

Análise da Viabilidade da Transformação ou ampliação de Estaleiros de Reparo e Construção Naval em Estaleiros de Desmantelamento e Reciclagem Embarcações e Estruturas Offshore no Brasil

CRISTIANE VIANA BARBOSA

cristianevidiana@id.uff.br

UFF

JOAO ALBERTO NEVES DOS SANTOS

eduardokeller@id.uff.br

UFF

EDUARDO KELLER DA MATA

joaoneves@id.uff.br

UFF

JUAN HERNANDEZ DIAZ

juanhernandezcivil@gmail.com

UFF

JOSE FONTES PEGORIM

josepegorim@id.uff.br

UFF

Resumo: A transformação de estaleiros de construção e reparo naval em estaleiros de desmantelamento e reciclagem é essencial para a manutenção da economia circular no Brasil. Este estudo explora a viabilidade dessa transformação e ampliação, destacando oportunidades econômicas e ambientais. Com base no relatório técnico científico da Universidade Federal Fluminense, que propõe uma metodologia para o descomissionamento de estruturas offshore no Brasil, e nos investimentos da Petrobras, a pesquisa apresentou os passos para o descomissionamento no Brasil servindo de base para os Estaleiros avaliarem os custos necessários para essa transformação. A revisão da literatura incluiu bases como Scopus, Web of Science e Google Scholar, usando palavras-chave relacionadas ao tema. A análise das etapas do desmantelamento focou nos custos e/ou receitas associados. Os resultados indicam que a transformação de estaleiros tradicionais em instalações de reciclagem sustentáveis pode promover a economia circular e criar oportunidades econômicas significativas. A experiência com a plataforma P-32 no Estaleiro Rio Grande exemplifica

práticas sustentáveis bem-sucedidas, gerando valor para a economia. A adoção de regulamentações claras, como a Convenção de Hong Kong, é fundamental para garantir a segurança e minimizar impactos ambientais. Embora existam desafios tecnológicos e econômicos, a colaboração entre empresas, governo e instituições de pesquisa é fundamental para desenvolver soluções inovadoras. Investimentos contínuos em infraestrutura, tecnologia e capacitação são essenciais para posicionar o Brasil no ranking no desmantelamento e na reciclagem de embarcações e plataformas offshore. Este estudo apresenta um panorama geral da viabilidade da transformação de estaleiros, mas reconhece suas limitações, pois ainda não foram analisados todos os custos detalhados. Portanto, mais estudos são necessários para fornecer uma compreensão abrangente dos custos e benefícios envolvidos.

Palavras Chave: ESTALEIRO - DESMANTELAMENTO - RECICLAGEM - ESTRUTURAS OFFSHORE - SUSTENTABILIDADE

1. INTRODUÇÃO

A história do descomissionamento de embarcações tem suas origens nas primeiras práticas da indústria naval, quando embarcações antiquadas ou danificadas precisavam ser retiradas de serviço ou reutilizadas. Desde então, esse procedimento tem evoluído significativamente, impulsionado principalmente pela crescente demanda por medidas de proteção ambiental e sustentabilidade. O desmantelamento e a reciclagem de embarcações são processos essenciais que contribuem para a economia circular e a proteção ambiental, destacando-se como alternativas viáveis e sustentáveis para o descarte de estruturas navais obsoletas (IMO, 2023).

No Brasil, o processo de descomissionamento é regulamentado pela Resolução nº 817 de 24 de abril de 2020, emitida pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP). Segundo Sanchez e Pereira (2019), a reciclagem de navios é uma prática antiga que permite a recuperação de materiais no final do ciclo de vida dos navios, contribuindo para a minimização dos impactos ambientais. Além disso, essa atividade pode gerar receitas para os estaleiros locais ao aproveitar a infraestrutura existente, criando oportunidades econômicas.

Segundo Dutra (2024), a Petrobrás tem adotado diretrizes para desmantelamento sustentável, incluindo inventários de materiais perigosos e reciclagem em estaleiros com tecnologias avançadas, como diques secos e sistemas de drenagem eficazes. Essas práticas demonstram a viabilidade e os benefícios econômicos e ambientais dessa transformação.

De acordo com Rodrigues (2024), a destinação de materiais radioativos, incluindo o NORM, é um processo técnico e, portanto, deve ser apoiado por regulamentos suficientes para garantir a segurança e a proteção do meio ambiente antes e durante a fase de desmontagem de estruturas navais. Isso mostra a segurança no que diz respeito à infraestrutura e procedimentos de gerenciamento para a descarga adequada de materiais perigosos durante a fase de desmantelamento. Em uma palestra sobre a descomissionamento do campo de Cação pela Petrobras, Valverde (2024) descreve que este foi um projeto de referência e um caso de estudo para os futuros descomissionamentos no Brasil. O autor cita, ainda, as grandes oportunidades de negócios que derivam da conversão de estaleiros tradicionais.

