

A APLICAÇÃO DA ENGENHARIA MULTIDISCIPLINAR NA ATIVIDADE DE DESMANTELAMENTO DE NAVIOS

Eduardo Keller da Mata

eduardokeller@id.uff.br

UFF

João Alberto Neves Dos Santos

joaoneves@id.uff

UFF

Orlando Celso Longo

orlandolongo@id.uff.br

UFF

Cristiane Viana Barbosa

cristiane@barbosasobrinho.com.br

UFF

Resumo: O principal objetivo desse estudo é propor uma metodologia de aplicação da técnica da Engenharia Multidisciplinar ao desmantelamento de navios e estruturas offshore com o intuito de transformar a prática de desmonte, em uma prática segura, sustentável e rentável. O estudo percorre todas as principais etapas da atividade, desde o levantamento inicial, passando pela execução no parque industrial do estaleiro até a separação e destinação final dos resíduos gerados. A pesquisa bibliográfica específica fez uso do método de pesquisa PRISMA e foi planejada de forma sequencial, com as revisões de literatura, identificação das etapas, a verificação e adequação dos modelos existentes. Os resultados alcançados foram a criação de um modelo adaptado que considerou a aplicação da engenharia multidisciplinar em cada método de desmantelamento de navios existente.

Palavras Chave: Desmantelamento - Reciclagem - Navios - Plataformas - Sustentabilidade

1. INTRODUÇÃO

O aumento de resíduos gerados pelas indústrias e pelas cidades está intimamente associado ao crescimento populacional e econômico de uma região, grandes cidades e grandes parques industriais geram quantidades absurdas de resíduos, que resulta em um problema no que diz respeito à remoção e destinação deles. A atual economia é quase que em sua totalidade baseada no transporte, e cerca de 90% desse transporte é realizado pelo mar, assim podemos elencar como grandes atores geradores de resíduos, as indústrias relacionadas ao sistema marítimo mundial de transporte de carga, e de forma coadjuvante apontar também o as indústrias e armadores do mercado de extração e refinamento de óleo e gás. (Fazeres-Ferradosa et al., 2019)

Navios e estruturas offshore são os ativos mais construídos e mais utilizados para transporte, estima-se que a frota anual de navios comerciais em todo mundo seja de 102.000 navios. (Review of Maritime Transport, 2022), e as estruturas fixas offshore tem um número instalado de aproximadamente 1.300 unidades pelo mundo (Fazeres-Ferradosa et al., 2019). Esses navios e plataformas, quando chegam no final de sua vida útil produtiva inevitavelmente precisarão ser descomissionados, desmantelados e reciclados. A reciclagem de embarcações é considerada melhor opção para salvaguarda ecológica, já que 95-98% dos materiais e equipamentos de navios e plataformas de petróleo podem ser reciclados e reaproveitados (Gunbeyaz et al., 2018).

A atividade de desmantelamento de navios atualmente acontece, em sua maioria, em cinco grandes países; Bangladesh, Índia, China, Paquistão e Turquia. (Gunbeyaz et al., 2018). Todos os anos, entre 800 e 1.400 navios são desmantelados nos estaleiros desses países. A maioria dos navios desmantelados nesses países não são provenientes de frotas asiáticas, muitos deles são americanos e europeus, já que para os armadores é substancialmente vantajoso economicamente desmantelar as embarcações nesses países. (Ocampo & Pereira, 2019)

Países como Índia e Bangladesh conseguem preços muito atraentes aos armadores, já que a mão de obra disponibilizada tem valores abaixo do mercado europeu, além disso, suas legislações relacionadas a saúde, segurança e meio ambiente são extremamente liberais. Na maioria dos casos o desmantelamento dos navios é realizado sem uma sequência lógica funcional em virtude da não utilização das técnicas da engenharia multidisciplinar como base para atividade. (Jenssen et al., 2021).

