



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

Reciclagem de embarcações militares: um levantamento das práticas internacionais

José Mauro Moraes Junior

Universidade Federal Fluminense (josemoraes@id.uff.br)

Djair Guilherme Leandro da Silva

Universidade Federal Fluminense (djairguilherme@id.uff.br)

Kauã Costa dos Santos Paula

Universidade Federal Fluminense (kauacosta@id.uff.br)

Newton Narciso Pereira

Universidade Federal Fluminense (newtonpereira@id.uff.br)

Denise de Castro Bertagnolli

Universidade Federal Fluminense (denisebertagnolli@id.uff.br)

Bárbara Louise Lemos Drumond Silva

Universidade Federal Fluminense (barbaradrumond@id.uff.br)

Resumo

O descomissionamento de embarcações militares no Brasil apresenta desafios logísticos, ambientais, legais e tecnológicos que comprometem a eficiência do processo e aumentam os riscos de passivos socioambientais. A ausência de um marco regulatório federal consolidado e de estaleiros certificados limita a capacidade nacional de implementar práticas sustentáveis alinhadas a padrões internacionais, como a Convenção Internacional de Hong Kong para a Reciclagem Segura e Ambientalmente Adequada de Navios (HKC,



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

2009) e as diretrizes da Organização Marítima Internacional (IMO). Esta pesquisa analisa estudos nacionais e internacionais, identificando entraves, oportunidades e recomendações para a reciclagem de navios militares. Os resultados apontam que a reciclagem deve ser compreendida como um vetor estratégico, capaz de gerar empregos qualificados, fortalecer a Base Industrial de Defesa e integrar a economia circular. Como contribuição central, o estudo propõe um modelo nacional estruturado em três eixos: técnico-ambiental, institucional e estratégico-industrial, com ênfase na criação de centros de reciclagem certificados em regime de parcerias público-privadas. Tal modelo busca reduzir a improvisação, ampliar a rastreabilidade e consolidar a soberania ambiental e tecnológica brasileira no setor de defesa.

Palavras-chave: Descomissionamento, reciclagem naval, embarcações militares, materiais perigosos.

Abstract

The decommissioning of military vessels in Brazil presents logistical, environmental, legal, and technological challenges that compromise the efficiency of the process and increase the risk of socio-environmental liabilities. The lack of a consolidated federal regulatory framework and certified shipyards limits the country's ability to implement sustainable practices aligned with international standards, such as the Hong Kong International Convention for the Safe and Environmentally Sound Recycling of Ships (HKC, 2009). This research analyzes national and international studies, identifying obstacles, opportunities, and recommendations for the recycling of military vessels. The results indicate that recycling should be understood as a strategic vector, capable of generating skilled jobs, strengthening the Defense Industrial Base, and integrating the circular economy. As a central contribution, the study proposes a national model structured along three axes: technical-environmental, institutional, and strategic-industrial, with an emphasis on the creation of certified dismantling centers under public-



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

private partnerships. This model seeks to reduce improvisation, increase traceability, and consolidate Brazil's environmental and technological sovereignty in the defense sector.

Keywords: Decommissioning, ship recycling, military vessels, hazardous materials.

Resumen

El desmantelamiento de buques militares en Brasil presenta desafíos logísticos, ambientales, legales y tecnológicos que comprometen la eficiencia del proceso y aumentan el riesgo de responsabilidades socioambientales. La falta de un marco regulatorio federal consolidado y de astilleros certificados limita la capacidad del país para implementar prácticas sostenibles alineadas con estándares internacionales, como la Convenio Internacional de Hong Kong para el Reciclaje Seguro y Ambientalmente Razonable de los Buques (HKC, 2009). Esta investigación analiza estudios nacionales e internacionales, identificando obstáculos, oportunidades y recomendaciones para el reciclaje de buques militares. Los resultados indican que el reciclaje debe entenderse como un vector estratégico, capaz de generar empleos cualificados, fortalecer la Base Industrial de Defensa e integrar la economía circular. Como contribución central, el estudio propone un modelo nacional estructurado en tres ejes: técnico-ambiental, institucional y estratégico-industrial, con énfasis en la creación de centros de desmantelamiento certificados mediante asociaciones público-privadas. Este modelo busca reducir la improvisación, aumentar la trazabilidad y consolidar la soberanía ambiental y tecnológica de Brasil en el sector de defensa.

Palabras clave: Desmantelamiento, reciclaje naval, buques militares, materiales peligrosos.

1. INTRODUÇÃO

O ciclo de vida de um navio compreende três etapas principais: construção, operação e destinação final, sendo que esta pode ser a reciclagem. A ausência de processos eficazes



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

na reciclagem compromete o aproveitamento de materiais de alto valor, como aço, outras ligas metálicas e equipamentos eletrônicos, resultando em perdas econômicas (ElMenshawy; Ülkü; Hsuan, 2024). Embora ofereça potencial de aproveitamento de materiais valiosos, essa etapa também concentra substâncias perigosas e tóxicas que impõem desafios adicionais para a saúde dos trabalhadores e meio ambiente (Chang; Wang; Durak, 2010). A relevância do tema cresce diante do envelhecimento das embarcações marítimas, que reforça a necessidade de práticas adequadas (Li *et al.*, 2022).

Entre as diferentes tipologias de embarcações envolvidas nesse processo, os navios militares merecem atenção especial. Essas unidades frequentemente contêm substâncias tóxicas e materiais atualmente proibidos na construção naval, além de equipamentos e sistemas de uso específico das forças armadas. Muitos desses navios foram incorporados há mais de duas décadas, período em que o emprego de tais agentes poluentes ainda era permitido. Assim, podem representar fontes potenciais de poluição atmosférica, vazamentos de óleo, descarte inadequado de resíduos e ruído subaquático, exigindo cuidados adicionais durante sua desativação (Nunes; Torquato, 2022).

De uma forma geral, a reciclagem de navios é regida por normas internacionais que estabelecem padrões de segurança e proteção ambiental. Essa atividade tem se mostrado predominante em países em desenvolvimento e envolve diversos atores, entre eles armadores, corretores, estaleiros de desmonte, trabalhadores, financiadores, órgãos reguladores e consumidores de materiais recuperados (Sant'Ana; Silva Filho; Pereira, 2023).

Embora as embarcações militares não estejam contempladas no texto da Convenção Internacional de Hong Kong para a Reciclagem Segura e Ambientalmente Adequada de Navios (HKC, 2009), bem como do Regulamento Europeu para a Reciclagem de Navios nº 1257/2013 (EU SRR, 2013), os princípios e diretrizes apresentados nesses regulamentos configuram boas práticas que podem ser incorporadas pelo setor militar durante o processo de desfazimento de suas embarcações marítimas.



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

Este trabalho tem como objetivo realizar um levantamento bibliográfico exploratório sobre a reciclagem de embarcações militares no cenário internacional, identificando diretrizes e regulamentações, experiências práticas e tecnologias empregadas, de modo a fornecer subsídios para futuras discussões sobre o tema no Brasil.

