marítimos à Navegação (*Marine Aids of Navigation - MAoN*) e identificar os requisitos que devem ser trabalhados no futuro pela *IALA*.

O objetivo do grupo foi desenvolver de forma colaborativa cenários para o emprego do MASS nos próximos 5, 10 e 20 anos (*IALA*, 2024, p. 7-10). As conclusões apresentadas pela *IALA* mostram que os custos da navegação não necessariamente vão diminuir com a adoção das embarcações autônomas, podendo até mesmo aumentar por causa da necessidade de um sistema de controle remoto e manutenção, tendo em vista que atualmente as tripulações representam apenas uma pequena fração da parcela dos custos

¹ MARINHA do Brasil (Brasil). O que é IALA? Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/camr/iala>.

² International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities (IALA). *IGO STATUS FOR IALA*. Disponível em: <https://www.iala.int/igo-status-for-iala/>

das grandes embarcações (IALA, 2024, p. 12). Além disso, constatou-se a falta de pessoal qualificado para a realização das operações.

Observou-se, ainda, que poderá haver um avanço significativo de eficiência das operações com a aplicação de melhores Ferramentas de Suporte à Decisão (*Decision Support Tools - DSTs*) e equipamentos para o MASS. Dessa forma, é possível também gerar a diminuição da poluição, da emissão de gases poluentes, e do uso de combustíveis, logo, esse aprimoramento teria não somente uma maior eficiência operacional, mas também um papel de preservação ambiental (IALA, 2024, p. 16).

Dessa forma, segundo a IALA, os navios autônomos estariam alinhados às iniciativas de redução de emissões, pois otimizariam o uso do combustível e o planejamento de rotas, minimizando o consumo de combustível e energia, impactando positivamente o meio ambiente (IALA, 2024, p. 16).

No entanto, com relação ao impacto para o VTS, esse será desenvolvido no futuro com o aprimoramento do MASS, pois a IALA afirmou que ainda não é possível apresentar informações sobre novidades e mudanças no VTS para o MASS especificamente. No mais, ela também não adentrou nos aspectos normativos do MASS.

Para além da IMO e da IALA, são os Estados Costeiros que vêm trabalhando com questões relacionadas à regulamentação do MASS, incluindo instrumentos multilaterais de cooperação para o avanço dessa tecnologia.

1.3 ACORDOS MULTILATERAIS

Enquanto não há um instrumento obrigatório vinculante aos países membros da IMO, estão sendo firmados acordos multilaterais entre alguns dos principais Estados desenvolvedores do MASS, de forma a regulamentar os testes e o uso dos navios autônomos em certas regiões, como no caso das diretrizes operacionais estabelecidas pela União Europeia e o Memorando de Entendimento dos Países do Mar do Norte. Ambos serão analisados de forma pormenorizada nesta sessão.

1.3.1 MEMORANDO DE ENTENDIMENTO (MoU)

O Memorando de Entendimento de Cooperação em Relação à da Operação Internacional de Navios Autônomos de Superfície Marítimos (*Memorandum of Understanding On Cooperation Regarding the International Operation of Maritime*

Autonomous Surface Ships - MASS) é um instrumento não vinculante assinado por Reino Unido da Grã-Bretanha e Irlanda do Norte, Reino da Bélgica, Reino da Dinamarca, Reino dos Países Baixos e, posteriormente, o Reino da Noruega.

Ele foi firmado visando a encorajar a colaboração entre os países na operação do MASS e outros meios autônomos, incluindo as embarcações não classificadas conforme o SOLAS, no Mar do Norte. Assim, o Memorando objetiva garantir que as novas tecnologias possam ser operadas em diferentes estruturas nacionais com segurança (MoU, 2023, p. 1-2).

Para tanto, os países signatários devem partilhar os conhecimentos e informações sobre as operações realizadas por cada Estado de bandeira. Dessa forma, favorecendo o desenvolvimento das melhores práticas na região e o desenvolvimento regulatório a nível nacional e no âmbito da Organização Marítima Internacional. Além disso, os Estados devem engajar em uma abordagem conjunta para as operações internacionais do MASS, almejando uma política consistente e trabalhada junto aos países relevantes. As abordagens conjuntas devem tratar de questões elementares para as operações MASS como Centro de Operações Remotas (*Remote Operation Center – ROC*), jurisdição e responsabilidade (MoU, 2023, p. 2). Por fim, fora das águas nacionais, o Estado de bandeira deverá assegurar o diálogo com os países costeiros relevantes.

Desse modo, o Memorando permitirá a operação no Mar do Norte de diferentes tipos de embarcações, que incluem navios operados remotamente, autônomos e não tripulados. Além disso, as operações favorecerão a compreensão dos desafios operacionais e jurídicos para a realização do transporte comercial inteligente (“*smart*”) (MoU, 2023, p. 2).

1.3.2. DIRETRIZES OPERACIONAIS PARA TESTES DE MASS DA UNIÃO EUROPEIA

O Memorando de Entendimento não é único em vigor no continente Europeu, pois a União Europeia (UE) também estabeleceu diretrizes operacionais para os testes de embarcações autônomas.

Assim como as diretrizes da IMO sobre testes do MASS, a União Europeia (UE) desenvolveu as Diretrizes Operacionais para testes Seguros, Protegidos e Sustentáveis de Navios Autônomos de Superfície Marítimos (MASS) (*EU Operational Guidelines for*

Safe, Secure and Sustainable Trials of Maritime Autonomous Surface Ships), cujo objetivo é desenvolver os processos empregados em áreas de testes designadas ou zonas seguras, quando da condução de experimento de sistemas e infraestruturas relacionadas ao MASS.

Dessa forma, ela aborda os riscos e as vulnerabilidades dentro e fora da área determinada, visando a garantir a segurança da navegação e considerando os interesses de terceiros e do meio ambiente. A diretriz também busca averiguar problemas de monitoramento e comunicação provenientes da costa, inclusive como o VTS interagirá com o MASS em todas as situações concebíveis. Além disso, metodologias de abordagem e avaliação de risco devem ser utilizadas durante o processo para se alcançar os objetivos mencionados (UE, 2020, p. 5). Desse modo, busca-se assegurar o mesmo nível de segurança e proteção do meio ambiente previstos nos instrumentos já existentes da *IMO* para testes de superfícies (UE, 2020, p. 5).

Ao designar uma área de testes é preciso levar em consideração as necessidades dos aplicantes e atores relevantes, seguindo a avaliação de risco e procedimentos administrativos. A área geográfica deve ser selecionada de forma a reduzir encontros com outras embarcações, e ainda será preciso averiguar dados das áreas como, dados oceânicos e hidrográficos, bem como dados de áreas de pesca e ambientalmente sensíveis (UE, 2020).

Além da possível localização, outros pontos devem ser considerados, como o tipo e densidade dos tráfego convencional na área, o propósito e o tipo de experimento, bem como as características do MASS, duração do testes, comunicações e infraestrutura na costa, como centro de comando e sistemas baseados em terra, cumprimento de instrumentos obrigatórios referentes a tripulação, equipamento, e regras de navegação como a Regulamento Internacional para Evitar Abalroamentos no Mar (*Convention on the International Regulations for Preventing Collisions at Sea, 1972 - COLREG*), e requisitos de informação, como por exemplo o VTS e o Sistema obrigatório de relatórios de navios (*Mandatory ship reporting system*). Ainda, uma determinada área pode ser utilizada por outros aplicantes, caso seja autorizado pela Administração, bem como a disponibilidade das informações (UE, 2020, p. 7). No mais, se um teste é realizado parcialmente ou totalmente dentro de uma área VTS, a autoridade responsável pelo VTS deve participar do processo (UE, 2020, p. 8).

Pelo menos nas fases iniciais, os aplicantes devem disponibilizar à Administração, quando disponível, vídeo, radar, Sistema de Identificação Automático (*Automatic Identification System - AIS*) e outras gravações da área de teste (UE, 2020, p. 8).

Deverá ser identificada a disponibilidade de vários serviços, dados necessários e soluções de backup na área, tais como exemplificados na diretriz: Serviços de tráfego de embarcações (*Vessel Traffic Services - VTS*); Serviços de busca e salvamento (*Search and Rescue - SAR*); Comunicações, como VHF, comunicação via satélite (*Satellite communication - SAT COM*), AIS, redes terrestres (3G/4G/5G), e outros meios de comunicação (como o MF/HF); Sistemas de navegação, como a fixação de posição, infraestruturas de rastreamento baseadas em terra (por exemplo, radar costeiro), canal navegável inteligente (*intelligent fairway*), e ajudas virtuais à navegação (*Aid to Navigation - AtoN*) (EU, 2020, p. 8).

A diretriz ressalta que os Estados-Membros possuem acesso aos serviços marítimos integrados (*integrated maritime services*) do Sistema de Intercâmbio de Informações Marítimas da União (*Union Maritime Information and Exchange System*), permitindo assim a utilização da Interface Gráfica de Ecosistema do Usuário *SafeSeaNet* (*SafeSeaNet Ecosystem Graphical User Interface - SEG*). Este sistema disponibiliza o Mapa de Densidade do Tráfego (*Traffic Density Maps - TDM*), facilitando a identificação de áreas adequadas para os testes, e ao Monitoramento Automatizado de Comportamento (*Automated Behaviour Monitoring - ABM*), que emite alerta em caso de alteração de rota, entrada de navios na área de teste, colisões, e anomalias a serem informadas ao operador em tempo real por e-mail ou por interface gráfica do usuário (UE, 2020).

Além disso, resta estabelecido os procedimentos para autorização dos testes, como a verificação de que o aplicante forneceu todas as informações necessárias, incluindo a averiguação da avaliação de risco e, se necessário, realizar inspeções físicas antes dos testes, e posteriormente, com as verificações positivas, a Administração pode autorizar a área designada. Caso haja qualquer limitação, estas devem ser especificadas de forma clara no momento da concessão da autorização (UE, 2020, p. 11).

As limitações podem incluir, mas não se limitam, à prescrição de um navio de guarda; grau de autonomia; número de testes ocorrendo simultaneamente; testes com pouca visibilidade, de dia ou a noite; condições sazonais, como condições adversas; tipo de comunicação, nível apropriado de conexão, capacidade, latência, confiabilidade e redundância; o ambiente operacional (zona costeira, portuária ou de mar aberto) do teste;

e outros fatores específicos, incluindo aqueles identificados na avaliação de risco (UE, 2020, p. 10).