As práticas de desmantelamento de embarcações nesses países são fortemente criticadas pela sociedade mundial, já que colocam em risco todos os trabalhadores envolvidos e o meio ambiente ao seu redor. (Gunbeyaz et al., 2018). O ato de desmontar grandes estruturas de aço é uma atividade extremamente complexa e perigosa. Embora uma grande proporção do peso da estrutura da embarcação seja reutilizável, existem quantidades significativas de plásticos, produtos químicos, líquidos inflamáveis, e outros materiais que devem ser manuseados e separados de forma segura e adequada. (S. M. Hossain et al., 2017)

O foco e objeto principal deste artigo é entender como a aplicação da engenharia multidisciplinar poderá ajudar a nortear o desmantelamento de navios e estruturas offshore, garantindo segurança, preservação do meio ambiente e rentabilidade para os armadores e profissionais envolvidos na atividade.

Este artigo foi organizado e estruturado da seguinte forma; primeiramente será efetuado o tratamento das informações, para assim compor os cenários pretendidos, na segunda etapa será descrito os cenários encontrados e suas implicações práticas e seus parâmetros comparativos, e na última etapa serão apresentadas as conclusões, e as recomendações de continuidade da pesquisa.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. ENGENHARIA MULTIDISCIPLINAR

Em virtude do alcance do acesso à informação do mundo globalizado, os últimos anos tem mostrado uma nova abordagem da organização do trabalho, que tende a ser cooperativo e multidisciplinar, e pode ser realizado por cooperação em escritórios, ou de forma remota com os colaboradores em suas casas. O egresso das instituições acadêmicas para os profissionais tem gerado grandes desafios, o ritmo da modernização tecnológica acelerou e exige dos graduados maior conhecimento, e adicionalmente sejam capazes de se adaptar às tecnologias emergentes. (S. M. Hossain et al., 2017)

À medida que a economia mundial se urbanizou, tornou-se obrigatório para os engenheiros serem capaz de trabalhar em diferentes culturas e disciplinas com uma base sólida e ampla, em conjunto com profissionais especializados e com conhecimento diversificado. (S. M. Hossain et al., 2017)

Em projetos de engenharia multidisciplinar várias disciplinas de engenharia, como engenharia mecânica, elétrica, naval, civil e de software estão envolvidas. Engenheiros criam, modificam e atualizam seus projetos e abastecem de informações outros engenheiros de outras disciplinas simultaneamente, criando assim um modelo de projeto integrado, que permite verificar interferências interdisciplinares e compreender o impacto das mudanças que cada disciplina propõe. (Winkler et al., 2017).

Um projeto de engenharia é complexo e diversificado, durante o processo de concepção, milhares de decisões são tomadas e devem ser realizadas considerando uma séria de restrições, nuances e necessidades inerentes as especificidades do projeto que está sendo confeccionado. (Yan & Sawada, 2006).

2.2. TÉCNICAS DE DESMANTELAMENTO

Diversas técnicas são utilizadas para reciclagem de navios, com custos variados e diferentes graus de impactos ambientais e sociais (K. A. Hossain, 2017), dentre essas técnicas podemos apontar os quatro métodos mais utilizados e conseqüentemente os mais importantes;

2.2.1. “BEACHING”

Neste método, o navio é esvaziado de carga e de lastro, e em seguida, com uso de suas próprias máquinas, é encalhado na praia durante a maré alta, após isso, operários manualmente cortam o navio em pequenas partes. Esse método, por motivos de acesso e de ausência de infraestrutura, não permite a utilização de equipamentos de içamento de carga, que naturalmente deixariam a atividade mais segura. além disso, por ser um trabalho não acompanhando por um grupo de engenharia, a consideração de contenção de substâncias perigosas não é realizada. Esse é o processo usado hoje em 80% da reciclagem de navios, esse método é utilizado atualmente em Bangladesh, Índia e Paquistão. (K. A. Hossain, 2017).

2.2.2. “LANDING”

A diferença desse método para o método “Beaching”, é que ao invés da embarcação ser trazida para terra por suas próprias máquinas, ela é rebocada a através de um guincho e docada em uma carreira de lançamento de concreto ou de madeira. Nesse caso, as partes maiores dos navios são removidas por guindastes moveis, e como é um ambiente minimamente controlado, a prevenção de derramamentos de substâncias tóxicas é melhor acessível, e pode ser melhor gerenciado, este método é utilizado em estaleiros na Turquia. (K. A. Hossain, 2017).