As informações levantadas no presente trabalho poderão servir de base para iniciativas acadêmicas, industriais e governamentais, capazes de orientar o Brasil na formulação de um modelo próprio de reciclagem de embarcações militares, alinhado às melhores práticas internacionais, o que justifica a pesquisa.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Conceitos básicos sobre reciclagem de navios

A reciclagem de navios consiste no processo de desmantelamento total ou parcial de uma embarcação em uma Instalação de Reciclagem de Navios (IRN), com o objetivo de recuperar componentes e materiais passíveis de reutilização ou reprocessamento. Esse processo inclui a remoção e o gerenciamento de substâncias potencialmente perigosas, bem como o armazenamento e o tratamento de materiais e resíduos dentro da própria instalação, excluindo-se, entretanto, o processamento subsequente ou a disposição final em locais externos (HKC, 2009).

Os navios mercantes são tratados como unidades que seguem um fluxo de reciclagem em estaleiros/áreas, com etapas bem definidas de desmontagem, elaboração de inventário de materiais perigosos, limpeza de tanques e corte em blocos para posterior processamento e comercialização das sucatas (Mehtaj *et al.*, 2024). Esses processos envolvem diversos riscos, e as condições de segurança em estaleiros de reciclagem situados em países em desenvolvimento são notoriamente precárias, onde as taxas de acidentes são elevadas e as mortes frequentes, resultantes de quedas, explosões, exposição a gases tóxicos ou ruptura de cabos (Du *et al.*, 2018).



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

No setor de óleo e gás, este processo é conhecido como descomissionamento, que pode ser definido como o conjunto de ações técnicas e administrativas que visa à retirada de serviço, abandono e destinação final de uma instalação de exploração e produção de petróleo e gás natural, garantindo a integridade das pessoas, do meio ambiente e das atividades econômicas associadas (ANP, 2020). Esse processo envolve etapas que incluem a desativação dos sistemas operacionais, a remoção de equipamentos e materiais perigosos, a descontaminação de tanques e compartimentos, e a preparação da embarcação para sua destinação final, que pode ser a reciclagem. O objetivo central do descomissionamento é assegurar que a retirada do ativo não cause impactos negativos à segurança, à saúde humana e ao meio ambiente.

Para navios mercantes, o processo é diferente, uma vez que o mesmo pode chegar à instalação de reciclagem por meios próprios ou rebocado. Geralmente, estas embarcações apresentam menores níveis de contaminações por alguns materiais perigosos (Ocampo; Pereira, 2019), quando comparados com aquelas empregadas no setor de óleo e gás, o que facilita o processo de reciclagem.

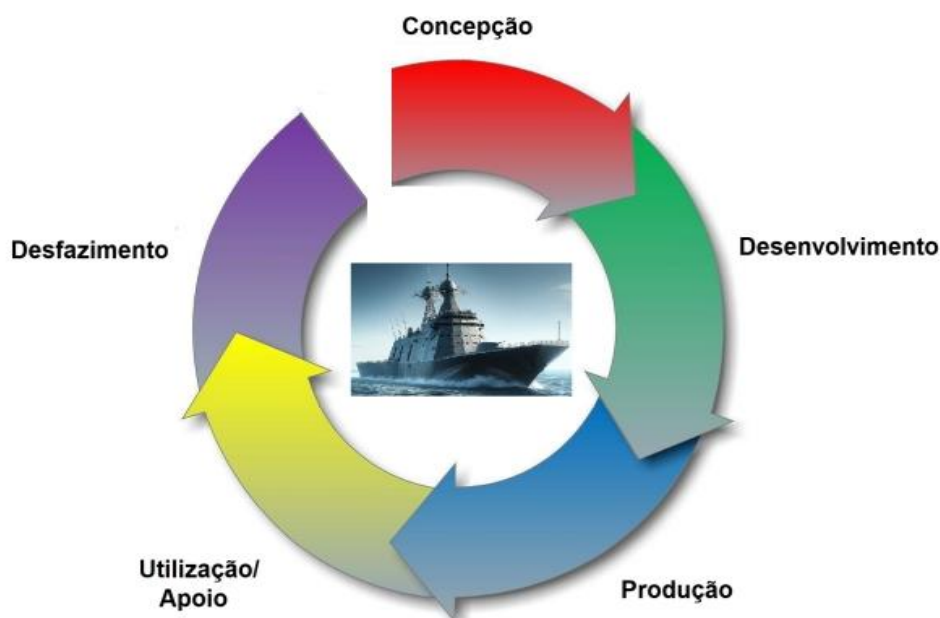
A reciclagem corresponde ao desmonte da estrutura do navio e posterior segregação, processamento e reintrodução dos materiais nas cadeias produtivas. Segundo a Organização Marítima Internacional (IMO), trata-se de um processo industrial controlado que envolve o desmantelamento seguro da embarcação, a recuperação de componentes e metais, e a gestão ambientalmente adequada de resíduos perigosos (HKC, 2009).

A reciclagem busca maximizar o aproveitamento de materiais, especialmente o aço, que pode representar mais de 80% da massa estrutural de um navio (Ocampo; Pereira, 2019), reduzindo a necessidade de extração de matérias-primas virgens e minimizando as emissões de gases de efeito estufa associadas à produção de novos insumos metálicos (Mishra, 2025). Além disso, a reciclagem de embarcações permite fornecer equipamentos e sistemas para um mercado de segunda mão (Chockalingam; Sivasami; Thangalakshmi, 2022) com alta taxa de reuso, na ordem de 95% (Ocampo; Pereira, 2019) dos componentes das embarcações sendo reinseridos no canal logístico reverso.

2.2. Conceitos básicos sobre reciclagem de navios militares

Em relação a navios militares, o descomissionamento dá início quando essas embarcações chegam no final de seu ciclo de vida conhecido como "*Laid Up*" ou desfazimento (Figura 1). O *Laid Up* ocorre quando a embarcação é retirada de operação, podendo ser vendida, mantida em reserva ou enviada para reciclagem (Cunha, 2023). A Figura 1 mostra as fases do ciclo de vida de um sistema de defesa.

Figura 1 - Fases do ciclo de vida de um sistema de defesa



Fonte: Agência Marinha de Notícias (2024).

As embarcações militares também possuem algumas particularidades quanto ao seu descomissionamento em relação a outras embarcações, pois as convenções sobre poluição, como a MARPOL 73/78 e a HKC, dão isenção para os navios de guerra, o que significa que eles não precisam aderir a esses regulamentos (Cunha, 2023). Assim, as questões legislativas sobre embarcações militares abrem várias lacunas legais sobre a responsabilidade dessas embarcações acerca de, principalmente, questões ambientais.



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

No setor militar brasileiro, quando uma embarcação chega ao final da vida, a organização militar pode tomar a decisão de conduzir o deferimento da instalação. Conforme a Diretoria-Geral do Material da Marinha DGMM-0200 (Marinha do Brasil, *s.d.*), ele ocorre de forma planejada, passando por etapas de preparação, execução e finalização, com foco na segurança, na sustentabilidade e na conformidade com normas técnicas e ambientais.

As principais formas de destinação dos meios navais desativados são o alijamento controlado (afundamento), a reciclagem, a conversão para outras finalidades, como alvos em treinamentos, e a venda como meio. A execução é conduzida pelos setores operativos e de material da Força, com apoio da Empresa Gerencial de Projetos Navais (EMGEPRON), exigindo estudos ambientais, planos de gerenciamento de riscos e inventários de materiais perigosos que assegurem o controle dos impactos ao meio ambiente (Marinha do Brasil, 2025).