Em todos os casos, as Administrações devem considerar o resultado da avaliação de risco, que pode identificar outras limitações em relação ao programa específico de testes/ensaios MASS. Dependendo do nível de autonomia e dos testes realizados, especialmente para testes de navegação, incluindo testes para evitar colisões, por exemplo, testes COLREGs, deve ser considerada uma área exclusivamente dedicada aos testes (caso seja estabelecida uma área dentro de uma Área VTS, deverá ser selecionada preferencialmente uma área com baixa densidade de tráfego) para mitigar os riscos. À medida que a tecnologia evolui e o quadro jurídico é estabelecido, poderão ser consideradas áreas com maior tráfego marítimo convencional (UE, 2020, p. 11).

Ademais, apenas uma pessoa deverá ser designada como responsável por toda a duração do teste, observa-se que se o navio estiver tripulado poderá ser o comandante. O responsável deverá avaliar se, quando e como o teste ocorrerá, considerando as limitações prescritas pela Administração e a avaliação de risco. Assim, uma cadeia clara de comando deve ser estabelecida antes, durante e depois do teste, incluindo um ponto de contato. Um plano para situações de emergência deve ser definido para cada teste específico ou cada plano teste (UE, 2020, p. 11). O plano deve cobrir todas as diferentes tecnologias e escopos como teste de navegação, de evitar colisão e obstáculos, amarração, manobra em águas abertas ou próximas à costa, comunicação, sensores etc. (UE, 2020, p. 12).

Em casos em que haja risco iminente à liberdade de navegação, ao meio ambiente marinho, à vida humana e à propriedade, a Administração deve tomar as medidas necessárias para requisitar a suspensão imediata do teste ao ponto de contato (UE, 2020, p. 12).

Salienta-se que há ainda especificações voltadas especificamente para a interação dos navios autônomos com o centro VTS.

a) VTS em testes MASS

Enquanto o aplicante é o responsável pelo teste, o centro operacional do VTS deve estar envolvido ativamente em todos os estágios do processo. O centro operacional do VTS pode providenciar dados relevantes relacionados ao MASS e a tipologia dos testes, além de ter a habilidade de:

- Comunicar diretamente com o tráfego convencional de navios que podem ser afetados pelos testes;
- Promulgar qualquer informação relacionada aos testes dentro da área VTS relacionadas a embarcações convencionais, como fornecer informações, avisos e instruções etc.
- Supervisionar os testes;
- Ordenar ao responsável a parada dos testes MASS, se for necessário;
- Verificar a capacidade do MASS de interagir com o VTS;
- Manter a comunicação com link-direto com o MASS, o operador de controle baseado em terra, contato com o responsável e todos os outros dentro da área diretamente ou indiretamente afetada pelos testes;
- Se o teste ocorrer dentro de uma área VTS ou com o MASS usando uma zona de segurança³ para o navio operando em uma área VTS, os trabalhadores do VTS devem possuir o nível requerido de qualificação e receber instruções adequadas. Em relação aos sistemas também há uma série de requisitos a serem cumpridos.

Entre eles:

- Mensagens do AIS;
- VHF, conforme especificado pela Regulação de Rádio da União Internacional de Telecomunicações (*International Telecommunication Union - ITU*);
- Comunicação via Satélite, como determinado pelo centro de comando do MASS;
- Número de telefone deve ser providenciado;
- Dependendo da área do Sistema Global de Socorro e Segurança Marítima em relação a área do mar designada bem como o tipo de teste, diferentes equipamentos podem ser requeridos a bordo, como equipamento de comunicação via satélite, MF⁴, chamada seletiva digital (*Digital selective calling - DSC*, etc, conforme o apropriado (UE, 2020, p. 12).

Ainda existem ações a serem consideradas pela Administração e pelos aplicantes.

A Administração deve considerar os testes do MASS no mar como uma oportunidade de

³ A Zona de Segurança do Navio é uma zona que compreendo o entorno de uma embarcação, criando um perímetro dentro do qual todas as outras embarcações devem permanecer afastadas, a menos que sejam autorizadas. O tamanho da Zona de Segurança do Navio pode variar dependendo de diferentes fatores como as características da hidrovia, tamanho e características do navio, tipo de carga e o grau de risco (UE, 2020, p. 06).

⁴ MF/HF Equipamento utilizado para transmissão a médio e longo alcance.

explorar capacidade técnicas e operacionais futuras de seus próprios sistemas e canais de comunicação envolvidos na avaliação de tecnologias usadas para garantia da segurança pelas partes envolvidas. Ainda, permitir representantes durante os testes com o objetivo de coletar dados sobre o MASS visando ao desenvolvimento de políticas futuras e harmonização com as políticas internacionais, enquanto assegura o impacto mínimo em outros navios. Por fim, deve permitir que outras bandeiras utilizem a área de teste sob os mesmos procedimentos, exceto se forem especificadas limitações pela Administração (UE, 2020, p. 13).

Além disso, deve ser providenciado o nível de autonomia do MASS, listando as funções que normalmente seriam realizadas por uma tripulação que estão sob teste, a descrição das tecnologias a serem usadas para comunicação, controle e automação, prova do seguro contratado, apresentar um plano de gestão de segurança cibernética demonstrando que os sistemas sendo testados possuem um nível adequado de segurança digital e, ainda, medidas de prevenção contra ataques cibernéticos, garantindo a continuidade da operação (UE, 2020, p. 14).

Planos de emergência devem ser elaborados descrevendo medidas visando a assegurar a redundância e medidas de mitigação para minimizar riscos e reduzir impactos de qualquer incidente e falha previsível, como, por exemplo, a possível deterioração das condições climáticas, a perda de comunicação e controle, e quais os sistemas são adequados para operação apenas durante o dia. Se o navio for remotamente controlado, o aplicante deve também especificar como manter o controle e quais os papéis e responsabilidades entre o navio e o centro de controle em terra durante o teste, além de ser necessário uma embarcação de apoio em caso da necessidade de intervenções do teste ou seu cancelamento (UE, 2020, p. 14).

Os aplicantes, por sua vez, quando preencherem o pedido para os testes devem submeter à avaliação de risco, que inclui, mas não se limita, ao tipo de teste a ser conduzido, os riscos associados, o nível de risco e ações de mitigação, escopo, duração e repetições (UE, 2020, p. 13).

Quando for necessária a verificação da avaliação de risco por terceiros, este deve ser mutuamente acordado entre Administração e aplicante (UE, 2020, p. 13).

Se um MASS pretende navegar tanto fora como dentro de áreas VTS, conforme o caso, deve ser capaz de comunicar e operar como todas as outras embarcações de acordo com os regulamentos internacionais de rádio, incluindo a comunicação com o centro operacional do VTS (utilizando os canais de trabalho VHF). Se o teste for realizado para

uma embarcação não tripulada, as comunicações deverão ser feitas indiretamente a partir do centro de controle do MASS, utilizando os canais VHF apropriados (e possivelmente com um repetidor de rádio instalado no MASS para refletir a realidade) (UE, 2020, p. 16).

Ainda, o aplicante deve possuir todas as certificações exigidas pelo Estado costeiro e por regulamentações internacionais (UE, 2020, p. 15). Se requerido pela Administração, o navio deve estabelecer uma zona de segurança em seu entorno, seguindo o padrão definido pela Diretriz 1070 da *IALA* – o papel do centro operacional do VTS no gerenciamento de áreas de acesso restrito ou limitado, quando estiver a caminho ou durante o teste (UE, 2020, p. 15).

No mais, o aplicante deve também possuir um plano de combate à poluição que aborde qualquer incidente de poluição e perda da embarcação, incluindo meios de salvá-la, em caso de qualquer emergência ou recuperação de colisão (UE, 2020, p. 16). Por fim, salienta-se que a “autorização também deve ser obtida do Estado costeiro e/ou da autoridade do Estado do porto onde o teste será realizado” (UE, 2020, p. 15, tradução nossa)⁵.

Esses são os esforços atuais de regulamentação em âmbito internacional e multilateral. No entanto, os Estados, internamente, também estão produzindo suas regulações para iniciarem a operação de MASS em águas sob sua jurisdição. Algumas das principais iniciativas nacionais serão analisadas no capítulo a seguir.

2. INICIATIVAS DOMÉSTICAS

Alguns países já possuem um notável desenvolvimento dos navios autônomos pelas suas indústrias navais e estão na vanguarda da criação de tecnologia para automação das embarcações. Consequentemente, esses Estados possuem uma regulação mais sólida e detalhada sobre o funcionamento do MASS em suas costas e nas águas sob sua jurisdição.

Exemplos de países na vanguarda incluem o Reino Unido, Bélgica, Dinamarca, Países Baixos e Noruega, que já firmaram o Memorando de Entendimento de Cooperação sobre a Operação Internacional de Navios Autônomos de Superfície Marítimos (*Memorandum of Understanding On Cooperation Regarding the International Operation of Maritime Autonomous Surface Ships*), conforme já citado, para expandirem a atuação

⁵ No original: “Authorisation should also be obtained from the coastal State and/or port State authority where the trial will be conducted” (UE, 2020, p. 15).

do MASS pelo Mar do Norte. A análise de regulações nacionais pode ser de vital importância para compreender quais as adaptações operacionais estão sendo adotadas para a utilização dos navios autônomos e os efeitos na legislação. Para tanto, analisaremos os casos do Reino Unido, Austrália e Brasil.

2.1 REINO UNIDO

No Reino Unido foi adotado, em 2023, o *Maritime Autonomous Ship Systems UK Industry Conduct Principles and Code of Practice*, que aborda os princípios de conduta da indústria e o Código de prática do Reino Unido para os Sistemas de Navios Autônomos de Superfície. Trata-se de um código promovido pelo Maritime UK, uma entidade representativa do setor marítimo, que reúne as indústrias de navegação, portos, serviços, engenharia e lazer marítimo.

O Código é aplicável a navios autônomos registrados no Reino Unido, incluindo aqueles com menos de 24 metros de comprimento, e a outros navios similares que operam nas águas territoriais e interiores do Reino Unido, conforme definido pela Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (CNUDM), de 1982. O Código também pode ser aplicado em outras partes do mundo sob condições ambientais e operacionais semelhantes, desde que existam consentimentos bilaterais apropriados entre as autoridades marítimas nacionais.

Inicialmente, ele expõe os princípios de conduta da indústria para navios autônomos, isto é, os valores que idealmente devem ser levados em consideração por toda a indústria em suas atividades. Os princípios versam sobre os seguintes temas:

- Saúde e Segurança: a indústria deve promover e manter locais e práticas de trabalho saudáveis e seguros em todas as etapas do ciclo de vida do MASS, incluindo design, construção, manutenção e operação.
- Meio Ambiente: a indústria deve se comprometer a usar os recursos de forma eficaz e minimizar o impacto adverso de seus produtos, atividades e operações no meio ambiente.
- Segurança de Produto, Design e Construção: a segurança deve se moldar a cada cliente e a cada situação operacional específica e, sempre que possível, devem ser sugeridos designs ou modificações para mitigar riscos identificados ou percebidos.