Embora não seja possível negar que o mercado global de reciclagem de navios enfrenta dificuldades, deve-se ainda a avanços macroeconômicos e geopolíticos, entre outros, como descrito no Ship Recycling Market Insight de julho de 2024. A incerteza econômica global, juntamente com a instabilidade em algumas partes do mundo, como a Ucrânia e o Médio Oriente, desempenhou um papel na forma como os preços das embarcações e a situação nos estaleiros de reciclagem se apresentam.



Figura 1 – Projeção dos preços

Fonte: Ship Recycling Market Insight (2024)

2. REFERENCIAL TEORICO

A transformação de estaleiros de construção naval em estaleiros de desmantelamento e reciclagem envolve uma série de desafios e oportunidades, como evidenciado por diversas pesquisas e estudos de caso. De acordo com o relatório técnico-científico da Universidade Federal Fluminense, o descomissionamento de plataformas offshore é um processo complexo que exige a gestão de riscos em todas as suas fases (SANTOS ET. AL., 2024).

Estudos destacam a necessidade de modelos de negócios sustentáveis que integrem a análise de fluxo de materiais e energia, impactos ambientais e a cadeia de valor. Adotar uma abordagem sustentável e uma economia circular pode facilitar a transformação dos estaleiros, garantindo benefícios econômicos e ambientais (BASILE ET. AL., 2021).

A implementação de uma metodologia adaptada ao contexto brasileiro, como a Proposta de Metodologia de Descomissionamento para o Brasil (MDBR), pode ajudar a superar os desafios tecnológicos e econômicos, aproveitando as oportunidades emergentes no setor (SANTOS, 2024).

A regulamentação internacional, incluindo a Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (UNCLOS) e as diretrizes da Organização Marítima Internacional (IMO), estabelece um quadro essencial para uma gestão segura e ambientalmente responsável do descomissionamento de estruturas offshore. Países como o Reino Unido e a Noruega possuem regulamentações detalhadas e avançadas, que podem servir como modelos eficazes para o Brasil (IOGP, 2023).

A Convenção Internacional de Hong Kong para a Reciclagem Segura e Ambientalmente Correta de Navios, adotada em 2009, tem como objetivo garantir que os navios, ao serem reciclados após o término de suas vidas operacionais, não representem riscos desnecessários à saúde humana, à segurança e ao meio ambiente, buscando minimizar os impactos ambientais e proteger a saúde e segurança dos trabalhadores envolvidos no processo. Esta convenção entrará em vigor em 26 de junho de 2025 (IMO, 2023).

A Petrobras tem adotado práticas de descomissionamento verde, com foco na sustentabilidade ambiental. Exemplos dessas práticas incluem a remoção e reciclagem sustentável de plataformas desativadas, conforme demonstrado na remoção da plataforma P-32, a primeira unidade a adotar o modelo de destinação sustentável (PETROBRAS, 2023).

O Projeto de Lei 1584/21 propõe regras para o desmonte e a reciclagem de embarcações e plataformas, com o objetivo de criar um mercado, gerando emprego, renda e tributos. Segundo a Agência Nacional do Petróleo (ANP), o Brasil deverá ser o terceiro maior mercado de descomissionamento offshore nos próximos dez anos, com a desativação de pelo menos 102 plataformas" (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2021).

O descomissionamento e a reciclagem de embarcações no Brasil enfrentam desafios tecnológicos e econômicos, especialmente devido à complexidade das estruturas operando em águas profundas. No entanto, a implementação de uma metodologia adaptada, como a Proposta de Metodologia de Descomissionamento para o Brasil (MDBR), pode oferecer um caminho para superar essas dificuldades e aproveitar as oportunidades econômicas e ambientais emergentes (SANTOS ET. AL., 2018).

Com base nos dados disponibilizados pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP, 2024), é possível observar, por meio do gráfico apresentado, que o Brasil conta atualmente com 164 plataformas em operação. Destas, 53 unidades têm mais de 25 anos de idade, 35 encontram-se na faixa etária entre 15 e 25 anos, e 77 foram instaladas há menos de 15 anos. Esses números indicam que um contingente significativo de plataformas estará sujeito ao processo de descomissionamento nos próximos anos. Este cenário ressalta a

importância crescente de estratégias e políticas eficazes para o gerenciamento adequado desse processo complexo e de alto impacto socioeconômico e ambiental.