Embora o descomissionamento de embarcações, inclusive das militares, esteja associado a práticas de reciclagem e reaproveitamento de materiais, o processo ainda envolve riscos ambientais significativos. Navios militares, em especial, podem gerar diferentes formas de poluição, como a emissão de gases de efeito estufa, o derramamento de óleo, o lançamento de resíduos sólidos no mar, a descarga de água de lastro e o descarte inadequado de substâncias nocivas. Além desses aspectos, a comunicação acústica submarina e o uso de sonares militares têm sido apontados como fontes de perturbação à biota marinha, afetando especialmente espécies sensíveis à propagação de ruídos subaquáticos (Primo; Barreto; Mont'Alverne, 2018).

Os navios militares, também, podem oferecer riscos de poluição devido às suas características específicas de operação e de manutenção. Devem ser considerados ainda os resíduos tecnológicos inerentes às operações militares e ao uso de armamentos e de munições (Bilgili, 2020). Os fatores ambientais, somados à ausência de um marco regulatório consolidado, evidenciam a urgência de políticas públicas voltadas ao descomissionamento e a reciclagem responsável destas embarcações.



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

No Brasil, ainda se observa a ausência de um modelo nacional integrado que regule o destino das embarcações militares desativadas. A permanência prolongada de cascos obsoletos em portos e arsenais acarreta custos logísticos e potenciais riscos ambientais, como evidenciado em estudos que analisam a acumulação de embarcações na Baía de Guanabara (Angelo; Rodrigues; Pereira, 2022).

Além disso, episódios como o afundamento do porta-aviões São Paulo em alto-mar revelam fragilidades institucionais e lacunas normativas, trazendo à tona preocupações socioambientais em escala nacional (Bechara, 2023).

A literatura técnico-científica recente enfatiza que o descomissionamento não deve ser compreendido apenas como o descarte final de ativos, mas como uma oportunidade para inovação tecnológica, geração de empregos e fortalecimento da base industrial de defesa. Inserida em uma lógica de economia circular, a reciclagem naval permite reduzir dependências externas e alinhar o país aos compromissos internacionais de sustentabilidade, como os estabelecidos pela Organização Marítima Internacional, que fornece diretrizes específicas para o inventário e a gestão de materiais perigosos (IMO, 2023; Lin *et al.*, 2022). Nesse sentido, abre-se um espaço estratégico de desenvolvimento para que a Marinha do Brasil consolide práticas próprias, adaptadas à realidade nacional (Estado-Maior da Armada, 2024).

3. MÉTODO

A metodologia deste trabalho baseia-se em uma revisão bibliográfica de caráter exploratório e descritivo, voltada à identificação de diretrizes, experiências e tecnologias aplicadas à reciclagem de embarcações militares no cenário internacional. Para a realização do levantamento, foram consultadas bases de dados acadêmicas como Scopus, Web of Science e Google Scholar, utilizando-se combinações de palavras-chave em português e inglês, tais como “*reciclagem de embarcações militares*”, “*military ship recycling*”, “*warship dismantling*” e “*naval vessel decommissioning*”.



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

Além das bases científicas, foram examinados relatórios técnicos e normativos elaborados por organismos internacionais, como a Organização Marítima Internacional (IMO) e a União Europeia, além de documentos publicados por marinhas estrangeiras, como a dos Estados Unidos e do Reino Unido. Também foram incluídas publicações de organizações não governamentais, como a *NGO Shipbreaking Platform*, reconhecidas por registrar práticas, impactos e tendências no setor.

Os critérios de seleção priorizaram publicações e relatórios produzidos nas últimas duas décadas, de forma a contemplar práticas recentes, sem deixar de lado referências históricas fundamentais para compreender a evolução das políticas e tecnologias aplicadas ao descomissionamento militar. Foram considerados apenas documentos que apresentassem dados técnicos, regulatórios ou estudos de caso, sendo excluídas fontes de caráter opinativo.

A análise foi conduzida de maneira qualitativa, organizada em etapas sucessivas. Primeiramente, foram sistematizadas as diretrizes e marcos regulatórios identificados na literatura. Em seguida, foram compiladas experiências documentadas de países que possuem programas de reciclagem de embarcações militares, assim como as principais tecnologias empregadas nesse processo. Por fim, os benefícios e desafios apontados pela literatura foram reunidos, permitindo estruturar um panorama internacional que possa servir como subsídio a discussões futuras sobre a viabilidade de iniciativas semelhantes no Brasil.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Diretrizes e experiências internacionais

O descomissionamento e a reciclagem de embarcações vêm sendo progressivamente incorporados ao debate internacional sobre sustentabilidade marítima. Diversos instrumentos legais foram criados para orientar a destinação ambientalmente adequada de navios ao fim de sua vida útil, buscando reduzir riscos à saúde humana e ao meio ambiente. Ainda assim, persistem lacunas normativas, especialmente no tratamento dado



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

às embarcações militares, que possuem regimes jurídicos próprios e não se enquadram integralmente nas convenções civis.

A Convenção de Hong Kong tem como objetivo assegurar que embarcações em fim de vida sejam recicladas de forma segura e sustentável. O tratado estabelece requisitos que abrangem desde o projeto e a operação dos navios até sua preparação para reciclagem, exigindo inventários de materiais perigosos, certificações específicas e autorização dos estaleiros. Também institui mecanismos de fiscalização, inspeção e troca de informações. Apesar dos avanços, sua aplicação é limitada, pois exclui navios de guerra, embarcações com menos de 500 AB (arqueação bruta) e aquelas que operam apenas em águas domésticas, além de não impor métodos obrigatórios de reciclagem, o que reduz sua efetividade global (Chang; Wang; Durak, 2010; Cogliolo, 2015; HKC, 2009).

No âmbito da União Europeia, a atividade de reciclagem de navios evoluiu do regime de controle da movimentação transfronteiriça de resíduos, definido pela Convenção de Basileia (CB, 2019), para um arcabouço normativo próprio estabelecido pelo Regulamento (UE) n. 1257/2013 (EU SRR, 2013). Esse regulamento foi formulado com base nos princípios da Convenção de Hong Kong e buscou adaptar as normas das especificidades da reciclagem naval. Entretanto, não resultou em mudanças estruturais significativas nas condições de trabalho e de gestão ambiental nos principais países recicladores. Em vez disso, concentrou maior responsabilidade nos Estados de bandeira e nos Estados recicladores, considerados os elos mais vulneráveis do sistema regulatório (Moncayo, 2016).

No caso das embarcações militares, cresce a preocupação quanto à ausência de normas internacionais que regulam seus impactos ambientais. Essas embarcações estão sujeitas ao princípio da imunidade soberana, sendo, portanto, exceções a tratados como a Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (CNUDM), a MARPOL 73/78 e a própria HKC (2009) (Almeida; Souza, 2022). Ainda assim, espera-se que os Estados adotem práticas compatíveis com os padrões internacionais de proteção ambiental, reconhecendo o potencial poluidor desses meios navais. A CNUDM impõe, inclusive, a



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

obrigação de que os Estados assegurem que suas embarcações militares atuem, na medida do possível e razoável, em conformidade com a HKC (2009) (Almeida; Souza, 2022).