- Informação do Cliente: a informação do cliente, incluindo informações sensíveis e comercialmente protegidas, deve ser tratada com confidencialidade de acordo com as regulamentações, políticas e processos apropriados.
- Garantia e Autorização: a indústria deve aplicar processos acordados de certificação e de autorização para assegurar a confiança em seus produtos e sistemas, bem como a conformidade com as regulamentações existentes.
- Restrições Comerciais e Exportações: é fundamental que a indústria cumpra todas as leis e regulamentos aplicáveis e os controles de exportação ao importar e exportar produtos, serviços e informações.
- Responsabilidades Operacionais: as operações de MASS devem ser conduzidas de maneira segura e eficaz, levando em conta os outros usuários do domínio marítimo.
- Conformidade Regulatória: a indústria deve buscar garantir a conformidade com todas as regulamentações aplicáveis e contribuir para o desenvolvimento de regras e regulamentos específicos para operações de MASS.
- Treinamento e Desenvolvimento: os operadores de MASS devem receber treinamento e certificação adequados, promovendo o desenvolvimento de pessoal e a disseminação de boas práticas.

A segunda parte do documento vai tratar, especificamente, do Código de Prática do Reino Unido para Navios Autônomos. Ele inicia tratando dos significados de alguns termos que serão utilizados e, em seguida, define os níveis de autonomia das embarcações. O Código adota os quatro níveis de autonomia definidos pela Organização Marítima Internacional, que já foram abordados neste relatório. No entanto, acrescenta-se cinco níveis de controle, que precisam ser analisados junto aos níveis de autonomia da embarcação.

Os níveis de controle estão divididos em:

Tabela 2 - Tabela com a definição dos níveis de controle do MASS

Níveis de Controle	Definição
Tripulado	O MASS é controlado por operadores a bordo.
Operado	Todas as funções cognitivas estão com o operador humano, que mantém contato direto com o MASS. Isso pode ocorrer, por exemplo, por meio de rádio contínuo (R/C) ou cabo (como UUVs e ROVs amarrados). O operador toma todas as decisões, dirige e controla todas as funções do veículo e da missão.
Dirigido	Algum grau de raciocínio e capacidade de resposta é implementado no MASS, que pode perceber o ambiente, relatar seu estado e sugerir uma ou várias ações. Também pode sugerir possíveis ações ao operador, como, por exemplo, solicitar informações ou decisões. No entanto, a autoridade para tomar decisões permanece com o operador. O MASS agirá somente se for comandado ou autorizado a fazê-lo.
Delegado	Nesse caso, o MASS fica autorizado a executar algumas funções, pois, além de poder perceber o ambiente e relatar seu estado, ele também pode definir ações e comunicar suas intenções. O operador tem a opção de vetar as intenções declaradas pelo MASS dentro de um determinado período, após o qual o MASS agirá. A iniciativa parte do MASS e a tomada de decisão é compartilhada entre o operador e o MASS.
Monitorado	O MASS percebe o ambiente, relata seu estado, define as ações, executa-as e relata suas ações. O operador pode monitorar os eventos.
Autônomo	O MASS perceberá o ambiente, definirá ações possíveis, tomará decisões e agirá. O navio sem tripulação recebe o máximo grau de independência e autodeterminação dentro do contexto das capacidades e limitações do sistema. As funções autônomas são ativadas pelos sistemas de bordo em ocasiões determinadas pelos próprios sistemas, sem notificar qualquer unidade externa ou operadores.

Fonte: *Maritime Autonomous Ship Systems (MASS) UK Industry Conduct Principles and Code of Practice* (p. 20)

O Código traz alguns requisitos de comunicação e de segurança cibernética. A comunicação é um aspecto crucial para a operação segura de navios autônomos. O Código requer o uso de comunicação VHF e do AIS. Além disso, a segurança cibernética é amplamente abordada, enfatizando a necessidade de proteção contra ameaças cibernéticas e de garantir a integridade e disponibilidade dos dados de navegação.

Para tanto, existem certos dados que devem ser registrados e alguns sensores apontados como ideais para as operações de MASS. Os navios autônomos devem estar equipados com diversos sensores internos e externos para monitorar sua integridade estrutural e operacional, bem como o ambiente ao redor. Exemplos de sensores internos incluem aqueles que monitoram a integridade do casco, o status dos sistemas de bordo, e o nível de combustível. Sensores externos podem incluir, mas não se limitam aos seguintes:

- *Global Navigation Satellite System* (GNSS), com integridade de posição fornecida por Sistemas de Aumento Baseados em Satélite (*Satellite-Based Augmentation System* - SBAS, como o *European Geostationary Navigation Overlay Service* - EGNOS, na Europa) ou balizas GNSS terrestres, e com a inclusão de um sistema de backup complementar para resiliência contra interferência, bloqueio e falsificação de GNSS;
- Rumo, que pode ser considerado essencial, a menos que operado a uma distância inferior a 300m de uma estação de controle terrestre tripulada dentro da linha de visão e capaz de comandar uma parada de emergência;
- Estado do mar, que pode ser medido usando sensores de inclinação e rotação;
- Velocidade e direção do vento;
- Profundidade abaixo da quilha;
- Alvos de radar e rastreamento automático de alvos;
- Sinais sonoros;
- Sinais visuais;
- Capacidade VHF para receber e transmitir mensagens;
- Objetos flutuantes relativamente pequenos que possam ser razoavelmente esperados na área de operação.

Estes sensores são essenciais para garantir a segurança da navegação e para cumprir os requisitos regulamentares. Além disso, o código aponta que os sensores podem aceitar controles dirigidos externamente, como, por exemplo, o VTS. Porém, isso não é um requisito, mas somente uma categoria de sensores e sistemas que podem atuar com o MASS.

O Código traz algumas recomendações de equipamentos de comunicação que devem estar a bordo do MASS a depender também de seu tamanho. O mínimo recomendável envolve os seguintes itens: comunicações via satélite; instalação de rádio

VHF (*Very High Frequency*) com DSC (*Digital Selective Calling*); instalação de rádio MF (*Medium-Frequency*) com DSC ou uma instalação de satélite; receptor NAVTEX (*Navigational Telex*); Radiofarol Indicador de Posição de Emergência (*Emergency position indicating radiobeacons – EPIRB*); dispositivo de localização de busca e salvamento; e Rádio VHF portátil à prova d'água (se o navio for tripulado).

A tabela abaixo apresenta os requisitos de equipamentos de telecomunicação para o MASS presente no código britânico de forma sistematizada, conforme a categoria da área.

Tabela 3 - Tabela com os equipamentos de comunicação para o MASS

Table 11-1: Telecommunication Equipment requirements for MASS				
Area Category	6 (up to 3 nm)	3,4,5 (up to 20 nm)	2 (up to 60 nm)	1 (up to 150 nm)
Satellite Communications	R	R	R	R
VHF radio installation with DSC	R	R	R	R
MF radio installation with DSC or a satellite installation	R	R	R	R
NAVTEX receiver			R	R
EPIRB			R	M
Search and Rescue locating device		R	R	M
Hand-held waterproof VHF radio (if vessel is manned)	M	M	M	M
M = Minimum R = Recommended				

Fonte: Maritime Autonomous Ship Systems (MASS) UK Industry Conduct Principles and Code of Practice (p.89)

No código do Reino Unido há um capítulo dedicado ao controle e consciência situacional, que pode incluir sensores de bordo e fontes de informação externa, tanto auditiva quanto visual, links de comunicação e lógica de controle que permitam ao MASS operar com segurança (UK Maritime, 2023, p. 78).

Ao tratar especificamente da COLREGs /RIPEAM, o código destaca que para o cumprimento das normas previstas na convenção o Sistema de Controle deve incluir sistemas projetados para detectar e desviar de obstáculos, tanto os fixados ao longo da costa, ou móveis, como objetos à deriva e outras embarcações (UK Maritime, 2023, p. 86).

Sensores e sistemas anticollisão podem ser considerados necessários quando a embarcação operar dentro da Linha de Visão (*Line of Sight - LOS*), conforme orientado

pelas autoridades responsáveis pelo controle da área e ao operar o MASS fora do LOS (UK Maritime, 2023, p. 86).

O Código apresenta a categorização que pode ser usada para os critérios e a capacidades do sistema de sensores e sistema anticollisão:

1. Aceitar zonas de exclusão fixas definidas externamente (por exemplo, com base em dados geográficos);
2. Aceitar controle direcionado externamente (terceiros) - por exemplo, VTS;
3. Aceitar dados dinâmicos em obstáculos fixos e móveis por meio de sensores eletrônicos automáticos (como AIS, Radar com rastreamento automático de alvos (*Automatic Target Tracking* - ATT));
4. Assumir o controle do rumo do MASS;
5. Assumir o controle da propulsão do MASS;
6. Interpretar dados do sensor de Consciência Situacional automaticamente para fornecer as seguintes informações sobre qualquer outro objeto dentro do alcance:
 - a. sua posição;
 - b. se é uma embarcação de acordo com COLREGs;
 - c. se for uma embarcação COLREGs, informar o aspecto da embarcação em termos de seu rumo;
 - d. seu curso e velocidade, absolutos ou relativos ao MASS;
 - e. sua classificação de acordo com COLREG (não sob comando, restrito em sua capacidade de manobra, navegação, pesca, limitado por seu calado);
7. Calcular e aplicar comandos de manobra quando praticável de forma a cumprir com uma interpretação apropriada da COLREGs, quando aplicável;
9. Calcular e aplicar comandos de manobra de forma a evitar colisões em todas as circunstâncias em que seja praticamente viável fazê-lo.

Nesse contexto, observa-se que o controle direto pelo centro operacional do VTS, ou realizado por autoridades externas, é apresentado como uma possível categoria em relação ao sistema de sensores e anticollisão. Contudo, não há especificação de casos em que tal ação possa ocorrer na segunda categoria listada. Além disso, o item nº 4 de categorização não identifica o responsável por assumir o controle do MASS, e não apresenta a hierarquia dos encarregados de controlarem o MASS nesse caso.

Com relação a responsabilidades legais e regulamentares, o código expõe que o comandante certificado de um MASS é o responsável final pelo cumprimento de todas as leis, regras e regulamentos marítimos emitidos pelas autoridades da bandeira do navio, pelas Sociedades de Classificação, pela *IMO*, pelas autoridades portuárias e pela administração dos proprietários do navio. Além disso, caso haja um centro operacional do VTS na área de operação, o MASS deve operar em conformidade com os requisitos deste serviço.