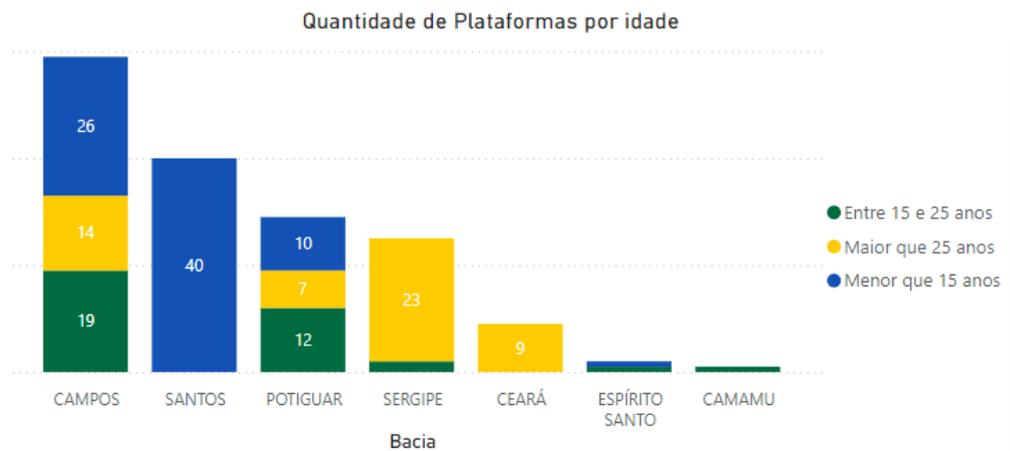


Figura 2 – Quantidade de plataformas no Brasil por idade

Fonte: Painel dinâmico de descomissionamento de Instalações E&P (ANP, 2024)

O debate em torno da reciclagem de navios no Brasil ainda está em curso, sendo um tema relativamente recente no contexto marítimo sul-americano. A falta de familiaridade com as regulamentações internacionais destaca a urgência de aumentar a conscientização e iniciar pesquisas baseadas na realidade do continente sul-americano. Apesar disso, os gestores dos estaleiros brasileiros já consideram a reciclagem de navios como uma nova alternativa operacional para enfrentar a crise econômica na indústria naval. No entanto, expressaram grande preocupação com a escassez de conhecimento sobre os fatores de produtividade dessa indústria, bem como os requisitos legislativos (OCAMPO; PEREIRA, 2019).

De acordo com o Plano Estratégico da Petrobras para o período 2024-2028, está previsto um investimento de US\$ 11 bilhões em atividades de descomissionamento. Isso inclui a participação da empresa nos custos parciais de descomissionamento em alguns campos desinvestidos (PETROBRAS, 2024). Segundo a ANP (2024) conforme painel dinâmico de descomissionamento de instalações E&P estão previstos para o descomissionamento R\$ 64,39 bilhões.



Figura 3 – Investimento por atividade

Fonte: Painel dinâmico de descomissionamento de Instalações E&P (ANP, 2024)

A chegada da plataforma P-32 da Petrobras ao Estaleiro Rio Grande para destinação sustentável marca um importante avanço nesse setor no Brasil. Pela primeira vez, o desmantelamento de uma plataforma desse porte será realizado no país, seguindo um novo modelo de reciclagem de embarcações que visa gerar valor para a economia local. O processo, que levará cerca de um ano, será conduzido pela Ecovix e envolverá a reciclagem quase total da unidade, com sucata metálica sendo utilizada pela Gerdau para a produção de aço (TN Petróleo, 2023).



Figura 4 – Ecovix responsável pelo Estaleiro Rio Grande

Fonte: TN Petróleo (2024)

Segundo Sunaryo et al. (2020), a viabilidade do desmantelamento de embarcações é fortemente influenciada pela adoção de designs que minimizem os custos operacionais e os impactos ambientais. Práticas ambientalmente corretas e a gestão adequada de resíduos perigosos são essenciais para promover a sustentabilidade e a eficiência econômica no desmantelamento de navios.

A pesquisa de Devaux e Nicolai (2020) também aborda a importância da colaboração internacional para melhorar as práticas de desmantelamento de navios. Os autores argumentam que a criação de um sistema de licenciamento de reciclagem de navios na União Europeia pode servir como um modelo para outras regiões. Este sistema incentivaria os armadores a optarem por instalações de reciclagem certificadas, promovendo práticas mais seguras e sustentáveis em nível global. Além disso, a cooperação entre países desenvolvidos e em desenvolvimento é essencial para transferir tecnologias e conhecimentos, ajudando a elevar os padrões de reciclagem em todo o mundo.