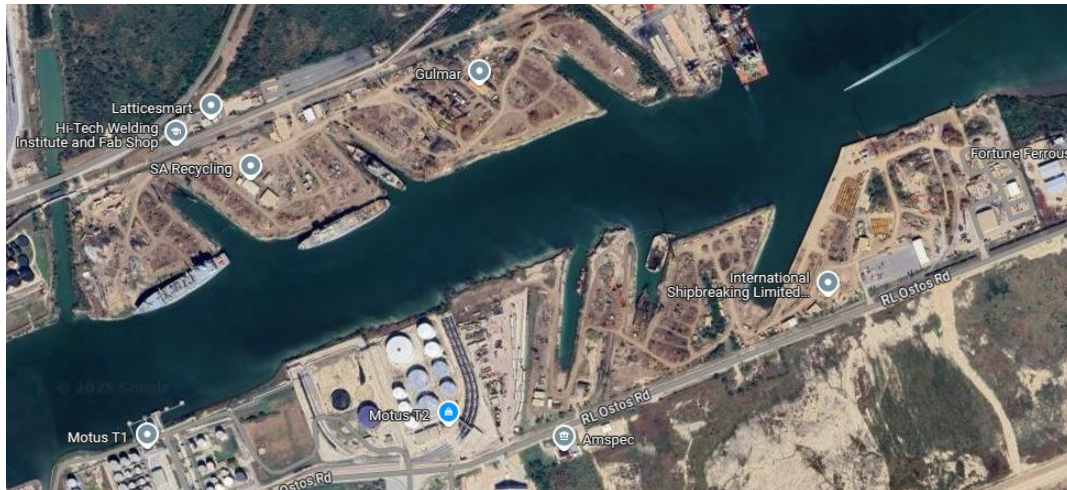
Diante dessas lacunas, diversas marinhas ao redor do mundo têm desenvolvido protocolos próprios de descomissionamento e desfazimento, adaptados às suas necessidades operacionais e requisitos de segurança.

Nos Estados Unidos, o programa de desmantelamento da *Naval Sea Systems Command* (SEA21I) visa reduzir o número de embarcações inativas de forma ambientalmente segura e economicamente eficiente. O processo é realizado em território nacional, garantindo a desmilitarização dos cascos e o descarte controlado de materiais perigosos. As empresas contratadas executam a reciclagem de metais e componentes reaproveitáveis, enquanto a Marinha identifica e reutiliza materiais em outras embarcações ativas, promovendo economia e sustentabilidade operacional (NAVSEA, 2025).

Ainda neste contexto, a Administração Marítima dos Estados Unidos (MARAD) periodicamente realiza o desmantelamento de seus navios e a reciclagem de partes e materiais. A MARAD adota um modelo contratual híbrido, que geralmente assume a forma de prestação de serviços (*fee-for-service*) ou de acordo de compra de embarcação (*vessel purchase agreement*). De modo proativo, a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA) publicou o documento “*A Guide for Ship Scrappers: Tips for Regulatory Compliance*” com o objetivo de fornecer às instalações de reciclagem de navios uma visão geral dos principais requisitos ambientais e de saúde e segurança do trabalho, principalmente aqueles que estão atuando no segmento militar (United States, *s.d.*).

A Figura 2 mostra uma região estrategicamente vocacionada para atender à demanda de reciclagem de embarcações militares nos Estados Unidos, localizada em Brownsville, no sul do Texas.

Figura 2 – Instalações de reciclagem de navios localizadas em Brownsville (EUA)



Fonte: Google Maps 2025.

A título de exemplo, a Figura 3 ilustra a chegada do navio USS John F. Kennedy para ser reciclado pela empresa International Shipbreaker, localizado nesta região, a qual se consolidou com um polo de reciclagem de navios militares.

Figura 3 – Recepção do navio USS John F. Kennedy para reciclagem em Brownsville (EUA)



Fonte: Inспенet (2025).

Na França, Delgado *et al.* (2021) destacam que o caso do porta-aviões *Clemenceau* representou um marco regulatório após intensas críticas internacionais, resultando em

maior alinhamento às normas da HKC. Faria (2024) observa que a integração entre de defesa e a indústria nacional contribuiu para o aproveitamento econômico nos processos franceses, enquanto Fernandes, Silva Filho e Pereira (2022) acrescentam que práticas sustentáveis aplicadas no setor de óleo e gás podem ser adaptadas para a reciclagem de meios militares.

O processo francês de descomissionamento e reciclagem é conduzido sob rigoroso controle estatal, coordenado pela *Direction Générale de l'Armement* (DGA) e pela *Marine Nationale*, em conformidade com as normas da União Europeia e da HKC. As operações priorizam a rastreabilidade de materiais perigosos, a gestão adequada de resíduos e a certificação ambiental dos estaleiros. O estaleiro *Les Recycleurs Bretons*, por exemplo, atua sob padrões ISO 14001 em suas instalações e, por meio da subsidiária *Navaleo*, realiza atividades de desmantelamento e descontaminação naval, refletindo uma política de defesa orientada pela sustentabilidade e pela economia circular (Les Recycleurs Bretons, *s.d.*).

Na Índia, inserida no eixo Ásia–Oriente Médio, o processo de descomissionamento e reciclagem naval é conduzido por uma indústria de grande escala, concentrada em Alang, no estado de Gujarat — um dos maiores complexos do mundo. O país promulgou, em 2019, o *Recycling of Ships Act*, legislação que consolidou o alinhamento às normas internacionais e à HKC (Índia, 2019; IMO, 2020).

Firdaus e Adiputra (2024) destacam, contudo, que persistem desafios de implementação, especialmente nas áreas de segurança ocupacional e gestão ambiental. O modelo indiano combina eficiência econômica e geração de empregos, refletindo uma estratégia de desenvolvimento industrial voltada à sustentabilidade. Nos últimos anos, o governo tem ampliado os investimentos em certificação de estaleiros e monitoramento ambiental, buscando elevar os padrões técnicos e de governança do setor.

Na Turquia, o setor de descomissionamento e reciclagem naval consolidou-se como um dos principais polos mundiais, embora ainda enfrente críticas ambientais em razão do alto

volume de navios recebidos sem inventário de materiais perigosos ou inventários incompletos (Lin *et al.*, 2022). O país apresenta um modelo intermediário, caracterizado pela integração entre defesa e indústria civil, com destaque para o estaleiro de Aliaga, supervisionado pelo Ministério do Meio Ambiente e Urbanização, que se tornou referência regional na reciclagem de embarcações militares e mercantes.

O estaleiro turco Leyal Ship Recycling Group (*LEYAL Gemi Söküm*), por exemplo, realizou a reciclagem de diversos navios militares britânicos, como o *HMS Invincible*, *HMS Exeter*, *HMS Southampton* e *HMS Nottingham* em 2011; o *RFA tanker Oakleaf* em 2010; e o *HMS Cardiff*, *HMS Newcastle* e *HMS Glasgow* entre 2008 e 2009 (United Kingdom, 2011; Leyal Ship Recycling Group, *s.d.*).