O Código também destaca que a regulamentação para navios autônomos ainda está em desenvolvimento e, por isso, durante este período de transição, a indústria deve observar as regras internacionais existentes, como o Regulamento Internacional para Evitar Abalroamentos no Mar (*International Regulations for Preventing Collisions at Sea – COLREG*, ou RIPEAM na sigla em português), de 1972, com emendas em novembro de 2003, além de outras leis marítimas e regulamentos locais aplicáveis. A conformidade com as regras existentes e a contribuição para o desenvolvimento de novas regulamentações são vistas como responsabilidades cruciais para os operadores de MASS.

No caso do Reino Unido, chama a atenção a produção de seu Código de prática robusto e de princípios de conduta claros para o desenvolvimento seguro e eficaz de navios autônomos. Resta perceptível uma busca do país de se conformar às normas existentes, à gestão de riscos ambientais, à segurança da navegação e da indústria, o treinamento adequado e à comunicação eficaz. O Reino Unido, portanto, demonstra estar na vanguarda do desenvolvimento da regulação do MASS, oferecendo um exemplo de boas práticas para a implementação e operação de navios autônomos, tanto em suas águas quanto potencialmente em outras regiões do mundo.

No entanto, cabe destacar que o Reino Unido não é o único país a desenvolver normas nacionais. Outros Estados, como Austrália e Brasil, vem desenvolvendo códigos autóctones. Por isso, a próxima seção será dedicada à análise do Código Australiano destinado à regulamentação da construção e operação do MASS.

2.2 AUSTRÁLIA

O Código Australiano de Práticas para o Projeto, Construção, Pesquisa e Operação de Embarcações Autônomas e Operadas Remotamente (*Australian Code of Practice for the Design, Construction, Survey, and Operation of Autonomous and Remotely Operated*

Vessels) objetiva fornecer orientações sobre o planejamento, a construção e a operação das embarcações com sistemas autônomos ou operados remotamente, de forma a auxiliar a certificação e a entrada em serviço dos navios. O Código foi desenvolvido com foco nas embarcações comerciais domésticas que operam dentro da Zona Econômica Exclusiva (ZEE) australiana, incluindo navios de pesquisa e embarcações operadas pelo governo (*Trusted Autonomous Systems*, 2022, p. 3 e 6).

Este Código não vinculante serve como um ponto de referência para as melhores práticas e como um padrão voluntário para demonstrar conformidade ao solicitar certificação da Autoridade Australiana de Segurança Marítima (*Australian Maritime Safety Authority - AMSA*). Foi elaborado em colaboração com o governo de Queensland, a indústria marítima e instituições de pesquisa, objetivando incluir materiais de orientação para ajudar os operadores a entenderem os requisitos e como cumpri-los. Foi publicado pela *Trusted Autonomous Systems*, uma organização com parceria com o governo, indústria e academia voltada aos sistemas autônomos (*Trusted Autonomous Systems*, [2024]).

Inicialmente, salienta-se que a adesão ao Código é voluntária, mas a adequação às normas estabelecidas pelo mesmo pode respaldar a solicitação de certificados e aprovações para operação pela Autoridade Australiana de Segurança Marítima (AMSA), incluindo quando da solicitação de isenções de requisitos e padrões aplicáveis a embarcação (*Trusted Autonomous Systems*, 2022, p. 6).

O Código se destina a embarcações autônomas ou remotamente controladas, ou seja, navios sem pessoas a bordo, com pessoas a bordo por períodos limitados, como durante testes e docagem, mas não trata de embarcações com passageiros ou pessoal especial⁶ sem tripulação a bordo. Pois, o transporte de passageiros e de carga especial tem riscos adicionais em casos de emergências não considerados ou abordados pelos parâmetros e diretrizes estabelecidos pelo Código. Tal restrição é salientada novamente no capítulo 4 do Código (2022, p. 29), com a adição de algumas exceções e exigências. A tripulação e o pessoal especial pode ser embarcada por um tempo limitado para operações, como testes, para reparos ou quando a embarcação estiver atracada. Caso haja tripulação ou pessoal especial a bordo, a segurança deve ser garantida por sistemas

⁶ No Código Australiano não é apresentada uma definição explícita de pessoal especial, no entanto, as pesquisadoras compreendem o termo como se referindo a indivíduos que não se constituem como passageiros e não fazem parte da tripulação, mas operam tarefas específicas a bordo relacionadas a missão ou operação da embarcação, o que poderia incluir pesquisa científica e trabalhos técnicos.

externos, como equipamento de proteção e o uso de um navio de apoio, e quando estiver atracado ou navegando próximo a costa, arranjos de apoio costeiros devem estar disponíveis.

Além disso, como salientado no capítulo 2 do Código (2022, p. 14-15), a embarcação não deve representar risco ao meio ambiente e a terceiros, por isso, não poderá transportar materiais considerados perigosos e que possam causar danos ambientais.

O Código trata de três tipos de embarcações: equipamentos marítimos autônomos e operados remotamente, como embarcações pequenas, leves de superfície ou submersíveis, que não são capazes de causar danos significativos ou infligir risco à segurança; embarcações isentas de vistoria completa, como os navios de pesquisa menores que 12 m, empregados em operação de menor risco, mas que ainda devem seguir padrões especificados e; embarcações em pesquisa, ou seja, todas as outras embarcações autônomas ou operadas remotamente (*Trusted Autonomous Systems*, 2022, p. 7-8).

No Código é também destacado que apenas seu cumprimento não garante a aprovação da operação por parte das autoridades Australianas, sendo necessário o cumprimento de requisitos adicionais, dependendo do navio e da operação pretendida. Um exemplo, apresentado é o da Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição por Navios (*International Convention for the Prevention of Pollution from Ships - MARPOL*) e os demais requisitos de proteção ambiental, que devem ser seguidos, a despeito de não serem abordados diretamente pelo Código (*Trusted Autonomous Systems*, 2022, p. 7).

Ainda, são definidos diferentes tipos de autonomia para as embarcações, que são distintos dos adotados pela *IMO*. É igualmente destacado que diferentes sistemas do navio podem operar em níveis diversos de autonomia e, até um mesmo sistema, pode possuir diferentes níveis de autonomia, dependendo das funções desempenhadas e das circunstâncias da operação (*Trusted Autonomous Systems*, 2022, p. 12).

Tabela 4 - Níveis de autonomia demonstra os diferentes níveis de automação previstos pelo Código australiano

Nível de Automação	Descrição
Sem automação	Todas as ações decididas pelo operador humano. A figura do capitão está presente em tempo integral.
Assistência de direção	Uso específico de um sistema de assistência de direção automatizado, que utiliza certas informações sobre o ambiente de navegação. No entanto, o capitão executa todos os aspectos restantes das tarefas de navegação dinâmica.
Automação parcial	Suporte à Decisão para algumas decisões e/ou ações tomadas pelo sistema, como por exemplo, direção de navegação e propulsão, usando para tanto as informações sobre o ambiente. Contudo, há a expectativa de que o capitão execute todos os aspectos restantes das tarefas de navegação dinâmica.
Automação condicional	Grande número de decisões e ações tomadas pelo sistema, como prevenção de colisões, com supervisão humana. Neste contexto, ainda poderá haver intervenção humana, com a expectativa de que o capitão do navio seja receptivo a solicitações de intervenção e a falhas do sistema e responderá apropriadamente.
Alta automação	Decisões e ações tomadas pelo sistema de todas as tarefas de navegação dinâmica e de contingência, sem a espera da resposta ou intervenção humana. Embora, o ser humano também possa tomar algumas decisões.
Automação completa	Todas as tarefas de navegação dinâmica e de contingência, sem espera da resposta ou intervenção humana. Mas neste caso, a supervisão humana é rara.

Fonte: elaborado pelas autoras com base em *Trusted Autonomous Systems* (2022, p. 13)

O Código salienta em seu segundo capítulo que se dedica a navios autônomos e remotamente controlados de pequeno porte, leves, que operam em baixa velocidade, não transportam pessoas, não comprometem a segurança dos indivíduos e não podem causar danos ao meio ambiente (*Trusted Autonomous Systems*, 2022, p. 14). Além disso, também se aplica a embarcações autônomas e remotamente controladas com menos de 5 metros de comprimento e com limite de velocidade operacional de 5 (cinco) nós. Bem como

navios mais longos operando em baixa velocidade, pequenos e leves operando em velocidades mais altas, e ainda embarcações cuja energia cinética for baixa e incapaz de comprometer a segurança das pessoas e causar danos ao meio ambiente (*Trusted Autonomous Systems*, 2022, p. 14).

Entre os requisitos exigidos para a operação de navios autônomos ou remotamente controlados há a necessidade de um sistema de gerenciamento de segurança que identifique os riscos para a embarcação, o ambiente e as pessoas a bordo ou nas proximidades. Além disso, há a necessidade de que o sistema inclua os procedimentos adequados para eliminar ou minimizar os riscos identificados, na medida do possível. Ainda exige que o sistema seja documentado e facilmente acessível para seus usuários e seja mantido na estação de controle da embarcação. Tais requerimentos estão alinhados com a Ordem Marítima 504 (*Marine Order 504 – MO504*) vigente na Austrália, que exige esse tipo de sistema para as embarcações comerciais domésticas (*Trusted Autonomous Systems*, 2022, p. 14).

Ainda sobre o sistema de gerenciamento, deve ser considerada a necessidade da embarcação possuir um navio de apoio capaz de lidar com os riscos a outras pessoas, a outros navios e ao meio ambiente. A embarcação também deve possuir meios de alertar outros usuários da área de navegação, incluindo de requerer quaisquer permissões necessárias ao gerente da hidrovia ou autoridade do porto, bem como ser apta a emitir aviso aos demais navegantes. O sistema também deve possuir arranjos de controle e monitoramento para navios, inclusive dispondo dos níveis de redundância adequados, e os arranjos de comunicação reversíveis devem ser alimentados de forma independente. E ainda possuir diversidade dupla ou múltipla de comunicação para que a embarcação possa ser recuperada se ocorrer uma falha de comunicação (*Trusted Autonomous Systems*, 2022, p. 15).

O sistema deve incluir um planejamento de resposta de emergência (*emergency response planning*), este, por sua vez, deve abarcar o planejamento de contingência (*contingency planning*) e entrada da embarcação em estado seguro apropriado a determinadas circunstâncias, incluindo a perda de links de comunicação. Além de meios para resgatar a embarcação caso ela pare de operar. A embarcação também deve ser visível a outros usuários da área de navegação (*Trusted Autonomous Systems*, 2022, p. 15).

O navio deve ser operado de acordo com a Ordem Marítima 504 e a avaliação realizada pelo proprietário, alocando a tripulação apropriada de acordo com a dimensão

da embarcação. Por exemplo, em um navio menor que 12m de comprimento, a tripulação mínima seria correspondente a 1 pessoa certificada, desde que essa pessoa tenha qualificações de convés e de engenharia (*Trusted Autonomous Systems*, 2022, p. 15).