Segundo Knights et al. (2020), a indústria do desmantelamento de estruturas offshore enfrenta diversos desafios, incluindo a necessidade de equilibrar as demandas ambientais com os custos operacionais. A implementação de opções de desmantelamento ambientalmente responsáveis pode contribuir significativamente para a mitigação dos impactos ambientais

negativos, promovendo a sustentabilidade na indústria de petróleo e gás. Essas práticas não só auxiliam na preservação do meio ambiente, mas também atendem às regulamentações cada vez mais rigorosas, garantindo a conformidade legal das operações offshore.

Segundo Santos et. al. (2024) os três órgãos responsáveis no Brasil por analisar e aprovar as propostas apresentadas pelos operadores de campos petrolíferos são o IBAMA, a ANP e a Marinha. Cada um desses órgãos tem uma função específica: o IBAMA se concentra na avaliação ambiental das soluções propostas, assegurando que estejam em conformidade com padrões e regulamentos ambientais; a ANP examina detalhadamente os aspectos técnicos, garantindo que as melhores práticas da indústria sejam seguidas; enquanto a Marinha verifica a segurança da navegação e outros usos do mar relacionados ao processo.

No âmbito internacional ainda temos a convenção de Basiléia (1989), Segurança e Saúde no Desmantelamento e Reciclagem de Embarcações da OIT (2004), convenção de Hong Kong (2009), IMO (2013), Regulamento de Reciclagem de Embarcações da União Européia – SRR (2013) e no Brasil a resolução 817/2020 e o projeto de lei 1584/2021. Regulamentações essas que visam proteger os trabalhadores, meio ambiente



Figura 5 – Linha do Tempo sobre as regulamentações

Fonte: Própria Autora (2024)

Essa perspectiva delinea um panorama de demanda crescente para serviços de reciclagem, reforçando a necessidade premente de estaleiros brasileiros devidamente legalizados e preparados para atender a essa nova demanda emergente. De acordo com Sanchez e Pereira (2019), a reciclagem de navios pode aumentar significativamente a oferta de sucata de aço no Brasil, contribuindo para a minimização dos impactos ambientais e gerando receitas para os estaleiros locais ao aproveitar a infraestrutura existente.

3. METODOLOGIA

A pesquisa foi estruturada com base no relatório técnico-científico da Universidade Federal Fluminense, elaborado por Santos et al. (2023), que propôs uma metodologia adaptada para o descomissionamento de estruturas offshore no Brasil. O estudo seguiu os passos descritos no relatório. Para alcançar os objetivos desta pesquisa, foi realizada uma revisão da literatura sobre desmantelamento e reciclagem de embarcações, abrangendo artigos científicos, relatórios técnicos e regulamentações nacionais e internacionais. Foram consultadas bases de dados como Scopus, Web of Science e Google Scholar, utilizando palavras-chave relacionadas ao tema, como "desmantelamento de embarcações", "reciclagem de navios", "sustentabilidade", "economia circular" e "regulamentação ambiental".

Com base nas informações coletada poderá ser possível analisar a viabilidade da transformação ou expansão de um estaleiro de construção e reparo Naval em um estaleiro de desmantelamento e reciclagem.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise das etapas do desmantelamento destacou a importância de práticas sustentáveis e a necessidade de uma infraestrutura adequada para a realização do processo de forma eficiente

e segura. Os resultados indicam que a transformação de estaleiros tradicionais em instalações de reciclagem sustentáveis pode promover a economia circular e criar oportunidades econômicas significativas (SANCHEZ; PEREIRA, 2019).

Segundo Welaya et al. (2012), a conformidade com regulamentações internacionais é essencial para garantir a viabilidade e a segurança do desmantelamento das embarcações. A adoção de práticas e normas estabelecidas por órgãos como a Organização Marítima Internacional (IMO) e a Convenção de Basileia ajuda a mitigar os riscos à saúde, segurança e meio ambiente durante o processo de reciclagem de embarcações. Além disso, a implementação de abordagens tecnológicas avançadas e a gestão adequada de resíduos perigosos são fundamentais para promover a sustentabilidade e a eficiência econômica na indústria de desmantelamento de navios.