A Turquia adota procedimentos padronizados de desmantelamento, controle de substâncias tóxicas e reciclagem de metais, em conformidade com a legislação europeia e a Convenção da Basileia. Suas operações são frequentemente citadas como exemplo de equilíbrio entre eficiência industrial e conformidade ambiental, reforçando o papel do país como elo estratégico entre a Europa e o Oriente Médio nesse segmento (Shipbreaking Platform, 2023; Leyal Ship Recycling Group, *s.d.*).

De forma geral, as experiências de cada país demonstram que o sucesso do descomissionamento e da reciclagem de embarcações militares depende da combinação entre arcabouço regulatório claro, infraestrutura certificada e políticas públicas que conciliam segurança, sustentabilidade e viabilidade econômica.

4.2. Diretrizes e experiências no Brasil

No Brasil, o tema é conduzido pela Marinha do Brasil, que, por meio da norma DGMM-0200, que define o processo de desfazimento de meios navais, aeronavais e de fuzileiros navais, incorporando exigências ambientais, técnicas e de segurança institucional. Essa iniciativa reflete o esforço nacional para alinhar-se às diretrizes internacionais de reciclagem naval e consolidar um modelo próprio, adaptado à realidade e à estrutura da defesa brasileira (Marinha do Brasil, 2025).



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

O descomissionamento e desfazimento de embarcações militares no Brasil têm sido realizados rotineiramente por meio de leilões públicos coordenados pela EMGEPRON, empresa estatal responsável pela gestão de ativos navais. Em muitos casos, essas embarcações foram enviadas ao exterior para desmantelamento completo e recuperação de materiais em estaleiros estrangeiros (Marinha do Brasil, 2024).

Os desafios que cercam o descomissionamento militar no Brasil são múltiplos, os autores Ângelo, Rodrigues e Pereira (2022) destacam a inexistência de estaleiros certificados para reciclagem naval no Brasil, o que obriga a Marinha do Brasil a buscar alternativas externas. Um exemplo emblemático é o do porta-aviões *Minas Gerais*, que foi exportado para Alang, na Índia, em 2004, para ser desmantelado por meio do método “*beaching*” prática que consiste em encalhar a embarcação em áreas de maré baixa para possibilitar o corte manual e as operações de reciclagem (Mesquita, 2015).

Legalmente, embora existam iniciativas como o PL n. 1.584/2021 e a Lei Estadual n. 10.028/2023, falta um marco federal consolidado que abranja embarcações militares, alinhando o país às práticas internacionais (Brasil, 2021; Brasil, 2023). Ambientalmente, Pinto (2024) reforça os riscos relacionados ao amianto, às bifenilas policloradas (PCBs), metais pesados, entre outros contaminantes, que exigem protocolos de segurança ainda pouco aplicados no Brasil.

O caso do ex-porta-aviões *São Paulo* expôs fragilidades estruturais e institucionais significativas na capacidade do Brasil de gerenciar a fase de fim de vida de grandes ativos navais. O processo de descomissionamento e reciclagem da embarcação não foi concluído conforme o planejado, resultando em seu afundamento intencional (Figura 4) a aproximadamente 350 km da costa brasileira, próximo ao estado de Pernambuco (Marinho, 2025). Esse episódio destacou a ausência de infraestrutura nacional e de coerência regulatória necessárias para uma reciclagem segura e ambientalmente adequada de embarcações militares. Além do fato do navio conter em suas estruturas uma enorme quantidade de materiais perigosos (IBAMA, 2023).

Figura 4 - Imagem do afundamento do ex-porta-aviões São Paulo na costa de Pernambuco



Fonte: Marinho (2025).

No mesmo contexto regulatório, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) lançou recentemente uma consulta pública no âmbito da Convenção da Basileia, referente ao plano de desmantelamento do navio de apoio *NSS Felinto Perry* na Turquia. Embora a embarcação tenha sido leiloadada em 2024, ela permanece em território brasileiro, aguardando autorização para exportação e posterior reciclagem em conformidade com os padrões internacionais de segurança e meio ambiente (IBAMA, 2025).

O Quadro 1 sintetiza os principais desafios do descomissionamento de navios militares brasileiros, de ordem logística, legal, ambiental e tecnológica.

Quadro 1 - Principais desafios do descomissionamento de navios militares

Dimensão	Principais desafios	Autores
Logística	Falta de IRNs certificadas; dependência externa	Angelo, Rodrigues e Pereira (2022)
Legal	Ausência de marco federal abrangente; fragmentação normativa	Brasil (2021; 2023)
Ambiental	Gestão de resíduos perigosos (amianto, PCBs e metais); possível presença de materiais radioativos	Pinto (2024); Hall, Grubb e Williams (2014)
Tecnológica	Deficiência em corte controlado, rastreadabilidade digital	Firdaus e Adiputra (2024)

Fonte: Próprios autores (2025).

No plano logístico, a inexistência de estaleiros certificados de grande porte no país compromete a autonomia operacional da Marinha e força a busca por alternativas externas, com aumento de custos e perda de rastreabilidade dos processos. Essa lacuna foi identificada por Angelo, Rodrigues e Pereira (2022), que associam a ausência de infraestrutura especializada ao prolongamento do tempo de inatividade dos cascos e ao acúmulo de passivos ambientais em portos e arsenais.

Do ponto de vista legal, a fragmentação normativa permanece como um entrave crítico. Embora haja iniciativas como o Projeto de Lei n. 1.584/2021, em tramitação no Congresso Nacional (Brasil, 2021), e a Lei Estadual n. 10.028/2023, promulgada no Rio de Janeiro (Brasil, 2023), não abarcam embarcações militares. Essa ausência, apontada também em análises institucionais (Brasil, 2025), gera insegurança jurídica, sobreposição de competências e limita a aderência do país às convenções internacionais, em especial ao atendimento aos critérios estabelecidos pela HKC, deixando a adoção de ações voluntárias pelas organizações militares, em relação às boas práticas para a reciclagem de suas embarcações.



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

No campo ambiental, a gestão de materiais perigosos é um ponto central de vulnerabilidade. Pinto (2024) destaca os riscos de exposição a amianto, PCBs e metais pesados durante o desmantelamento, evidenciando a ausência de protocolos nacionais robustos de contenção e descarte. Essa lacuna compromete não apenas a conformidade ambiental, mas também a saúde ocupacional dos trabalhadores envolvidos no processo, distanciando o Brasil das práticas internacionais já consolidadas pela IMO (2023) e pelo Regulamento Europeu de Reciclagem Naval (EU SRR, 2013).

A dimensão tecnológica reforça esse diagnóstico de fragilidade estrutural. Firdaus e Adiputra (2024) destacam que a degradação estrutural dos cascos exige tecnologias avançadas de corte, descontaminação e rastreabilidade digital para reduzir os riscos operacionais e ambientais. A carência de soluções nacionais nessas áreas limita a eficiência e a competitividade da indústria de defesa brasileira frente a polos consolidados na Ásia, como Índia e Turquia, que, embora enfrentam críticas ambientais, operam em escala e com custos significativamente inferiores (Lin *et al.*, 2022).