A embarcação deve também não ser uma fonte potencial de vazamento de combustíveis e outras substâncias que possam causar risco ao meio ambiente, caso o navio seja perdido ou se torne irrecuperável. Dessa forma, não pode conter materiais perigosos que representem risco ao meio ambiente e a terceiros. Além disso, deve ser recolhida dentro de um período razoável, caso pare de operar, e não deve representar risco significativo para a vida humana na água (*Trusted Autonomous Systems*, 2022, p. 15).

Resta ainda necessário destacar que as embarcações devem seguir os requisitos estabelecidos pelo Regulamento Internacional para Evitar Abalroamentos no Mar (*International Regulations for Preventing Collisions at Sea - COLREG*). E ainda deve cumprir as regras de identificação, como possuir um número único de identificação, o nome do proprietário deve aparecer do lado de fora da embarcação, bem como o número de contato, e deve ser fisicamente identificável pelas pessoas no entorno (*Trusted Autonomous Systems*, 2022, p. 16).

Além das permissões de navegação das autoridades relevantes, como a administração do porto, as embarcações devem possuir meios de comunicação e de informar sua presença a outros navios, como placas em rampas de barcos, avisos aos marinheiros e transceptores do AIS. Sendo necessário também meios para se comunicar com as pessoas próximas à embarcação, como alto-falantes (*Trusted Autonomous Systems*, 2022, p. 17 e 18).

O Código também destaca a necessidade de monitoramento constante e ativo para a maioria das embarcações autônomas ou remotamente controladas, podendo ser adotado um monitoramento passivo em casos em que a navegação ocorra em áreas remotas ou abaixo d'água com pouco risco de colisão. Deve, ainda, haver sistemas de controle e alertas que permitam que o operador responsável pelo monitoramento passivo possa atuar em emergências (*Trusted Autonomous Systems*, 2022, p. 18).

Para além das formas de comunicação, que deve ser diversa e possuir meios de redundância, um plano de emergência deve ser estabelecido para toda a viagem, colocando a embarcação em um estado que representa menos risco à vida humana, à propriedade e ao meio ambiente em caso de emergência, para tanto um plano de contingência deverá ser concebido (*Trusted Autonomous Systems*, 2022, p. 18).

Em caso de a embarcação parar de operar, o sistema de gerenciamento de segurança deverá identificar os meios pelos quais os demais usuários da área de navegação serão informados, seja por intermédio da Autoridade Australiana de Segurança Marítima, por meio de alertas sonoros e luminosos ou por meio do resgate marítimo. Ainda, a autoridade local de VTS também deverá ser informada e os demais navios devem ser informados por meio de transceptores AIS e rádio VHF (*Trusted Autonomous Systems*, 2022, p. 18-19).

O Código também aborda orientações para a construção de embarcações autônomas e remotamente controladas, e aspectos diversos relacionados ao tema. Observa-se, no Código australiano, a preocupação com mecanismos de comunicação, sinalização e planos de emergência, em decorrência do objetivo das diretrizes estabelecidas de salvaguardar a vida humana no mar, o meio ambiente e a propriedade. O VTS, por exemplo, aparece nas indicações sobre comunicação e informação em caso de falha na operação, visando a resguardar a navegação na área, bem como a vida das pessoas próximas e ao meio ambiente, minimizando o risco de acidentes.

O Brasil também possui normas vigentes sobre navios autônomos, em que alguns pontos se assemelham ao Código britânico. Por isso, a portaria brasileira sobre o tema, elaborada pela Diretoria de Portos e Costas (DPC) será analisada a seguir.

2.3. BRASIL

O Brasil adotou o Regulamento Provisório para Operação de Embarcação Autônoma, em 21/02/2020, motivado pela necessidade de um documento normativo que abarcasse as embarcações autônomas e sua coexistência com as demais embarcações convencionais. O documento se destina a embarcações com comprimento total menor ou igual a 12 metros, capazes de operar ou serem operadas de forma remota ou autônoma (DPC, 2020, p. 1). Além de dividir as embarcações em duas categorias de acordo com suas características sendo essas ultra-leve, com comprimento total menor que 7 metros e velocidade máxima menor que 4 nós e leve. Com comprimento total maior ou igual que 7 metros e menor ou igual que 12 metros e velocidade máxima menor que 7 nós (DPC, 2020, p. 6). No entanto, ressalta-se que com a norma promulgada em 2024 tais distinções foram alteradas, pois a normativa brasileira passou a abordar navios com comprimento total menor ou igual a 24 metros. Ademais, a norma brasileira trata de diferentes aspectos do MASS, como treinamento, requisitos e definição de termos.

A Diretoria de Portos e Costas (DPC) ao elaborar o documento também explicitou os diferentes níveis de autonomia atribuídos ao MASS. Na Tabela 5 estão expostos os diferentes níveis de autonomia do MASS estipulados pela normativa brasileira.

Tabela 5 - Níveis de Autonomia do MASS

NÍVEL	NOMENCLATURA	SITUAÇÃO DO CONTROLE
5	Autônoma	A embarcação não tripulada, dotada de grau máximo de independência e autodeterminação, avalia o ambiente e sua situação. Define as ações, decide e age
4	Monitorada	A embarcação não tripulada avalia o ambiente e reporta sua situação. Define as ações, decide e age relatando sua ação. O controlador pode monitorar os eventos.
3	Delegada	A embarcação não tripulada é autorizada a executar algumas funções. Avalia o ambiente, relata situação, define as ações e relata sua intenção. O controlador tem a opção de modificar as intenções informadas pela embarcação durante um certo tempo, após o qual a embarcação agirá. A iniciativa da ação emana da embarcação e a tomada de decisão é compartilhada entre o controlador e a embarcação.
2	Direcionada	Sob controle direcionado, algum grau de avaliação e capacidade de resposta é implementado na embarcação. Pode avaliar o ambiente, relatar sua situação e sugerir uma ou várias ações. Pode também sugerir possíveis ações para o controlador, solicitando-o informações ou decisões. No entanto, a autoridade para tomar decisões é do controlador. A embarcação atuará somente se for comandada e/ou permitido fazê-lo.
1	Controlada	Toda a funcionalidade está a cargo do controlador humano. O controlador tem contato direto com a embarcação e toma todas as decisões, direciona e controla todas as funções da missão.
0	Humano a bordo	A embarcação é controlada pelos controladores a bordo.

Fonte: Elaborado pelas autoras conforme DPC, 2020, p. 3-4

Nota-se que apenas a partir do nível 3 (três) há real autonomia da embarcação, sendo considerada não tripulada e controladas por um programa de bordo nos níveis 3 (três), 4 (quatro) e 5 (cinco) (Zanella, 2024, p.149).

Além de definir os diferentes níveis de autonomia aplicáveis ao MASS, a norma brasileira também estabelece diferentes áreas de operação, classificadas de acordo com a distância em milhas de determinado ponto em terra ou ponto de lançamento/recolhimento.

A Tabela 6 – Diferentes áreas de operação - demonstra a divisão determinada pelo documento normativo brasileiro em áreas de operação em categorias distintas.

Tabela 6 - Diferentes Áreas de Operação

ÁREA/CATEGORIA	DEFINIÇÃO
6	Distanciamento máximo de 3 milhas náuticas a partir de um ponto de partida específico em terra, em condições meteoceanográficas avaliadas como favoráveis, no período diurno.
5	Distanciamento máximo de 3 milhas náuticas a partir de um ponto de terra, e não mais de 3 milhas náuticas de raio de qualquer ponto de lançamento na água, em condições meteoceanográficas avaliadas como favoráveis, durante o período diurno.
4	Até 20 milhas náuticas de seu ponto de lançamento/recolhimento, em condições meteoceanográficas avaliadas como favoráveis, durante o período diurno.
3	Até 20 milhas náuticas de seu ponto de lançamento/recolhimento.
2	Até 60 milhas náuticas de seu ponto de lançamento/recolhimento.
1	Até 150 milhas náuticas de seu ponto de lançamento/recolhimento.
0	Sem restrições de limite.

Fonte: Elaborado pelas autoras conforme DPC, 2020, p. 2.

Além disso, o documento estabelece que a operação de embarcações autônomas deve respeitar as eventuais restrições estabelecidas pelos órgãos ambientais aplicadas a área de operação. Além disso, deve considerar uma série de fatores de segurança, como observação das condições meteoceanográficas, métodos e níveis de controle a serem empregados em diferentes fases da operação (DPC, 2020, p. 5).

Por fim, estabelece uma série de requisitos para operação das embarcações, como a certificação, existência de sinais sonoros e luminosos, sistemas de prevenção e combate a incêndio, instalações elétricas seguras e compatíveis com a atividade, sistema de propulsão e governo adequadamente projetados, deverá possuir estabilidade e condições de estanqueidade à água e ao tempo adequados, projetado de forma a garantir a integridade necessária para a operação da embarcação em qualquer condição de carregamento e a Licença de Construção deverá ser emitida por Sociedade Classificadora. Além de uma série de requisitos relacionados ao sistema, capacidade de comunicação da embarcação e análise de risco (DPC, 2020, p. 6-7).

Em 2024, a Diretoria de Portos e Costas (DPC) iniciou o processo de revisão do Regulamento Provisório para Operação de Embarcações Autônomas (Portaria nº 59/2020), visando a englobar atualizações derivadas da análise da equipe técnica da própria DPC, da participação no Grupo de Trabalho sobre MASS do Comitê de Segurança Marítima da *IMO*, e da contribuição de diferentes atores da comunidade marítima, como as empresas operando no Brasil⁷.

A reestruturação segue o modelo de uma Norma Marítima (Normam), agrupando os assuntos por capítulo. A escolha pela criação de uma Normam se deve a maior força jurídica e maior visibilidade que esse instrumento recebe, devido a sua importância para regulamentação da navegação no Brasil. Com as alterações previstas, os requisitos técnicos seriam elevados de 13 para 18, com maior destaque para a segurança cibernética, sendo dedicado um capítulo específico para o processo de certificação.

Ainda, o regulamento proposto se aplica a embarcações autônomas até 24 (vinte e quatro) metros, e não mais apenas até 12 (doze) metros como previsto na portaria de 2020. Assim, direciona-se as classes ultra-leves, menores que 7 (sete) metros, leve, entre 7 (sete) metros e 13 (treze) metros, e de pequeno porte, de 13 (treze) metros até 24 (vinte e quatro) metros. Dessa forma, possibilita que o navio possua diferentes tipos de equipamentos e em maior quantidade, sensores com maior alcance e maior estabilidade, aprimorando as operações sem degradar a segurança da navegação e, ao mesmo tempo, se alinhando às necessidades das empresas.