2.2.3. “ALONGSIDE OR PIER BREAKING”

Neste método, o navio é atracado em um cais, desmontado manualmente, e removido através de guindastes fixos no cais, esse desmonte é efetuado começando pela parte superior, que contempla da superestrutura até o convés principal, e posteriormente o desmonte chega ao fundo da embarcação, o corpo ou peças finais de fundo, poderão ser removidas pelos guindastes, de acordo com seu peso, ou poderão ser movimentadas para um dique seco para término do desmonte. Este método é seguido na China, Mianmar e alguns lugares na Europa (K. A. Hossain, 2017).

2.2.4. “DRY-DOCK”

Para esse método, o navio é docado em um dique seco ou flutuante, e a partir disso, desmontado peça por peça. Este método configura um ambiente controlado para a execução da atividade, já que utiliza um ambiente estanque, que poderá posteriormente ser desinfectado e limpo, diminuindo o risco de contaminação ambiental, no entanto, em virtude da diferença de custos em relação aos outros métodos, esse tipo de técnica raramente é utilizada. Os Estados Unidos, Brasil, China e países da Europa tem condições técnicas para realização desse de desmantelamento (K. A. Hossain, 2017).

3. METODOLOGIA

Para a revisão literatura, e pesquisa bibliográfica o trabalho utilizou o método de pesquisa PRISMA - Preferred Reporting Items for Systematic Reviews e Meta-Analyses, cujo diagrama descreve o fluxo de informações e identifica a quantidade de registros encontrados nas diversas fases da pesquisa.(Page et al., 2021).

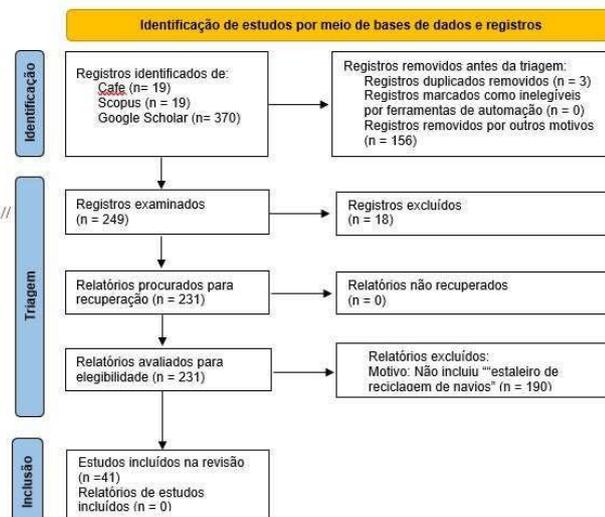


Figura 1. Método de Pesquisa PRISMA

Fonte: Elaborada pelos autores

A sequência metodológica aplicada para execução da proposta está indicada conforme a Tabela 1. O principal objetivo é investigar o assunto de forma metódica, organizada e prática, a fim de gerar resultados científicos relevantes para a comunidade.

Tabela 1. Sequência Metodológica

Item	Descrição	Abordagem	Método	Procedimento
1	Revisão de Literatura	Exploratória	Qualitativo	Pesquisa Bibliográfica

2	Identificação da forma de aplicação da Engenharia Multidisciplinar	Exploratória	Qualitativo	Pesquisa Bibliográfica
3	Identificação dos métodos de desmantelamento de navios em estaleiros	Exploratória	Qualitativo	Pesquisa Bibliográfica
4	Análise da aplicação da Engenharia multidisciplinar durante o processo de desmantelamento para cada método existente	Explicativa	Qualitativo	Ex-post-facto
6	Conclusões	Explicativa	Qualitativo	Pesquisa Bibliográfica

Fonte: Elaborada pelos autores.

4. ANÁLISE DA APLICAÇÃO DA ENGENHARIA MULTIDISCIPLINAR DURANTE O PROCESSO DE DESMANTELAMENTO.

É primordial e importante atentar que cada embarcação é única, e tem formas geométricas, capacidades, peso e tamanho singulares, o que implica em um estudo multidisciplinar de engenharia caso a caso para o desmantelamento, levando em conta todas as fases, inclusive fases anteriores a desmobilização, como por exemplo; a verificação das condições e forma de remoção de equipamentos elétricos, hidráulicos e mecânicos, as condições atuais das estruturas dos tanques, costados e fundo. Também se faz necessário a elaboração de desenhos e documentos que indiquem as diretrizes e sequência dos desmontes, a fim de tornar todo o processo seguro, confiável e rentável.