Nesse contexto, Gunbeyaz, Kurt e Turan (2020) analisaram diferentes tecnologias de corte aplicáveis à reciclagem naval, destacando o predomínio do método oxigás (*oxy-fuel*), cuja produtividade média alcança cerca de 600 mm min^{-1} em cortes horizontais e 300 mm min^{-1} em cortes verticais. Apesar do baixo custo inicial, o processo apresenta menor rendimento e maior tempo de preparação, sobretudo quando há a necessidade de remoção de tintas e resíduos combustíveis.

O corte por plasma demonstrou desempenho superior, com aumento de produtividade de aproximadamente 60% e melhor qualidade superficial, reduzindo a formação de escória e o pré-aquecimento do material. Já o corte por jato de água abrasivo mostrou-se menos viável economicamente para a reciclagem naval, devido ao maior custo inicial, menor velocidade e maior tempo de preparação. Esses resultados evidenciam que a incorporação de tecnologias mais modernas pode ampliar a eficiência, reduzir impactos ambientais e aumentar a competitividade do setor de desmantelamento naval (Gunbeyaz, Kurt e Turan, 2020).

Em conjunto, os achados apontam que a superação das barreiras requer a adoção de medidas articuladas, tais como: a consolidação de um marco legal federal robusto, conforme sugerem Brasil (2021; 2023; 2025); o investimento em infraestrutura certificada, em resposta à lacuna logística descrita por Angelo, Rodrigues e Pereira (2022); a implementação de protocolos ambientais compatíveis, de acordo Pinto (2024) e IMO (2023); e o estímulo à inovação tecnológica em parceria com a Base Industrial de Defesa, nos termos defendidos por Firdaus e Adiputra (2024) e Delgado *et al.* (2021). Sem esses elementos, o Brasil permanecerá dependente de soluções externas, vulnerável a passivos ambientais e limitado em sua capacidade de transformar o descomissionamento em vetor de sustentabilidade e soberania estratégica.

O aperfeiçoamento das práticas de descomissionamento militar exige a integração entre tecnologia, regulação e gestão ambiental. Isso implica em desenvolver métodos de corte e descontaminação mais seguros, padronizar critérios técnicos de rastreabilidade e ampliar a cooperação entre as marinhas, centros de pesquisa e estaleiros especializados, de modo a garantir eficiência operacional e reaproveitamento responsável dos materiais. Conduzido sob princípios de sustentabilidade e rastreabilidade, o desmantelamento de embarcações militares deixa de representar um passivo e se consolida como uma oportunidade de inovação tecnológica e fortalecimento das capacidades marítimas em escala global.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo demonstra que o descomissionamento e a reciclagem de embarcações militares configuram um campo estratégico ainda pouco explorado no Brasil, embora sejam amplamente reconhecidos no cenário internacional como instrumentos de sustentabilidade, inovação e soberania tecnológica. A análise das experiências estrangeiras evidencia que países como Estados Unidos, França, Turquia e Índia avançaram de forma significativa na consolidação de marcos regulatórios, certificação ambiental e integração entre defesa e indústria, o que lhes permite tratar o “fim de vida” das embarcações como uma etapa produtiva do ciclo, e não como um passivo.



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

No contexto brasileiro, observa-se que a ausência de um marco legal federal consolidado e de instalações certificadas para reciclagem naval compromete a efetividade das ações conduzidas pela Marinha do Brasil e pela EMGEPRON. A dependência de estruturas estrangeiras para o desfazimento de cascos, aliada à fragmentação normativa, eleva os custos logísticos, aumenta os riscos de passivos ambientais e limita o aproveitamento econômico dos materiais recicláveis, especialmente do aço, que representa mais de 80% da massa estrutural das embarcações. A inexistência de um sistema de rastreabilidade ambiental e de protocolos nacionais para o manejo de substâncias perigosas, como amianto, PCBs e metais pesados, amplia a vulnerabilidade operacional e ambiental do país.

Os casos internacionais analisados revelam que a governança integrada é o principal fator de sucesso nos programas de reciclagem de navios militares. Nos Estados Unidos, o modelo NAVSEA combina segurança, rastreabilidade e geração de valor por meio do reaproveitamento de componentes e metais, com ênfase em contratos de desempenho e parcerias público-privadas. Na França, a gestão centralizada pela Direction Générale de l'Armement (DGA) e o uso de instalações certificadas pelo ISO 14.001 garantem conformidade ambiental e eficiência industrial. Já a Índia e a Turquia consolidaram complexos industriais de grande escala, combinando baixo custo e melhoria gradual de padrões técnicos e ambientais, sustentados por legislação própria e crescente aderência à Convenção de Hong Kong.

É importante destacar a necessidade de incorporar a reciclagem de embarcações militares à lógica da economia circular, reconhecendo-a como etapa importante para reduzir a pegada de carbono da indústria siderúrgica e para fortalecer a soberania ambiental e tecnológica brasileira. A integração entre academia, setor produtivo e instituições militares pode consolidar o Brasil como referência latino-americana nesse campo, promovendo simultaneamente geração de empregos qualificados, capacitação técnica e desenvolvimento sustentável.



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

Conclui-se, portanto, que a reciclagem de embarcações militares deve ser tratada como uma política de Estado, e não apenas como um problema logístico ou ambiental. O “fim de vida” precisa ser planejado desde o projeto da embarcação, com métricas de desempenho, rastreabilidade e reutilização. A adoção de práticas inspiradas nos modelos internacionais e adaptadas à realidade nacional poderá transformar o atual passivo representado pelos cascos inativos em um ativo estratégico, econômico, tecnológico e ambiental.

6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e ao Centro de Estudos para Sistemas Sustentáveis (CESS) da Universidade Federal Fluminense (UFF) pelo apoio concedido, fundamental para a realização desta pesquisa e para o fortalecimento da produção científica nacional.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA MARINHA DE NOTÍCIAS. Gestão do ciclo de vida: uma abordagem estratégica para a Marinha do Brasil. **Marinha do Brasil**, 2024. Disponível em: <https://www.agencia.marinha.mil.br/especial/gestao-do-ciclo-de-vida-uma-abordagem-estrategica-para-marinha-do-brasil>. Acesso em: 22 out. 2025.

ALMEIDA, N. N.; SOUZA, C. C. T. Uma visão da gestão ambiental de meios navais nacionais a partir das normas da Marinha do Brasil. **Revista da Escola de Guerra Naval**, v. 28, n. 2, p. 723–754, 2022.

ANP. Agência Nacional do Petróleo. **Resolução ANP n. 817, de 24 de abril de 2020**. Dispõe sobre o descomissionamento de instalações de exploração e de produção de petróleo e gás natural, a inclusão de área terrestre sob contrato em processo de licitação, a alienação e a reversão de bens, o cumprimento de obrigações remanescentes, a devolução de área e dá outras providências. 2020. Disponível em: <https://atosoficiais.com.br/anp/resolucao-n-817-2020>. Acesso em: 12 ago. 2024.



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

ÂNGELO, A. C. M.; RODRIGUES, L. M.; PEREIRA, N. N. Estabelecimento de um procedimento para hierarquização da remoção das embarcações abandonadas na Guanabara. *In*: CONGRESSO INTERNACIONAL DE TRANSPORTE AQUAVIÁRIO, CONSTRUÇÃO NAVAL E OFFSHORE – SOBENA, 29, 2022, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SOBENA, 2022. ISSN 1679-3962. Disponível em: <https://proceedings.science/sobena-congresso/sobena-2022/trabalhos/estabelecimento-de-um-procedimento-para-hierarquizacao-da-remocao-das-embarcacoes?lang=pt-br>. Acesso em: 30 jul. 2025.