Infraestrutura e Equipamentos

A análise das etapas do desmantelamento destacou a importância de práticas sustentáveis e a necessidade de uma infraestrutura adequada para a realização do processo de forma eficiente e segura. Conforme a Petrobras (2024) tem adotado diretrizes para desmantelamento sustentável, incluindo inventários de materiais perigosos e reciclagem em estaleiros com tecnologias avançadas, como diques secos e sistemas de drenagem eficazes. Essas práticas demonstram a viabilidade e os benefícios econômicos e ambientais da transformação de estaleiros tradicionais em instalações de reciclagem sustentáveis, promovendo a economia circular e criando oportunidades econômicas significativas.

Desafios Regulatórios

O descomissionamento de estruturas offshore é uma prática relativamente nova na indústria petrolífera brasileira, e a regulamentação ainda está em processo de desenvolvimento. Esse cenário em constante evolução cria várias incertezas para os projetos de descomissionamento no Brasil, tornando difícil estimar os investimentos necessários e planejar adequadamente os processos de desativação das plataformas. A falta de diretrizes claras e definitivas apresenta desafios significativos para as empresas envolvidas e pode afetar tanto a segurança quanto o impacto ambiental das operações de descomissionamento. (SANTOS ET. AL., 2024).

Impactos Econômicos e Ambientais

Atualmente, o mundo está profundamente preocupado com o meio ambiente e busca maneiras de realizar desmantelamentos de forma segura e economicamente viável. Conforme relatado pela TN Petróleo (2023), o desmantelamento da plataforma P-32 da Petrobras por um estaleiro brasileiro representa uma contribuição significativa para a economia local. Este projeto demonstra um compromisso com a sustentabilidade ambiental e promove o desenvolvimento econômico regional, ao empregar práticas de reciclagem avançadas e gerar valor a partir da reutilização de materiais, com a reciclagem de materiais.

Análise Econômica

De acordo com as projeções da IHS Markit (2021), os gastos globais com desmantelamento offshore devem ultrapassar os 100 bilhões de dólares durante o período de 2021 a 2030, representando um aumento significativo em comparação com a década anterior. Esse crescimento ocorre em um contexto de transição energética global e crescente atenção às práticas de baixo carbono, com regulamentações internacionais reforçando a necessidade de remoção e reciclagem responsáveis das infraestruturas de petróleo e gás.

Segundo a TN Petróleo (2023) a empresa destinará mais de 11 bilhões de dólares às atividades de descomissionamento nos próximos cinco anos. Isso envolve a destinação sustentável de 23 plataformas, o fechamento definitivo de mais de 550 poços e a remoção de quase 2.000 km de linhas flexíveis.

Conformidade com Regulamentações Internacionais e Nacionais

O desmantelamento e a reciclagem de embarcações são processos complexos que exigem uma abordagem integrada e sustentável. A adoção de práticas sustentáveis e a conformidade com regulamentações internacionais são fundamentais para promover a economia circular e garantir a proteção ambiental (SANCHES; PEREIRA, 2019).

Conforme o relatório técnico científico de Santos et.al. (2024) apresenta o modelo de destinação Verde Petrobras (BR) – MDVBR que está embasada em um conjunto de estudos e orientações que refletem as melhores práticas industriais, visando a sustentabilidade e a responsabilidade operacionais. No Brasil, a PETROBRAS tem se dedicado a desenvolver soluções eficientes e responsáveis para encerrar suas operações. O descomissionamento de sistemas de produção é guiado por uma análise criteriosa e multidisciplinar, que considera aspectos ambientais, técnicos, de segurança, sociais e econômicos (Martins et al., 2020). As atividades de descomissionamento são planejadas em conformidade com as regulamentações vigentes (ANP, 2017) e baseadas nas melhores práticas da indústria, ajustadas às especificidades de cada projeto, assegurando sustentabilidade e responsabilidade em todas as fases operacionais. Reconhecendo a importância de incorporar as melhores práticas globais e soluções personalizadas, a PETROBRAS adotou, no final de 2022, o modelo de descomissionamento verde para suas plataformas. Esse modelo fortalece o compromisso da empresa com práticas Ambientais, Sociais e de Governança (ASG). A estratégia de descomissionamento verde da Petrobras é fundamentada em diretrizes rigorosas que garantem uma abordagem sustentável e responsável. A estratégia inclui ações como a minimização da geração de resíduos, prevenção de impactos à biodiversidade e incentivo ao reaproveitamento de equipamentos, promovendo a economia circular. A empresa prioriza a reciclagem em estaleiros equipados com tecnologias avançadas e sistemas de contenção de contaminantes. Um inventário prévio de materiais assegura a elaboração de um plano de reciclagem adequado. Além disso, a reciclagem segura da frota de embarcações é realizada, protegendo o meio ambiente e os trabalhadores dos estaleiros. Para estaleiros internacionais, é exigido o cumprimento da Resolução nº 1257/2013 da União Europeia para Reciclagem de Navios. Já para estaleiros brasileiros, são destacadas a necessidade de licenças de operação, conformidade com legislações ambientais e regras de segurança e saúde, gestão de subcontratados, e alinhamento com compromissos internacionais, incluindo medidas contra a corrupção e respeito aos direitos humanos globalmente reconhecidos.