⁷ Embora a Normam ainda não tenha sido promulgada, as informações foram obtidas por meio de um Webinar realizado pela Fundação Ezute, cuja a gravação foi disponibilizada no Youtube, e contava com a apresentação do representante da Diretoria de Portos e Costas (DPC), CMG João Roberto Martins. Fundação Ezute. VTS e Navios Autônomos. Youtube, 29 de nov. de 2024. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=HheRoPv3FMo>. Acesso em: 10 dez. 2024

Outra modificação se refere ao nível de controle, que passa de 06 (seis) para 04 (quatro) níveis, seguindo os níveis propostos pela *IMO*, conforme demonstrado na Tabela 7, que apresenta os níveis de controle previstos na Normam a ser promulgada pela DPC.

Tabela 7 - Níveis de Controle Normam

Nível	Tipo de controle
1- Controlado a Bordo (Tripulada)	Embarcação com processos automatizados e suporte a decisão, mas com aquaviários a bordo operando e controlando os sistemas e funções da embarcação.
2- Remotamente Controlada (Tripulada)	Embarcação controlada remotamente, mas com aquaviários a bordo disponíveis para assumir o controle dos sistemas e funções.
3- Remotamente Controlada (Não Tripulada)	Embarcação controlada remotamente, a partir de outra localização, sem tripulação a bordo. Alguns sistemas podem funcionar autonomamente, mas com possibilidade de monitoramento e tomada de controle remota.
4- Autônoma (Não Tripulada)	Grau máximo de independência e autodeterminação. A própria embarcação define as ações, decide e age. O comandante apenas supervisiona a operação.

Fonte: DPC, 2024.

Segundo a DPC, tanto a embarcação quanto o Centro de Operação Remota (COR) responsável pela operação deverão ser certificados por uma sociedade classificadora. Dessa forma, o Certificado de Segurança da Navegação, normalmente demandado para navios com arqueação bruta igual ou maior a 20, também será exigido para embarcações autônomas, certificando que os navios atendem aos requisitos técnicos exigidos.

Devido a questões jurisdicionais advindas da operação, o COR deverá estar localizado em território brasileiro. E as empresas responsáveis tanto pelo COR quanto pela embarcação autônoma e remotamente controlada deverão possuir os devidos registros demandados pelo Brasil, estando igualmente estabelecidas em território nacional.

O Comandante e os operadores remotos do MASS deverão ser aquaviários, conforme o entendimento já alcançado na *IMO*, e como compreendido por outros países que já estão elaborando seus respectivos regulamentos.

Após a publicação da Normam, por meio da nova Portaria, as embarcações autônomas já inscritas em suas respectivas Capitânicas, terão o prazo de um ano para se adaptarem às novas exigências.

2.4 COMENTÁRIOS

Observa-se certas similaridades nas legislações analisadas, como a definição dos diferentes níveis de autonomia, a preocupação com os sistemas empregados na operação e no próprio MASS, análise de risco e de comunicação. Isso se deve a capacidade de implicações do MASS à salvaguarda da vida humana no mar e ao meio ambiente em caso de falhas, por isso seria necessário garantir formas de mitigar as possíveis falhas na operação, bem como seus impactos. A operação do MASS é intensa em tecnologia, dependendo para seu sucesso da capacidade de comunicação não somente entre o MASS e o seu operador, mas também de outros meios de auxílio a navegação, como o VTS, cujo papel nesse contexto é informar e monitorar a operação do MASS em sua área, visando a minimizar impactos negativos a navegação de navios convencionais e ao meio ambiente.

No entanto, cabe também destacar as particularidades observadas nos códigos analisados. A regulação brasileira referente aos navios autônomos é a única entre as normas analisadas publicada por uma autoridade marítima nacional, no caso a Diretoria de Portos e Costas (DPC). As demais normas foram promulgadas por entidades dedicadas a questões relacionadas ao ambiente marinho e de navegação bem como o desenvolvimento de novas tecnologias vinculadas a embarcações, no caso do Reino Unido a UK Maritime e na Austrália a *Trusted Autonomous Systems*.

Há diferenças também relacionadas aos níveis de autonomia previsto, em que o Código australiano adota uma classificação diversa da IMO, prevendo, ao invés de 4 (quatro) níveis de autonomia, 6 (seis) níveis.

No que tange ao VTS, o Código do Reino Unido prevê que há a possibilidade de controle direto como uma possível categoria relacionada ao sistema de sensores e anticolisão. Contudo, como ressaltado anteriormente, não há descrição de casos específicos em que tal ação possa ocorrer. No Código australiano, o VTS é mencionado como um mecanismo de comunicação com as demais embarcações, em caso de parada da operação. Por sua vez, no Código brasileiro as funções relacionadas ao VTS não são informadas. Por isso, considerou-se necessário analisar o papel do VTS em relação as embarcações autônomas e quais novos desafios se apresentam com a adoção dessa nova modalidade de navegação.

3. DESAFIOS OPERACIONAIS DO CONTROLE DE TRÁFEGO MARÍTIMO COM A INTRODUÇÃO DO MASS

Como visto até o presente momento, são muitas as inovações, atualizações e novidades que precisam ser implementadas para possibilitar as operações dos navios autônomos, seja nos portos, nos sistemas de controle e troca de informações sobre tráfego marítimo já existentes, ou em novas estruturas voltadas especificamente para o MASS. Além disso, a automação das embarcações traz consigo desafios para a segurança do tráfego marítimo, para a proteção ambiental, e um novo cenário com relação à responsabilidade civil para os incidentes e acidentes com navios autônomos. O presente capítulo busca reunir e analisar essas questões.

Também há alguns desafios relacionados ao MASS, como seu impacto no meio ambiente, cibersegurança e os custos relacionados a sua operação efetiva (Zanella, 2024). A título de exemplo, em 2020, durante o discurso de divulgação do projeto Navio Autônomo de Superfície Coreano (*Korea Autonomous Surface Ship – KASS*), o ministro de Oceanos e Pesca da República da Coreia (Coreia do Sul), Seong-Hyeok Moon, anunciou o investimento de 140 milhões de dólares americanos no projeto. Assim, observa-se a necessidade de grandes investimentos para o desenvolvimento do MASS, restringindo-o a alguns países com poderio econômico elevado. Ainda se ressalta que os custos de navegação não vão necessariamente diminuir, e podem, inclusive aumentar em decorrência da necessidade de um sistema de controle remoto e de manutenção (IALA, 2024, p. 12).

O progresso acelerado desse tipo de tecnologia também traz outros desafios, como a necessidade de adaptação das normas vigentes e das infraestruturas existentes (Kurt; Aymelek, 2024). Dessa forma, também é preciso focar nos desafios referentes à sua operação efetiva e navegação, incluindo como impactará o Serviço de Tráfego de Embarcações (*Vessel Traffic Service – VTS*).

O VTS é definido pela Organização Marítima Internacional ([2024]) como sistemas baseados ao longo da costa, compreendendo desde a emissão de mensagens simples, como a posição de outros navios e informes meteorológicos, até gerenciamento de tráfego de um porto ou área de navegação⁸. Já a Convenção Internacional para a

⁸ Para mais informações sobre a definição e papéis do VTS veja: ALVES, Eloisa; BATISTA, Taynara Martins. Requisitos de um VTS: Ênfase no Monitoramento Ambiental. Rio de Janeiro: **Escola de Guerra Naval – Fundação Ezute**, 2024. Disponível: <https://ezute.org.br/wp-content/uploads/2024/06/Relatorio-Ezute-Ciclo-2023.pdf>

Salvaguarda da Vida Humana no Mar (*Convention for the Safety of Life at Sea - SOLAS*), em seu capítulo V, regra 12, define o VTS da seguinte maneira:

Os serviços de tráfego de embarcações (VTS) contribuem para a salvaguarda da vida humana no mar, para a segurança e a eficiência da navegação e para a proteção do meio ambiente marinho, das áreas costeiras adjacentes, dos sítios de trabalho e das instalações ao largo (“offshore”) contra possíveis efeitos adversos do tráfego marítimo (p. 367, 1974).

Tais definições demonstram a importância do VTS para a segurança da navegação de maneira ampla e, por isso, sua análise aplicada aos navios autônomos navegando em portos e hidrovias é relevante.

Com exceção das Diretrizes Operacionais para testes Seguros, Protegidos e Sustentáveis de Navios Autônomos de Superfície Marítimos (MASS) (*EU Operational Guidelines for Safe, Secure and Sustainable Trials of Maritime Autonomous Surface Ships (MASS)*), os demais instrumentos analisados não abarcam com profundidade o papel do VTS na navegação de navios autônomos. No entanto, quando tratam da temática destacam sua importância na comunicação e repasse de informações, como no Código do Reino Unido e no Código Australiano. Por isso, no presente capítulo será feita uma análise mais aprofundada sobre o tema.

3.1. VTS E NAVIOS AUTÔNOMOS

Segundo Kurt e Aymelek (2024), no contexto atual de desenvolvimento de navios autônomos, a integração com componentes integrativos existentes no transporte marítimo pode facilitar a adaptação para interoperabilidade. Além disso, técnicas de interoperabilidade baseadas em tecnologia da informação (T.I.) também podem contribuir para criar um ambiente operacional eficiente. Eles salientam, ainda, que a transição em desenvolvimento “*para um ambiente de informação e comunicação de alto nível, e interoperabilidade orientada a dados no setor marítimo é inevitável devido aos desenvolvimentos tecnológicos avançados e às demandas do mercado*”⁹ (Kurt; Aymelek, 2024, p. 3, tradução nossa).

Além dos desafios relacionados à regulamentação, há as dificuldades relacionadas ao MASS e os serviços existentes, obrigatórios e opcionais, bem como a assistência

⁹ No original: “[...] to an environment of high-level information and communication, and data-oriented interoperability in the maritime sector is inevitable due to advanced technological developments and market demands” (Kurt; Aymelek, 2024, p. 3).

remota à navegação, e como a oferta se posiciona entre tais serviços, como pilotagem e VTS (Basulo-Ribeiro; Pimentel; Teixeira, 2024, p. 1843).

O VTS aparece como um sistema que inclui importantes mecanismos de comunicação, mas, como salientado pelas diretrizes europeias referentes aos testes de navios autônomos, também como uma forma de planejamento, monitoramento e prevenção de acidentes.

Conforme já mencionado anteriormente, as Diretrizes Operacionais para testes Seguros, Protegidos e Sustentáveis de Navios Autônomos de Superfície Marítimos da União Europeia (2020) estabelecem que o VTS deve estar envolvido em todas as fases do processo de teste. Assim, deve ser capaz de se comunicar e de divulgar qualquer informação dentro da área VTS, como fornecer avisos e instruções, supervisionar a operação, interagir com o MASS e, dessa maneira, manter a comunicação por meio de link-direto com o MASS e todos os outros navios dentro da área diretamente ou indiretamente afetada pelos testes (UE, 2020, p. 12).