BECHARA, V. O polêmico porta-aviões que a Marinha brasileira afundou em alto-mar. **Veja**, Coluna Maquiavel, São Paulo, 4 fev. 2023. Disponível em: <https://veja.abril.com.br/coluna/maquiavel/o-polemico-porta-avioes-que-a-marinha-brasileira-afundou-em-alto-mar>. Acesso em: 21 jul. 2025.

BILGILI, L. Análise ambiental e econômica de cenários de gerenciamento de resíduos para um navio de guerra na perspectiva do ciclo de vida. **Revista de Ciclos de Materiais e Gestão de Resíduos**, Balikesir, Turquia, v. 22, p. 1113–1125, 2020.

BRASIL. Congresso Nacional. **Projeto de Lei nº 1.584, de 2021**. Dispõe sobre diretrizes para o descomissionamento e reciclagem de embarcações e estruturas offshore. Brasília, DF: Câmara dos Deputados, 2021. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/noticias/1073129-comissao-debate-proposta-que-trata-da-reciclagem-de-embarcacoes-e-plataformas/>. Acesso em: 10 set. 2025.

BRASIL. Estado do Rio de Janeiro. **Lei nº 10.028, de 21 de julho de 2023**. Dispõe sobre a reciclagem de embarcações no Estado do Rio de Janeiro. *Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro*, Rio de Janeiro, 21 jul. 2023. Disponível em: <https://www.mattosfilho.com.br/en/unico/state-law-ship-recycling-rj/>. Acesso em: 10 set. 2025.



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

BRASIL. Congresso Nacional. **Comissão aprova novas regras sobre reciclagem de navios no Brasil**. Brasília, DF: Câmara dos Deputados, 2025. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/noticias/1171378-comissao-aprova-novas-regras-sobre-reciclagem-de-navios-no-brasil/>. Acesso em: 10 set. 2025.

BRASIL. Ibama. *Ex-navio São Paulo: informações essenciais*. Brasília: Ibama, 19 jan. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/notas/2023/ex-navio-sao-paulo-informacoes-essenciais>. Acesso em: 26 out. 2025.

CB. Basel Convention. Environment Programme (UNEP). **Basel Convention on the control of transboundary movements of hazardous wastes and their disposal**. Protocol on Liability and compensation for damage resulting from transboundary movements of hazardous wastes and their disposal. 2019. Disponível em: <https://www.basel.int/TheConvention/Overview/TextoftheConvention/tabid/1275/Default.aspx>. Acesso em: 20 maio 2024.

CHANG, Y. C.; WANG, N.; DURAK, O. S. Ship recycling and marine pollution. **Marine Pollution Bulletin**, Oxford, v. 60, n. 9, p. 1390–1396, 2010.

CHOCKALINGAM, G.; SIVASAMI, K.; THANGALAKSHMI, S. Ship recycling-the need of a life cycle approach. In: OCEANS 2022, Chennai, 2002. **Proceedings [...]**. Piscataway, NJ: IEEE, 2022. p. 1–4.

COGLIOLO, A. Sustainable shipping: green innovation for the marine industry. **Sustainable management of the Mediterranean**, v. 26, p. 65–72, 2015.

CUNHA, E. S. **Processo do ciclo de vida de navios militares sob olhar operacional**. 136 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Estudos Marítimos) – Escola de Guerra Naval, Programa de Pós-Graduação em Estudos Marítimos (PPGEM), Rio de Janeiro, 2023.



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

DELGADO, F. *et al.* **Descomissionamento offshore no Brasil: oportunidades, desafios e soluções.** Rio de Janeiro: FGV Energia, 2021. Disponível em: <https://fgvenergia.fgv.br/publicacoes/descomissionamento-offshore-no-brasil>. Acesso em: 29 mai. 2025.

DU, Z. *et al.* **Análise de materiais perigosos e procedimentos de descarte durante a reciclagem de navios. Recursos, Conservação e Reciclagem,** Amsterdam, v. 131, p. 158–171, 2018.

ELMENSHAWY, O. M.; ÜLKÜ, M. A.; HSUAN, J. Navigating green ship recycling: a systematic review and implications for circularity and sustainable development. **Sustainability**, Basel, v. 16, n. 17, p. 7407, 2024.

ESTADO-MAIOR DA ARMADA. Centro de Estudos Político-Estratégicos da Marinha. Relatório técnico. **O poder naval e os desafios contemporâneos.** Rio de Janeiro: CEPE-MB, 2024. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/cepe/sites/www.marinha.mil.br.cepe/files/RelTec%20Simp%20O%20Poder%20Naval%20e%20os%20desafios%20contempor%20ne.pdf>. Acesso em: 29 jul. 2025.

EU SRR. **European Parliament and Council. Regulation (EU) n. 1257, de 20 de novembro de 2013.** European Parliament and of the Council of 20 November 2013 on ship recycling and amending Regulation (EC) n. 1013/2006 and Directive 2009/16/EC Text with EEA relevance. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legalcontent/EN/ALL/?uri=celex%3A32013R1257>. Acesso em: 25 ago. 2025.



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

FARIA, A. L. **Descomissionamento de navios e ativos offshore:** desafios, oportunidades e geração de capital e renda. 2024. 72 f. Monografia (Curso de Altos Estudos de Política e Estratégia – CAEPE) – Escola Superior de Guerra, Rio de Janeiro, 2024.

FERNANDES, J.; SILVA FILHO, A. B.; PEREIRA, N. N. Uma revisão sistemática sobre as práticas sustentáveis da reciclagem de navios e instalações de exploração e produção de óleo e gás. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE TRANSPORTE AQUAVIÁRIO, CONSTRUÇÃO NAVAL E OFFSHORE – SOBENA, 29., 2022, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SOBENA, 2022. Comunicação oral. ISSN 1679-3962.

FIRDAUS, M. I.; ADIPUTRA, R. Deterioration and imperfection of the ship's structural components and its effects on the structural integrity: a review. **Curved and Layered Structures**, Basel, v. 11, n. 1, 17 maio 2024.

GUNBEYAZ, S. A.; KURT, R. E.; TURAN, O. Investigation of different cutting technologies in a ship recycling yard with simulation approach. **Ships and Offshore Structures**, Abingdon, v. 17, n. 3, p. 564–576, 2022.

HALL, I. P.; GRUBB, K.; WILLIAMS, A. Nuclear Aircraft Carrier Inactivation – Approach for Waste Management and Exposure Reduction – 14201. In: WM SYMPOSIA, 2014, Phoenix, Arizona. **Proceedings...** Phoenix: WM Symposia, 2014.

HKC. **Hong Kong International Convention for the Safe and Environmentally Sound Recycling of Ships.** 2009. Disponível em: <https://www.basel.int/Portals/4/Basel%20Convention/docs/ships/HongKongConvention.pdf>. Acesso em: 15 out. 2025.



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis.

Nota Pública: Consulta para manifestações sobre exportação do navio NSS Felinto Perry para desmantelamento. IBAMA, 27 June 2025, www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/notas/2025/nota-publica-consulta-para-manifestacoes-sobre-exportacao-do-navio-nss-felinto-perry-para-desmantelamento. Accessed 25 Oct. 2025.