Metodologia baseada em 11 passos estruturados para identificar os custos de descomissionamento

O relatório técnico-científico de Santos et al. (2024) descreve uma metodologia que se baseia em 11 passos estruturados para identificar os custos do descomissionamento. O Quadro 1 detalha as atividades envolvidas em cada uma das etapas dessa metodologia, proporcionando uma visão clara e organizada dos processos necessários para estimar e controlar os custos de descomissionamento de forma eficaz.

Quadro 1 – Passos necessários para o descomissionamento de unidades offshore de produção de óleo e gás

Passos	Atividades
1. Custos relacionados às atividades iniciais de planejamento do projeto de descomissionamento	<ul style="list-style-type: none"> • Custos de engenharia para a preparação da plataforma; • Custos de para a remoção da plataforma; • Custos de engenharia para o tamponamento e abandono de poços; • Custos de engenharia para a remoção dos condutores; • Custos de engenharia para o descomissionamento da pipeline e cabos de força; • Custos de engenharia para a limpeza do campo.

2. Custos relacionados à Permissão e regulamentação	<ul style="list-style-type: none"> • Custos relacionados ao número de plataformas por projeto de descomissionamento; • Custos relacionados ao número de condutores da plataforma; • Custos relacionados ao planejamento e engenharia para a remoção de condutores da plataforma.
3. Custos relacionados à preparação da plataforma	<ul style="list-style-type: none"> • Custos relacionados ao tempo de uso das instalações da plataforma; • Custos relacionados ao número de seções da jaqueta; • Custos relacionados às atividades de planejamento e engenharia para remover a jaqueta.
4. Custos relacionados ao tamponamento e abandono de poços	<ul style="list-style-type: none"> • Custos relacionados ao número de poços a serem tamponados e abandonados; • Custos relacionados ao número de dias para tamponar todos os poços; • Custos relacionados às atividades de planejamento, projeto e engenharia para tamponar todos os poços; • Custos relacionados à distância da costa para planejamento das atividades logísticas.
5. Custos relacionados à remoção dos condutores	<ul style="list-style-type: none"> • Custos relacionados à profundidade da água para planejamento, projeto e, engenharia e logística; • Custos relacionados ao número de condutores para planejamento, projeto e engenharia; • Custos das atividades de planejamento, projeto e engenharia para remoção de condutores.
6. Custos relacionados ao descomissionamento da pipeline e remoção dos cabos de força	<ul style="list-style-type: none"> • Custos do levantamento da profundidade da água para planejamento, projeto, engenharia e logística; • Custos do levantamento do comprimento da pipeline a ser removida para planejamento, projeto e engenharia; • Custos do levantamento do comprimento total dos cabos de força a serem removidos para planejamento, projeto e engenharia; • Custos das atividades de planejamento, projeto, engenharia e logística para realizar o descomissionamento da pipeline e remoção dos cabos de força.
7. Custos relacionados à mobilização e desmobilização da balsa guindaste	<ul style="list-style-type: none"> • Custos do levantamento do peso e do número de módulos do <i>topside</i> para fins de planejamento, projeto, engenharia e logística; • Custos do levantamento do número de plataformas por projeto de descomissionamento; • Custos das atividades de planejamento, projeto, engenharia e logística para a mobilização e desmobilização da balsa guindaste.
8. Custos relacionados à remoção da plataforma	<ul style="list-style-type: none"> • Custos do levantamento do peso e do número de módulos do <i>topside</i>, para fins de planejamento, projeto, engenharia e logística; • Custos do levantamento do peso das estacas, para fins de para planejamento, projeto, engenharia e logística; • Custos do levantamento da distância da costa, para fins de para planejamento, projeto, engenharia e logística.
9. Custos relacionados à disposição dos materiais	<ul style="list-style-type: none"> • Custos das atividades para a disposição da plataforma, tais como o peso da jaqueta, peso do <i>topside</i> e peso das estacas; • Custos das atividades de disposição dos condutores, por exemplo o peso total dos condutores; • Custos das atividades de disposição dos cabos de força, por exemplo o comprimento total dos cabos de força; • Custos das atividades de disposição da pipeline, sendo necessário a identificação do peso total da pipeline a ser removida.
10. Custos relacionados à limpeza do campo	<ul style="list-style-type: none"> • Custos das atividades para fazer a limpeza do campo, para isso, a profundidade da água é muito importante.
11. Custos relacionados ao trabalho provisório e fatores de contingência climática	<ul style="list-style-type: none"> • Custos das atividades para preparação da plataforma; • Custos das atividades para tamponamento e abandono dos poços; • Custos das atividades para remoção dos condutores; • Custos das atividades para remoção da plataforma;