Observa-se, assim, que nas normas em vigor, mantém a responsabilidade do VTS sobre a organização do tráfego, assistência à navegação e de prover informações. Dessa forma, objetivando assegurar o mesmo nível de segurança e proteção do meio ambiente já previstos para os navios convencionais.

Sobre a temática, cabe acrescentar um estudo realizado pela Associação Internacional de Autoridades de Auxílios à Navegação Marítima e Faróis (*International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities – IALA*) analisando algumas operações já realizadas e sua relação com o VTS.

Para tanto, traremos alguns exemplos citados no estudo analisado. No caso do navio porta-contêineres norueguês *Yara Birkeland*, foi descrito que o navio necessita da autorização do centro VTS *Brevik* para navegar pela área, deixar o porto, ancorar etc. Devendo seguir os termos estabelecidos pelo centro VTS para receber permissões de, como por exemplo, quando deixar o porto e qual rota deverá ser seguida (*IALA*, 2022, p. 2).

No caso do navio de passageiros *Bastø Fosen VI*, as regras estabelecidas pelo centro VTS *Horten* são similares às adotadas pelo centro VTS *Brevik*, como permissão para navegar pela área, deixar o porto e ancorar bem como quando partir e qual rota seguir (*IALA*, 2022, p. 2).

O navio porta-contêineres *FACTOFOUR* navegou de Hansweert, nos Países Baixos até Antuérpia, na Bélgica com cobertura completa do VTS, mas não foi

especificado as permissões e ações que foram demandadas durante a navegação (IALA, 2022, p. 5). O mesmo ocorreu com o navio porta-contêineres doméstico *Suzaku* e a balsa de carro costeira *Soleil*, no Japão, pois a área de testes possui cobertura VTS, mas as ações e demandas não foram explicadas, exceto o fato de haver tripulação a bordo (IALA, 2022, p. 5).

No caso do *ASKO*, navio porta-contêineres norueguês, o centro VTS *Horten* conduziu simulações com o pessoal do centro VTS para treinar as comunicações da sala de controle do navio com o VTS (IALA, 2022, p. 7). Por fim, o rebocador dinamarquês *Nellie Bly* navegou por 3 (três) áreas VTS, mas os centros VTS não foram especificados, ainda as ações e as demandas dos centros não foram descritas (IALA, 2022, p. 9).

Analisando os exemplos apresentados pela IALA observou-se que, os centros VTS cujas descrições estavam disponíveis, ficaram encarregados de organizar o tráfego e assistir à navegação, por meio das permissões, além de se comunicar com a sala de controle responsável pela navegação do navio autônomo. No entanto, ainda há muitos testes em andamento, e em sua maioria em áreas próximas a costas ou em portos, por isso, será preciso aguardar um certo tempo até que se tenha novas informações sobre a operação do MASS.

Por fim, cabe ressaltar que na literatura acadêmica estão surgindo cada vez mais artigos especificamente tratando da relação entre os portos e os navios autônomos, incluindo o papel do VTS, por isso, dedicou-se a próxima seção a análise da questão.

3.2. PORTOS, VTS E O MASS

O rápido desenvolvimento das tecnologias autônomas aumentou na mesma proporção a produção acadêmica e de notícias sobre o tema, passando de aspectos amplos (Fernandes, 2019), planejamento portuário (Yun et al, 2024), questões ambientais (Zanella, 2024, Basulo-Ribeiro; Pimentel; Teixeira, 2024), até aspectos mais específicos como portos inteligentes e frotas autônomas de veículos em portos (Streetdrone, [2024]). A literatura sobre MASS e a adaptação portuária também é crescente, tendo em vista que “os desenvolvimentos recentes nas tecnologias de informação e comunicação incentivam a transição para um cenário de interoperabilidade técnica para a integração navio-porto

de hoje¹⁰” (Kurt; Aymelek, 2024, p. 3, tradução nossa). A interoperabilidade está associada ao aumento da eficiência. Isso se dá por que os Portos inteligentes (*Smart Ports*) fazem uso da digitalização e tecnologias avançadas, possibilitando otimizar suas operações e serviços, garantindo aumento de eficiência e competitividade na cadeia de suprimentos (Basulo-Ribeiro; Pimentel; Teixeira, 2024, p. 1749).

Além disso, possibilitam diminuir a emissão de gases poluentes, de poluição por óleo e da poluição sonora, tanto aquela que afeta a vida marinha quanto nas áreas circundantes ao porto (Zanella, 2024, p. 150, Basulo-Ribeiro; Pimentel; Teixeira, 2024, p. 1749). Além da diminuição dos riscos de acidentes, responsáveis por parte da poluição marinha, como poluição por derramamento de óleo (Zanella, 2024, p. 152). Embora tais alterações não impliquem em uma mudança radical no design dos navios o mesmo não ocorre com os portos, cuja adoção do MASS irá acelerar tendências em direção a automatização completa (Negenborn et al, 2023, p. 32) incluindo a implementação de frotas de veículos autônomos, visando a aumentar a eficiência, diminuindo congestionamentos e acelerando o ritmo de trabalho, pois não há necessidade de pausas (Streetdrone, [2024]).

Negenborn et al., por exemplo, destacam que ocorrerão mudanças na manobrabilidade dos navios nos portos.

Os pilotos, os quais agora embarcam em navios para ajudar a tripulação a entrar nos portos, e os ‘serviços de tráfego de embarcações’ que monitoram o tráfego e fornecem recomendações para evitar perigos, precisarão assumir o controle da embarcação remotamente¹¹ (Negenborn et al., 2023, p. 32, tradução nossa).

Devido a esses desafios, Yun et al. (2024) realizaram um estudo aplicado ao porto de Ulsan, na costa oeste da Coreia do Sul, de como serão realizadas as operações de navios autônomos dentro da área portuária.

O planejamento de rota auxilia no aumento da eficiência e reduz o consumo de combustíveis e, conseqüentemente, a emissão de gases poluentes dos navios. Os algoritmos e sistemas são usados para mapear as áreas de passagem e diferentes áreas de ancoragem, como área para *bunkering* e área de ancoragem para navios pequenos. Assim,

¹⁰ No original: “[...] recent developments in information and communication technologies encourage the transition to a technical interoperability setting for today’s ship-port integration” (Kurt; Aymelek, 2024, p. 3).

¹¹ No original: “Pilots, who now board ships to help crew to enter ports, and ‘vessel traffic services’ which monitor traffic and provide recommendations to avoid hazards, will need to take control of the vessel remotely” (Negenborn et al, 2023, p. 32).

identificando as possíveis rotas mais eficientes e seguras dentro da área do porto, por vezes, densamente congestionadas com navios grandes e pequenos. Nesse processo, o centro VTS do porto e a Autoridade Portuária de Ulsan desempenham um papel conjunto e importante na manutenção da segurança ao fornecerem instalações e serviços projetados para suavizar as operações portuárias, como navegação e suporte a ancoragem (Yun et al, 2024, p. 3-5).

O centro VTS monitora o tráfego das embarcações, bem como suas posições, de forma contínua, oferecendo diretrizes em emergências ou situações de perigo, visando a mitigar o risco de acidentes. Além de estabelecer faixas de tráfego e áreas de ancoragem dentro do porto, gerenciando de forma abrangente o tráfego de navios (Yun et al, 2024, p. 4). Ademais, os navios devem requerer a ancoragem e se reportar ao centro VTS do Porto de Ulsan, antes de se destinar a área designada (Yun et al, 2024, p. 9).

Esse exemplo demonstra que a importância do VTS permanece com as operações do MASS, no entanto, demandará o estabelecimento de comunicação entre o centro VTS e o Centro de Operações Remotas (*Remote Operation Center – ROC*).

No entanto, como destacado por Almeida (2024) ainda existem desafios relacionados aos Sistemas de Tomada de Decisão a serem empregados na navegação dos navios autônomos, os sistemas estão em fase embrionária de desenvolvimento e ainda não atendem às exigências da navegação internacional. Outro obstáculo relacionado aos sistemas será decidir seu formato ideal, garantindo que sejam intuitivos e compreensíveis em diferentes partes do mundo.

Especificamente sobre a conectividade entre MASS e VTS, o desenvolvimento também é incipiente. Existem protocolos locais em teste na Holanda, mas nada foi aprovado para ser disseminado a nível regional e internacional. À medida que os protocolos se desenvolvem, surgem novas adversidades, sendo preciso contorná-las antes de sua difusão. Há ainda obstáculos relacionados aos comandos a serem adotados, pois todos os navios terão que respondê-los de forma uniforme. Por fim, os navios autônomos deverão se comunicar com os navios convencionais, o que também constitui um desafio à implementação da navegação autônoma a curto prazo (Almeida, 2024).

3.3 A ATRIBUIÇÃO DE RESPONSABILIDADE CIVIL

Os navios autônomos representam uma inovação significativa na indústria marítima, mas sua operação levanta questões complexas sobre responsabilidade civil,

especialmente em casos de acidentes. Um exemplo que ilustra essa questão ocorreu em 5 de dezembro, quando um porta-contêineres e um navio autônomo colidiram no rio Scheur, perto de Roterdã, provocando a queda de quatro contentores na água (*Safety4Sea*, 2024).

Um dos principais desafios é a identificação do responsável quando ocorre um acidente envolvendo um navio autônomo. Tradicionalmente, a responsabilidade recai sobre a tripulação ou o proprietário do navio, mas em navios autônomos, a ausência de tripulação a bordo e a automação das operações tornam difícil a atribuição de culpa ou responsabilidade. Isso exige uma nova abordagem legal que considere o risco inerente à atividade e a possibilidade de responsabilidade objetiva.

De acordo com Campos (2022), a responsabilidade civil objetiva é um conceito que implica que o responsável deve reparar os danos causados independentemente da culpa. Esse princípio é particularmente relevante para os navios autônomos, pois, como a operação desses navios depende de sistemas automatizados e inteligência artificial, pode-se argumentar que a responsabilidade pelo acidente deve ser atribuída ao proprietário ou ao operador remoto, sem a necessidade de demonstrar negligência ou erro humano. No entanto, a questão de quem exatamente será responsabilizado — seja o operador remoto, o desenvolvedor da tecnologia ou o proprietário do navio — ainda precisa de regulamentação clara.

Além disso, a ausência de normas específicas para o funcionamento de navios autônomos cria uma insegurança jurídica. A legislação atual não cobre adequadamente os novos modelos de operação, tornando necessário um marco regulatório que defina as obrigações de todos os envolvidos na operação de navios autônomos. Isso inclui a definição de quem deve responder legalmente em casos de acidentes e como o sistema de responsabilidade deve ser estruturado. A falta de uma regulamentação clara pode resultar em litígios prolongados e na dificuldade de estabelecer responsabilidades precisas.