4.1. ENGENHARIA MULTIDISCIPLINAR APLICADA AO MÉTODO “BEACHING”

O método denominado “Beaching”, é o método mais utilizado para desmantelamento de navios, e também é o mais criticado pela comunidade internacional, em virtude da ausência de regulamentos de proteção para trabalhadores e para meio ambiente (Jenssen et al., 2021). Por esse motivo a aplicação da engenharia multidisciplinar poderá garantir maior segurança na atividade, além de proporcionar novas formas de abordagem no sequenciamento do desmonte e da movimentação das peças removidas.

A Tabela 02, indica aplicação da engenharia multidisciplinar em cada fase do desmantelamento, já considerando que foram realizados projetos anteriores específicos para desmantelamento de cada navio.

Tabela 2. Etapas Método "Beaching"

Etapas Método "Beaching"	Aplicação da Engenharia Multidisciplinar
Encalhe na Praia	1) Utilização da Engenharia ambiental , para verificar a melhor forma e lugar de encalhe, evitando riscos ambientais, riscos com a segurança dos trabalhadores e problemas de acesso aos compartimentos.

	<p>2) Utilização da Engenharia Naval para indicar o posicionamento final do casco e garantir segurança na manobra</p> <p>3) Utilização de Engenharia de Segurança, para garantir segurança aos operários e tripulantes na ocasião do encalhe</p>
Remoção de Resíduos Sólidos	<p>1) Utilização da Engenharia de Segurança para garantir dispositivos de segurança para os operários e Meio ambiente</p> <p>2) Utilização da Engenharia Ambiental para destinação, e movimentação dos resíduos removidos, e a confecção de documentos para licenciamento.</p>
Remoção de Resíduos Líquidos	<p>1) Engenharia naval para verificação das condições estruturais do casco, tanques e estruturas após o encalhe da embarcação, a fim de verificar possíveis vazamentos na remoção.</p> <p>2) Engenharia Ambiental, para colher amostras, e indicar a destinação e forma de remoção dos resíduos.</p> <p>3) Engenharias Elétrica, Eletrônica e Mecânica, para indicar onde estão conectados os tanques equipamentos e motores que utilizam ou utilizaram combustíveis.</p>
Desmontagem de Equipamentos	<p>1) Engenharias Elétrica e Mecânica, para identificação dos equipamentos e forma de desconexão que será realizada.</p> <p>2) Engenharia Naval, indicará a forma de içamento, e o melhor lugar para a remoção, além da sequência de retirada de cada item.</p> <p>3) Engenharia de Segurança, indicará a forma segura da remoção dos equipamentos</p>
Desmontagem do casco e da Superestrutura	<p>1) Engenharia Naval, indicar a sequência de desmontagem com segurança, indicando também a forma de realizar atividades, considerando a estabilidade da embarcação.</p> <p>2) Engenharia de Segurança, aplicará de forma prática, os requisitos para cada tipo de atividade, principalmente relacionadas a trabalho em altura e trabalho a fogo.</p>
Limpeza após desmonte	<p>1) Engenharias Ambiental e de Segurança, vasculhará, através de planejamento prévio o lugar do desmonte a fim de certificar o término</p>

do trabalho de limpeza e a preservação ambiental do lugar.

Fonte: Elaborada pelos autores

4.2. ENGENHARIA MULTIDISCIPLINAR APLICADA AO MÉTODO “LANDING”

O método “landing”, tem o mesmo princípio do método “Beaching”, com a diferença da utilização de uma carreira para desmonte, para isso são utilizados guinchos mecânicos e técnicas de docagem por carreira, conforme a indicação na Tabela 03.