	<ul style="list-style-type: none"> • Custos das atividades para descomissionamento da pipeline e remoção dos cabos de força; • Custos das atividades para disposição dos materiais; • Custos das atividades para limpeza do campo.
--	---

Fonte: SANTOS e OLIVEIRA (2023) Adaptado de BSEE (2016, p. 4-1 a 7-9)

Com base nos passos para descomissionar uma embarcação ou estrutura offshore, pode-se concluir que é economicamente viável transformar um estaleiro de construção e reparo naval em um estaleiro também voltado para o desmantelamento e reciclagem de embarcações. Esta viabilidade é impulsionada pelos investimentos da Petrobras e pelo mercado mundial, que demandam práticas sustentáveis e eficientes para a gestão do ciclo de vida das embarcações. A adaptação dos estaleiros para incluir atividades de desmantelamento e reciclagem pode proporcionar benefícios econômicos significativos, além de contribuir para a sustentabilidade ambiental e o cumprimento das regulamentações internacionais.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os investimentos previstos pela Petrobras e a crescente demanda por práticas sustentáveis reforçam a importância de desenvolver estaleiros preparados para o desmantelamento e reciclagem de embarcações. A experiência recente com a plataforma P-32 no Estaleiro Rio Grande serve como um exemplo positivo de como práticas sustentáveis podem ser implementadas com sucesso no Brasil, gerando valor para a economia local e promovendo a sustentabilidade.

A adoção de regulamentações claras e robustas, como aquelas sugeridas pela Convenção de Hong Kong, é essencial para garantir a segurança e minimizar os impactos ambientais das operações de descomissionamento. Além disso, a conformidade com essas regulamentações proporcionará uma base sólida para o desenvolvimento de um mercado de desmantelamento e reciclagem de embarcações e estruturas offshore no Brasil, alinhando-se com as melhores práticas internacionais e com isso abrindo o mercado brasileiro para demandas internacionais.

Apesar dos desafios tecnológicos e econômicos, a transformação dos estaleiros é viável e oferece benefícios substanciais. A colaboração entre empresas, governo e instituições de pesquisa é fundamental para superar esses desafios e desenvolver soluções inovadoras que atendam às necessidades específicas do setor. Investimentos contínuos em infraestrutura, tecnologia e capacitação são essenciais para garantir que o Brasil possa se posicionar dentro do ranking mundial na reciclagem de embarcações e no descomissionamento de embarcações e plataformas offshore.

Este artigo apresenta um panorama geral da viabilidade da transformação de estaleiros, baseando-se nos passos do modelo brasileiro descrito no relatório técnico-científico da Universidade Federal Fluminense e nas informações de investimento da Petrobras. No entanto, é importante destacar que este estudo tem suas limitações, pois ainda não foram analisados todos os custos detalhados associados ao processo de desmantelamento e reciclagem. Portanto, muitos estudos sobre o assunto ainda precisam ser realizados para fornecer uma compreensão mais abrangente e precisa dos custos e benefícios envolvidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. Painel dinâmico de descomissionamento de instalações de exploração e produção. Disponível Em <https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/exploracao-e-producao-de-oleo-e-gas/seguranca-operacional-e-meio-ambiente/descomissionamento-de-instalacoes>. Acesso em: 05 ago. 2024.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. *Plano Estratégico da Petrobras 2024-2028*. Disponível em: <https://petrobras.com.br/quem-somos/estrategia>. Acesso em: 05 ago. 2024

BASILE, Vincenzo; CAPOBIANCO, Nunzia; VONA, Roberto. The usefulness of sustainable business models: Analysis from oil and gas industry. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, v. 28, n. 5, p. 1-21, 2021. DOI: 10.1002/csr.2153. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/353074993> *The usefulness of sustainable business models Analysis from oil and gas industry*. Acesso em: 31 jul 2024.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. Projeto regulamenta reciclagem de navios e plataformas. 2021. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/noticias/769098-projeto-regulamenta-reciclagem-de-navios-e-plataformas/>. Acesso em: 26 jul 2024.