Uma possível solução para esses desafios seria a atribuição de personalidade judiciária ao navio autônomo, como sugerido por alguns estudiosos. Essa abordagem permitiria que o navio, como uma entidade jurídica, fosse responsabilizado diretamente por danos causados, podendo ser parte de um processo judicial e, assim, garantir maior efetividade na responsabilização. A atribuição de personalidade judiciária ao navio ajudaria a esclarecer as questões de responsabilidade, tornando o processo legal mais eficiente e seguro para todas as partes envolvidas (Campos, 2022).

Por fim, a implementação de uma responsabilidade civil objetiva, combinada com a introdução de normas específicas para navios autônomos, poderia garantir uma maior segurança jurídica e eficácia na reparação de danos. O reconhecimento da responsabilidade do navio, assim como o tratamento jurídico mais robusto para sua operação, ajudaria a consolidar a confiança nas tecnologias de navegação autônoma e permitiria a sua adoção generalizada na indústria do transporte marítimo. A integração dessas soluções regulamentares é fundamental para assegurar que os avanços tecnológicos no setor marítimo sejam compatíveis com a segurança e a responsabilidade civil.

CONCLUSÃO

Durante o estudo, foram analisadas as repercussões da adoção de novas tecnologias relacionadas aos navios autônomos e remotamente controlados nas normas de navegação em diferentes âmbitos. Além disso, foi observado o possível impacto dessas tecnologias nos serviços de auxílio à navegação, especialmente o VTS, e nos portos.

Verificou-se o desenvolvimento de normativas em níveis internacional, regional e nacional sobre navios autônomos e remotamente controlados. No entanto, as normas para embarcações destinadas à navegação internacional ainda estão em debate no âmbito da IMO e são de caráter não vinculante. Enquanto as regulamentações nacionais se concentram em navios de pequeno porte. Entre os principais desafios legislativos a serem superados está a questão da responsabilidade civil, que é central para os Estados costeiros que receberão o MASS em seus portos. Embora ainda esteja em fase de testes, as diretrizes e a literatura analisada indicam que o VTS precisará se comunicar com o MASS, incluindo via Centro de Operações Remotas, para manter os serviços relacionados à organização do tráfego, assistência à navegação e informação. Essa comunicação será crucial para garantir a segurança e a eficiência da navegação.

Em relação aos portos, o centro VTS deverá emitir as permissões necessárias para a navegação do MASS, como a indicação da área de ancoragem, planejamento de rota e permissão de saída. Além disso, serão necessárias adaptações nos portos visando à sua digitalização e aumento da eficiência, como o emprego de veículos autônomos. Essas mudanças não apenas facilitarão a integração dos MASS, mas também poderão melhorar a logística portuária como um todo.

Assim, observa-se que ainda há muitos desafios para o emprego do MASS na navegação em águas internacionais. No entanto, são notáveis o avanço tecnológico e a aplicação dessas tecnologias em níveis local e regional. A contínua evolução das normativas e a adaptação das infraestruturas portuárias serão essenciais para a plena implementação dos navios autônomos e remotamente controlados no cenário global.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

BASULO-RIBEIRO, Juliana; PIMENTEL, Carina; TEIXEIRA, Leonor. What is known about smart ports around the world? A benchmarking study. **Elsevier**, *Procedia Computer Science*, vol. 232, 2024, p. 1748–1758. Acesso em: 16 set. 2024.

CAMPOS, Ingrid Andrade Zanella. A RESPONSABILIDADE CIVIL ENVOLVENDO NAVIOS AUTÔNOMOS E O RECONHECIMENTO DA PERSONALIDADE JUDICIÁRIA. **Revista Jurídica**, [S.l.], v. 2, n. 69, p. 579 - 601, jun. 2022. Disponível em: <http://revista.unicuritiba.edu.br/index.php/RevJur/article/view/5278>. Acesso em: 03 dez. 2024.

CONVENÇÃO Internacional para a Salvaguarda da Vida Humana no Mar. Londres: **Organização Marítima Internacional**, 1974. Disponível em: https://www.marinha.mil.br/salvamarbrasil/sites/www.marinha.mil.br.salvamarbrasil/files/solas_indice-2014_2.pdf.

FERNANDES, Vitor Ribeiro. O surgimento dos navios autônomos: um processo transformador para a indústria do transporte marítimo. Dissertação (Mestrado em Estudos Marítimos) – **Escola de Guerra Naval**, Marinha do Brasil, Rio de Janeiro, 2019.

FUNDAÇÃO Ezute. VTS e Navios Autônomos. **Youtube**, 29 de nov. de 2024. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=HheRoPv3FMo>. Acesso em: 10 dez. 2024.

INSTITUTO Hidrográfico. Segurança da navegação. Lisboa: **Instituto Hidrográfico**, 2023. Disponível em: <https://www.hidrografico.pt/op/37>. Acesso em: 12 dez. 2024.

INTERNATIONAL Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities (IALA). Developments with Autonomous Ships: Possible Case Studies from a VTS Perspective. **IALA**, VTS Committee Task Group 1.2.5 – Implications of MASS from A VTS Perspective, 24 jan. 2022.

INTERNATIONAL Maritime Organization (IMO). Autonomous shipping. **IMO**, [2019]. Disponível em: <https://www.imo.org/en/MediaCentre/HotTopics/Pages/Autonomous-shipping.aspx>. Acesso em: 01 ago. 2024.

INTERNATIONAL Maritime Organization (IMO). Autonomous ships: regulatory scoping exercise completed. **IMO**, May 2021. Disponível em:

<https://www.imo.org/en/MediaCentre/PressBriefings/pages/MASSRSE2021.aspx>.

Acesso em: 19 fev. 2025.

INTERNATIONAL Maritime Organization (IMO). Facilitation Committee (FAL 46), 9 to 13 May 2022. **IMO**, [2022]. Disponível em:

<https://www.imo.org/en/MediaCentre/MeetingSummaries/Pages/FAL-46th-Session.aspx>. Acesso em: 01 ago. 2024

INTERNATIONAL Maritime Organization (IMO). IMO takes first steps to address autonomous ships. **IMO**, 25 May 2018. Disponível em:

<https://www.imo.org/en/MediaCentre/PressBriefings/Pages/08-MSC-99-MASS-scoping.aspx>. Acesso em: 01 ago. 2024.

INTERNATIONAL Maritime Organization (IMO). Legal Committee, 108th session (LEG 108), 26-30 July 2021. **IMO**, [2021]. Disponível em:

<https://www.imo.org/en/MediaCentre/MeetingSummaries/Pages/LEG-108th-.aspx>.

Acesso em: 01 ago. 2024.

INTERNATIONAL Maritime Organization (IMO). Outcome of the Regulatory Scoping Exercise and Gap Analysis of Conventions Emanating from the Legal Committee with Respect to Maritime Autonomous Surface Ships (MASS). **IMO**, Legal Committee (LEG), 15 December 2021. Disponível em:

[https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/MediaCentre/HotTopics/PublishingImages/Pages/Autonomous-shipping/LEG.1-Circ.11%20-%20Outcome%20Of%20The%20Regulatory%20Scoping%20Exercise%20And%20Gap%20Analysis%20Of%20Conventions%20Emanating%20From...%20\(Secretariat\).pdf](https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/MediaCentre/HotTopics/PublishingImages/Pages/Autonomous-shipping/LEG.1-Circ.11%20-%20Outcome%20Of%20The%20Regulatory%20Scoping%20Exercise%20And%20Gap%20Analysis%20Of%20Conventions%20Emanating%20From...%20(Secretariat).pdf).

Acesso em: 19 fev. 2025

INTERNATIONAL Maritime Organization (IMO). Vessel Traffic Services. **IMO**, [2024].

Disponível

em: <https://www.imo.org/en/OurWork/Safety/Pages/VesselTrafficServices.aspx>. Acesso

em: 15 set. 2024.

KURT, Ismail; AYMELEK, Murat. Operational adaptation of ports with maritime autonomous surface ships. **Transport Policy**, vol. 145, 2024, p. 1–10.

MARITIME, U.K. Maritime Autonomous Ship Systems (MASS): UK industry conduct principles and code of practice: A voluntary code. Version 7. 2023.

MINISTRY of Oceans and Fisheries of Republic of Korea. Korea Autonomous Surface Ship Project. **Ministry of Oceans and Fisheries**, What's News, 27 nov. 2020.

Disponível

em: <https://www.mof.go.kr/doc/ko/selectDoc.do?docSeq=49788&menuSeq=485&bbsSeq=90>. Acesso em: 15 set. 2024.

NEGENBORN, Rudy R.; GOERLANDT, Floris; JOHANSEN, Tor A.; SLAETS, Peter; VALDEZ BANDA, Osiris A.; VANELSLANDER, Thierry; VENTIKOS, Nikolaos P. Autonomous ships are on the horizon: here's what we need to know. Londres: **Nature**, v. 615, p. 30-33, 2 mar. 2023.

SAFETY4SEA. Containership and autonomous vessel collide near Rotterdam. **Safety4Sea**, 2024, 6 de dezembro. Disponível em: <https://safety4sea.com/containership-and-autonomous-vessel-collide-near-rotterdam/>

STREETDRONE. Benefits of using autonomous fleets in smart ports. **Streetdrone**, [2024]. Disponível em: <https://www.streetdrone.com/benefits-of-using-autonomous-fleets-in-smart-ports/>. Acesso em: 16 set. 2024.

TRUSTED Autonomous Systems. The Australian Code of Practice for the Design, Construction, Survey and Operation of Autonomous and Remotely Operated Vessels. Toowong: Australia, **Trusted Autonomous Systems**, Edition 1, April 2022.

Trusted Autonomous Systems. Code of Practice for Autonomous Vessels. **Trusted Autonomous Systems**, [2021]. Disponível em: <https://tasdcrc.com.au/code-of-practice-autonomous-vessels/>. Acesso em: 01 set. 2024.

Trusted Autonomous Systems. What We Do. **Trusted Autonomous Systems**, [2024]. Disponível em: <https://tasdcrc.com.au/what-we-do/>. Acesso em: 01 set. 2024.

YUN, Sang-Woong; KIM, Dong-Ham; KIM, Se-Won; KIM, Dong-Jin; KIM, Hye-Jin. Global Path Planning for Autonomous Ship Navigation Considering the Practical Characteristics of the Port of Ulsan. **Journal of Marine Science and Engineering**, 2024, 12, 160. <https://doi.org/10.3390/jmse12010160>

ZANELLA, Tiago Vinicius. Os impactos ambientais dos “Maritime Autonomous Surface Ships” (MASS). **JURIS - Revista Da Faculdade De Direito**, v. 34 n.1, 2024, p. 146–158. <https://doi.org/10.14295/juris.v34i1.16271>.