Tabela 3. Etapas Método "Landing"

Etapas Método "Landing"	Aplicação da Engenharia Multidisciplinar
Docagem na Carreira	1) Utilização da Engenharia ambiental , para verificar possíveis furos no casco, e proteção contra contaminação.
	2) Utilização da Engenharia Naval indicar, e projetor o posicionamento final da embarcação, além da forma de amarração e apoios.
	3) Utilização de Engenharia de Segurança , para garantir segurança aos operários e tripulantes na ocasião da docagem.
Remoção de Resíduos Sólidos	1) Utilização da Engenharia de Segurança para garantir dispositivos de segurança para os operários e Meio ambiente.
	2) Utilização da Engenharia Ambiental para destinação, e movimentação dos resíduos removidos, e a confecção de documentos para licenciamento.
Remoção de Resíduos Líquidos	1) Engenharia naval para verificação das condições estruturais do casco, tanques e estruturas após a docagem, monitoramento e confecção de documentos para sequência de desmonte, a fim de preservar a estabilidade da embarcação.
	2) Engenharia Ambiental , para colher amostras, e indicar a destinação e forma de remoção dos resíduos.
	3) Engenharias Elétrica, Eletrônica e Mecânica , para indicar onde estão conectados os tanques equipamentos e motores que utilizam ou utilizaram combustíveis.

Desmontagem de Equipamentos	1) Engenharias Elétrica e Mecânica , para identificação dos equipamentos e forma de desconexão que será realizada.
	2) Engenharia Naval , indicará a forma de içamento, e o melhor lugar para a remoção, além da sequência de retirada de cada item, visando estabilizar a embarcação.
	3) Engenharia de Segurança , indicará a forma segura da remoção dos equipamentos.
Desmontagem do casco e da Superestrutura	1) Engenharia Naval , indicar a sequência de desmontagem com segurança, indicando também a forma de realizar atividades, considerando a estabilidade da embarcação.
	2) Engenharia de Segurança , aplicará de forma prática, os requisitos para cada tipo de atividade, principalmente relacionadas a trabalho em altura e trabalho a fogo.
Limpeza após desmonte	1) Engenharias Ambiental e de Segurança , vasculhará, através de planejamento prévio o lugar do desmonte a fim de certificar o término do trabalho de limpeza e a preservação ambiental do lugar.

Fonte: Elaborada pelos autores

4.3. ENGENHARIA MULTIDISCIPLINAR APLICADA AO MÉTODO “ALONGSIDE OR PIER BREAKING”

A Tabela 04 indica a cooperação multidisciplinar das engenharias envolvidas para esse método de desmonte;

Tabela 4. Etapas Método " Alongside or pier Breaking”

Etapas Método “Alongside or pier Breaking”	Aplicação da Engenharia Multidisciplinar
Atracação no Cais do Estaleiro	1) Utilização da Engenharia ambiental , para verificar a melhor forma de remoção resguardando o meio ambiente.
	2) Utilização da Engenharia Naval indicar o posicionamento final da embarcação e sequência de desmontagem, preservando a estabilidade da embarcação.

	3) Utilização de Engenharia de Segurança , para garantir segurança aos operários e tripulantes na ocasião da atracação e do acesso a embarcação.
Remoção de Resíduos Sólidos	1) Utilização da Engenharia de Segurança para garantir dispositivos de segurança para os operários e Meio ambiente
	2) Utilização da Engenharia Ambiental para destinação, e movimentação dos resíduos removidos, e a confecção de documentos para licenciamento.
Remoção de Resíduos Líquidos	1) Engenharia naval para verificação das condições estruturais do casco, tanques e estruturas após a docagem, monitoramento e confecção de documentos para sequência de desmonte, a fim de preservar a estabilidade da embarcação.
	2) Engenharia Ambiental , para colher amostras, e indicar a destinação e forma de remoção dos resíduos.
	3) Engenharias Elétrica, Eletrônica e Mecânica , para indicar onde estão conectados os tanques equipamentos e motores que utilizam ou utilizaram combustíveis.
Desmontagem de Equipamentos	1) Engenharias Elétrica e Mecânica , para identificação dos equipamentos e forma de desconexão que será realizada
	2) Engenharia Naval , indicará a forma de içamento, e o melhor lugar para a remoção, além da sequência de retirada de cada item.
	3) Engenharia de Segurança , indicará a forma segura da remoção dos equipamentos
Desmontagem do casco e da Superestrutura	1) Engenharia Naval , indicar a sequência de desmontagem com segurança, indicando também a forma de realizar atividades, considerando a estabilidade da embarcação.