DEVAUX, Caroline; NICOLAÏ, Jean-Philippe. *Designing an EU Ship Recycling Licence - A Roadmap*. 2020.

Dutra, E. S. S. (2023). Diretrizes para Destinação Sustentável da Petrobras. Apresentação corporativa da Petrobras ao público externo.

GMS. (2024). Ship Recycling Market Insight - Week 28. *GMS Weekly Report*.

IHS Markit. (2021). Global offshore decommissioning expenditure forecast. Disponível em <https://www.spglobal.com/commodityinsights/en/ci/research-analysis/decade-of-offshore-decommissioning.html>. Acessado em 25 jul 2024.

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF OIL & GAS PRODUCERS. *Overview of International Offshore Decommissioning Regulations - Volume 1: Facilities*. London: IOGP, 2023. Disponível em: <https://www.iogp.org/bookstore/product/overview-of-international-offshore-decommissioning-regulations-volume-1-facilities/>. Acesso em: 05 ago 2024.

INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION. *The Hong Kong International Convention for the Safe and Environmentally Sound Recycling of Ships*. 2009. Disponível em: <https://www.imo.org/en/OurWork/Environment/Pages/Ship-Recycling.aspx>. Acesso em: 31 jul 2024

KNIGHTS, Alistair M.; RUSSELL, Jonathan; WEBSTER, Laurence. *Challenges of evidence-informed offshore decommissioning: an environmental perspective*. *Trends in Ecology & Evolution*, 35(10), 2020. DOI: 10.1016/j.tree.2020.04.007.

OCAMPO, Euler Sánchez; PEREIRA, Newton Narciso. *Can ship recycling be a sustainable activity practiced in Brazil?*. *Revista de Produção Mais Limpa*, v. 224, p. 981-993, 2019. DOI: 10.1016/j.jclepro.2019.03.173. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.03.173>.

Page, M. J., et al. (2021). The PRISMA 2020 Statement: An Updated Guideline for Reporting Systematic Reviews. *PLoS Med*, 18(3), e1003583.

PETROBRAS. *Descomissionamento de Plataformas*. 2023. Disponível em: <https://petrobras.com.br/sustentabilidade/descomissionamento-de-plataformas>. Acesso em: 27 jul 2024.

Rodrigues, L. O. (2023). *Exportação e Destinação Final de NORM*. Apresentação corporativa da Lotus, LLC.

SANCHEZ, Euler; PEREIRA, Newton. *Can Ship Recycling be a Sustainable Activity Practiced in Brazil?* *Revista de Produção Mais Limpa*, v. 224, p. 981-993, 2019. DOI: 10.1016/j.jclepro.2019.03.173

SANTOS, João Alberto Neves dos; OLIVEIRA, Eliã Pereira de; SANTOS, Sidney Eduardo Maciel dos. *Proposta de Metodologia de Descomissionamento para o Brasil (MDBR)*. Universidade Federal Fluminense, 2023. DOI: 10.5281/zenodo.11068874.

SANTOS, Sidney Eduardo. *Desenvolvimento de uma Metodologia de Descomissionamento de Estruturas Offshore no Brasil*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2024.

SUNARYO, Hanura AR; PAHALATUA, Hussein F. *Feasibility study on the financial aspect of green ship recycling yard business model*. In: Nahry, Marthanty DR (eds). *AIP conference proceeding*, vol. 2227, no. 1, Padang, Indonesia, p. 040006, 2020.

TN PETRÓLEO. *Plataforma P-32 da Petrobras chega ao Estaleiro Rio Grande para destinação sustentável*. 2023. Disponível em: <https://tnpetroleo.com.br/noticia/plataforma-p-32-chega-ao-estaleiro-rio-grande-para-destinacao-sustentavel/>. Acesso em: 03 ago. 2024.

Valverde, E. (2023). *Descomissionamento de Cação – Um marco para o descomissionamento no Brasil*. Apresentação corporativa da Petrobras ao público externo.

WELAYA, Yousri M. A.; NABY, Maged M. Abdel; TADROS, Mina Y. *Technological and Economic Study of Ship Recycling in Egypt*. International Journal of Naval Architecture and Ocean Engineering, v. 4, n. 3, p. 362-373, 2012. DOI: 10.2478/IJNAOE-2013-0103.