IMO. International Maritime Organization. **India accedes to the Hong Kong Convention on Ship Recycling**. London: IMO, 2020. Disponível em: <https://www.imo.org/en/MediaCentre/PressBriefings/pages/20-India-ship-recycling.aspx>. Acesso em: 25 ago. 2025.

IMO. International Maritime Organization. Resolution MEPC.379(80). 2023. **Guidelines for the development of the inventory of hazardous materials**. London: IMO, 2023. MEPC 80/17/Add.1. Disponível em: [https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/Environment/Documents/Ship%20Recycling/RES.MEPC.379\(80\)%20IHM.pdf](https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/Environment/Documents/Ship%20Recycling/RES.MEPC.379(80)%20IHM.pdf). Acesso em: 8 maio 2025.

INDIA. **The Recycling of Ships Act, n. 52 2019**. New Delhi: Ministry of Law and Justice, 2019. Disponível em: https://legislative.gov.in/sites/default/files/A2019-52_0.pdf.

INSPENET. **USS John F. Kennedy arrives at its final destination in the port of Brownsville**. 12 mar. 2025. Disponível em: <https://inspenet.com/en/noticias/the-uss-john-f-kennedy-arrives-at-its-final-destination-in-the-port-of-brownsville-for-recycling/>. Acesso em: 25 out. 2025.

LES RECYCLEURS BRETONS. **Certifications et engagements environnementaux**. Guipavas: Les Recycleurs Bretons, [s.d.]. Disponível em: <https://www.recycleurs-bretons.fr>. Acesso em: 20 ago 2025.



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

LEYAL SHIP RECYCLING GROUP. **Company profile and ship recycling activities.** Izmir: Leyal Gemi Söküm, [s.d.]. Disponível em: <https://www.leyal.com.tr/>. Acesso em: 20 ago 2025.

LI, X. *et al.* A Copula-Bayesian approach for risk assessment of decommissioning operation of aging subsea pipelines. **Process Safety and Environmental Protection**, Oxford, v. 167, p. 412–422, 2022.

LIN, L. *et al.* Unexpected side effects of the EU Ship Recycling Regulation call for global cooperation on greening the shipbreaking industry. **Environmental Research Letters**, Bristol: IOP Publishing, v. 17, n. 4, p. 044024, abr. 2022.

MARINHA DO BRASIL. **Editais de Leilão de Embarcações da EMGEPRON – 015/2025.** 2025 Disponível em: https://www.marinha.mil.br/emgepron/sites/www.marinha.mil.br/emgepron/files/licitacao/editais_completo_015_2025.pdf. Acesso em: 20 ago 2025.

MARINHA DO BRASIL. **Diretoria Industrial da Marinha. (DIM-30).** Planejamento e execução do descomissionamento e desmantelamento de meios navais: desafios e estratégias para identificar e mitigar os riscos de segurança e contaminação ambiental. Apresentado por Contra-Almirante (RM1) Rudicley Cantarin. Rio de Janeiro: Marinha do Brasil. Disponível em: <https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fsobena.org%2Fassets%2Fweb%2Fimages%2Fuploads%2F6x8ywVbhp3gt54MaBIZzT1EWNi7O9fGJc0jkXRS2QmKHYLreudoqCUPiFvnA.pptx&wdOrigin=BROWSELINK>. Acesso em: 22 out. 2025.

MARINHO, F. CPG Click Petróleo e Gás. **CPG Click Petróleo e Gás.** 10 Feb. 2025, clickpetroleoegas.com.br/apos-navegar-sem-rumo-por-6-meses-porta-avioes-da-marinha-do-brasil-foi-afundado-no-atlantico/. Access: 26 Oct. 2025.



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

MESQUITA, J. L. **Porta-aviões Minas Gerais, triste fim na Índia:** retalhado como sucata. Mar Sem Fim, 12 jun. 2015. Disponível em: <https://marsemfim.com.br/porta-avioes-minas-gerais-triste-fim-na-india-retalhado-como-sucata/>

MEHTAJ, N. *et al.* Processo de reciclagem de navios em Bangladesh e uma avaliação de risco baseada em pesquisa com proposta de mitigação. **Heliyon**, v. 10, e39344, 2024.

MISHRA, Mayank. *Monetising Emission Reductions in the Ship Recycling Industry*. Discussion Paper nº 305. New Delhi: Research and Information System for Developing Countries (RIS), maio 2025. Disponível em: <https://www.ris.org.in>

MONCAYO, G. A. International law on ship recycling and its interface with EU law. **Marine Pollution Bulletin**, Oxford, v. 109, n. 1, p. 301–309, 2016.

NAVSEA. Naval Sea Systems Command. **Ship dismantling** – Inactive Ships Program. Washington, D.C.: Department of the Navy, 2024. Disponível em: <https://www.navsea.navy.mil/Home/Team-Ships/NAVSEA-21/Inactive-Ships/Ship-Dismantling/>. Acesso em: 22 out. 2025.

NUNES, N.; TORQUATO, C. Uma visão da gestão ambiental de meios navais nacionais a partir das normas da Marinha do Brasil. **Revista da Escola de Guerra Naval**, Rio de Janeiro, v. 28, n. 2, p. 723–754, 2022.

OCAMPO, E. S.; PEREIRA, N. N. Can ship recycling be a sustainable activity practiced in Brazil? **Journal of Cleaner Production**, Oxford, v. 224, p. 981–993, 2019.

PINTO, A. M. C. **Desmantelamento de navios: procedimentos, riscos e gestão de materiais perigosos**. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Naval) – Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Joinville, Joinville, 2024.



PRIMO, D. de A. S.; BARRETO, C. P.; MONT'ALVERNE, T. F. Direito internacional e ruído oceânico / Poluição oceânica: Efeitos jurídicos do reconhecimento do som como fonte de poluição. **Veredas do Direito**, Belo Horizonte, v. 15, n. 32, p. 277-295, Maio/Agosto de 2018.

SANT'ANA, J. F.; SILVA FILHO, A. B.; PEREIRA, N. N. Identification of sustainable practices applied to ship recycling. **Journal of Cleaner Production**, v. 389, p. 136050, 2023.

SHIPBREAKING PLATFORM. **Ship Recycling in Turkey: Challenges and Opportunities**. 2023. Disponível em: <https://shipbreakingplatform.org/wp-content/uploads/2023/12/Turkey-Report-2023-NGOSBP.pdf>. Acesso em: 1 ago. 2025.

UNITED KINGDOM. **Disposal of decommissioned Royal Navy vessels**. London: Ministry of Defence, 2011. Disponível em: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/27326/20111208-Disposal_of_RN_Vessels.pdf.

UNITED STATES. Maritime Administration (MARAD). **Ship Dismantling/Recycling**. Washington, D.C.: U.S. Department of Transportation, [s.d.]. Disponível em: <https://www.maritime.dot.gov/national-defense-reserve-fleet/ship-disposal-program/ship-dismantlingrecycling>. Acesso em: 26 out. 2025.

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (IAEA). (2000). Inventory of accidents and losses at sea involving radioactive material (TE-1242). Viena: IAEA.