	2) Engenharia de Segurança , aplicará de forma prática, os requisitos para cada tipo de atividade, principalmente relacionadas a trabalho em altura e trabalho a fogo.
Desmontagem do Fundo	1) Engenharia Naval , para indicar a melhor forma de desmantelamento do fundo da embarcação, confecção de planos para indicar a desmontagem final no dique, ou na água, de acordo com a singularidade de cada embarcação.
	2) Engenharias de Segurança e Ambiental , Monitoramento das ações previstas de forma colaborativa com as outras disciplinas, a fim de garantir a segurança no processo.
	3) Engenharia Mecânica , indicar o sequenciamento de fechamento e localização das válvulas e bujões de fundo de acordo com a preservação da estabilidade da embarcação indicada pela Engenharia Naval .
Limpeza após desmonte	1) Engenharias Ambiental e de Segurança , vasculhará, através de planejamento prévio o lugar do desmonte a fim de certificar o término do trabalho de limpeza e a preservação ambiental do lugar.

Fonte: Elaborada pelos autores

4.4. ENGENHARIA MULTIDISCIPLINAR APLICADA AO MÉTODO “DRY-DOCK”

A Tabela 05 indica a cooperação multidisciplinar das engenharias para o método considerado mais seguro pela indústria global (Gunbeyaz et al., 2018). Método esse, que utiliza um dique seco ou flutuante para desmantelamento de navios.

Tabela 5. Etapas Método " Dry -Dock”

Etapas Método “Dry-dock”	Aplicação da Engenharia Multidisciplinar
Docagem	1) Utilização da Engenharia ambiental , para verificação pós docagem, e emissão de laudos e manuais para desmantelamento.

	<p>2) Utilização da Engenharia Naval indicar o posicionamento final da embarcação e elaboração do plano de docagem, com localização dos picadeiros, e suas posteriores remoções de acordo com a sequência de desmontagem.</p> <p>3) Colaboração da Engenharia Mecânica, Indicando, a localização dos pontos de esvaziamento do casco, além do mapeamento de equipamentos, válvulas e afins com problemas de vazamento.</p> <p>4) Utilização de Engenharia de Segurança, para garantir segurança aos operários e tripulantes na ocasião da atracação e do acesso a embarcação.</p>
Remoção de Resíduos Sólidos	<p>1) Utilização da Engenharia de Segurança para garantir dispositivos de segurança para os operários e Meio ambiente.</p> <p>2) Utilização da Engenharia Ambiental para destinação, e movimentação dos resíduos removidos, e a confecção de documentos para licenciamento.</p>
Remoção de Resíduos Líquidos	<p>1) Engenharia naval para verificação das condições estruturais do casco, tanques e estruturas após a docagem, monitoramento e confecção de documentos para sequência de desmonte, a fim de preservar a estabilidade da embarcação.</p> <p>2) Engenharia Ambiental, para colher amostras, e indicar a destinação e forma de remoção dos resíduos</p> <p>3) Engenharias Elétrica, Eletrônica e Mecânica, para indicar onde estão conectados os tanques equipamentos e motores que utilizam ou utilizaram combustíveis.</p>
Desmontagem de Equipamentos	<p>1) Engenharias Elétrica e Mecânica, para identificação dos equipamentos e forma de desconexão que será realizada.</p>

	<p>2) Engenharia Naval, indicará a forma de içamento, e o melhor lugar para a remoção, além da sequência de retira de cada item.</p> <p>3) Engenharia de Segurança, indicará a forma seguram da remoção dos equipamentos.</p>
Desmontagem do casco, Superestrutura e fundo	<p>1) Engenharia Naval, indicar a sequência de desmontagem com segurança, indicando também a forma de realizar atividades, considerando a estabilidade da embarcação.</p> <p>2) Engenharia de Segurança, aplicará de forma prática, os requisitos para cada tipo de atividade, principalmente relacionadas a trabalho em altura e trabalho a fogo.</p>
Limpeza após desmonte	<p>1) Engenharias Ambiental e de Segurança, identificará através de planejamento prévio o lugar do desmonte a fim de certificar o término do trabalho de limpeza e a preservação ambiental do lugar.</p>

Fonte: Elaborada pelos autores

5. RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A implantação de qualquer novo método de trabalho traz consigo algumas peculiaridades características a aplicação da engenharia multidisciplinar em desmantelamentos de navios e estruturas offsshore, a proposta sugestiona uma mudança de mentalidade dos gestores atuais, já que o desmantelamento não poderá ser mais visto com uma atividade secundária dentro do fluxo de produção de um estaleiro.

Com a inserção da Engenharia Multidisciplinar, a atividade de desmantelamento agora poderá ser projetada, planejada, acompanhada e medida, de uma forma utilitária e assertiva, já que a aplicação se dará em todas as fases do processo, desde o orçamento inicial até a separação e destinação das peças removidas.

Este trabalho pretende oferecer aos envolvidos na cadeia de mercado de desmantelamento de embarcações e estruturas Offshore um modelo de gerenciamento e acompanhamento da atividade, incluindo a engenharia multidisciplinar no processo de forma efetiva.

Em adicional, como legado de implantação, o estaleiro poderá aplicar os conceitos e as técnicas também no processo construtivo ou de reparo de embarcações e estruturas offshore, modificando assim o conceito de gerenciamento de qualquer projeto dentro do de seu parque industrial. Essa evolução do método para outras áreas colaborativas poderá ser extremamente útil para os gestores, já que será um conceito único de trabalho, modificando para melhor o processo produtivo e de gerenciamento do estaleiro. Toda organização poderá

alinhar-se com esse conceito, e isso trará benefícios no processo produtivo e consequentemente resultados financeiros positivos.

Este trabalho poderá ser útil para pesquisadores que tenham a intenção de explorar novas linhas de pesquisa considerando a multiplicidade da engenharia dentro de indústrias, desenvolvendo assim novos trabalhos científicos.

Para pesquisa futuras, destaca-se a importância de desenvolver trabalhos que abordem a engenharia multidisciplinar aplicada a todos os segmentos da indústria naval, e que de forma detalhada, possa mostrar os grandes benefícios dessa forma de gestão em um contexto abrangente e prático.

REFERÊNCIAS

- Fazeres-Ferradosa, T., Rosa-Santos, P., Taveira-Pinto, F., Vanem, E., Carvalho, H., & Correia, J. (2019). Editorial: Advanced research on offshore structures and foundation design: Part 1. In *Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Maritime Engineering* (Vol. 172, Issue 4, pp. 118–123). ICE Publishing. <https://doi.org/10.1680/jmaen.2019.172.4.118>
- Gunbeyaz, S. A., Kurt, R. E., & Turan, O. (2018). *Designing efficient contemporary ship recycling yards through discrete event simulation*.
- Hossain, K. A. (2017). Ship Recycling Practice and Annual Reusable Material Output from Bangladesh Ship Recycling Industry. *Journal of Fundamentals of Renewable Energy and Applications*, 07(05). <https://doi.org/10.4172/2090-4541.1000238>
- Hossain, S. M., Hasan, M., & Murtuza, M. G. (2017). A Team Formation Framework for Managing Diversity in Multidisciplinary Engineering Project. *International Journal of Engineering Pedagogy (IJEP)*, 7(1), 84. <https://doi.org/10.3991/ijep.v7i1.6461>
- Jensen, I., Mulinaris, N., Costa, S., Mantoan, B., & Gianni Rodríguez, P. (2021). *NGO, Annual-Report-2020_2021*. www.shipbreakingplatform.org
- Ocampo, E. S., & Pereira, N. N. (2019). Can ship recycling be a sustainable activity practiced in Brazil? *Journal of Cleaner Production*, 224, 981–993. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.03.173>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *Systematic Reviews*, 10(1). <https://doi.org/10.1186/s13643-021-01626-4>
- Review of Maritime Transport*. (2022).
- Winkler, D., Wimmer, M., Berardinelli, L., & Biffli, S. (2017). *Towards Model Quality Assurance for Multi-Disciplinary Engineering Needs, Challenges and Solution Concept in an AutomationML Context*. <http://www.AutomationML.org>
- Yan, X. T., & Sawada, H. (2006). A framework for supporting multidisciplinary engineering design exploration and life-cycle design using underconstrained problem solving. *Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing: AIEDAM*, 20(4), 329–350. <https://doi.org/10.1017/S0890060406060240>