



## USO DE ENERGIA RENOVÁVEL PARA AS EMBARCAÇÕES DE TRANSPORTE DE PASSAGEIROS DO CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE WANDELKOLK

Ricardo Tavares Ferreguetti Junior (Marinha do Brasil) [ferreguetti.ricardo@marinha.mil.br](mailto:ferreguetti.ricardo@marinha.mil.br)  
Sérgio Mitihiro do Nascimento Maêda (CASNAV) [sergio.maeda@marinha.mil.br](mailto:sergio.maeda@marinha.mil.br)  
Adilson Vilarinho Terra (UFF) [adilsonvilarinho@id.uff.br](mailto:adilsonvilarinho@id.uff.br)  
Robson Francisco da Silva Dias (COPPE/UFRJ) [dias@dee.ufrj.br](mailto:dias@dee.ufrj.br)  
Marcos dos Santos (IME) [marcosdossantos@ime.eb.br](mailto:marcosdossantos@ime.eb.br)

### Resumo

O traslado diário da tripulação Centro de Instrução Almirante Wandenkolk (CIAW), Organização Militar da Marinha do Brasil, é realizado por 5 embarcações que apresentam um excessivo consumo de óleo diesel. Visando reduzir o dispêndio de combustível e a emissão de gases poluentes, este trabalho tem como objetivo avaliar a viabilidade técnica e econômica de implementação de um sistema de painéis fotovoltaicos para captação de energia solar a fim de suprir a demanda energética do banco de baterias de Íons de Lítio a serem instaladas nas embarcações de transporte do CIAW juntamente com um sistema de propulsão elétrico em substituição ao sistema convencional de propulsão já existente. Por meio do estudo realizado, observou-se a viabilidade técnica de implementação de um sistema puramente elétrico composto por baterias de Íons de Lítio para as embarcações e um arranjo fotovoltaico capaz de captar energia solar suficiente para atender à demanda das embarcações. Também foi observada a viabilidade econômica de tal projeto, uma vez que o tempo de retorno do investimento calculado para este projeto é plausível à Marinha do Brasil.

**Palavras-Chaves:** Baterias de Íons de Lítio, Energia Renovável, Propulsão Elétrica, Sistema Fotovoltaico.

### 1. Introdução

Na Ilha das Enxadas, Baía de Guanabara – RJ, localiza-se o Centro de Instrução Almirante Wandenkolk (CIAW), Organização Militar (OM) da Marinha do Brasil (MB) que se destina à formação inicial de Oficiais, bem como de diversos cursos para especialização e aperfeiçoamento de suas carreiras. O traslado diário de sua tripulação e alunos são realizados pelas lanchas CIAW 03 (Rigel), CIAW 06 (Orion II), CIAW 07 (Conopus II), CIAW 08



(Sirius II) e pelo Aviso CIAW 14 (Chuí). Tendo em vista o elevado número de viagens executadas diariamente por essas 5 embarcações, busca-se uma alternativa para redução do consumo de óleo diesel, e conseqüentemente uma redução significativa no custo de combustível e de manutenção para a MB, além da sua expressiva redução nos índices de emissão de gases poluentes.

Conforme estudos de Maêda *et al.* (2020), mediante a utilização das ferramentas de auxílio multicritério no processo de decisão AHP (*Analytic Hierarchy Process*) e SAPEVO-M (*Simple Aggregation of Preferences Expressed by Ordinal Vectors – Multi Decision Makers*), foi constatada a viabilidade técnica de implementação de um sistema de propulsão elétrica em embarcações de transporte de passageiros do CIAW, utilizando bancos de baterias de Íons de Lítio (Li-Ion) em substituição ao sistema Diesel convencional. Em contrapartida, Maêda *et al.* (2020) verificou que este projeto se tornava inviável do ponto de vista econômico, pois o custo de aquisição do sistema foi orçado em cerca de 6 vezes maior que o custo de aquisição do sistema convencional já utilizado nas embarcações, tendo em vista a quantidade de baterias que precisam ser adquiridas para fornecer a autonomia necessária para as embarcações realizarem seu trajeto diariamente.

Visando reduzir o custo de aquisição deste sistema puramente elétrico e, conseqüentemente, o custo de operação das embarcações, propôs-se a aquisição de um arranjo de painéis fotovoltaicos a ser estabelecido nas instalações prediais do CIAW. Este será do tipo Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede (SFCR), ou seja, interligado à rede do fornecedor de energia elétrica, a fim de captar a energia solar para diminuir o custo operacional para carregar as baterias de Li-Ion que fornecerão a autonomia necessária às embarcações para realizar as travessias diárias.

## **2. Referencial teórico**

### **2.1. Descrição técnica e operacional das embarcações**

De acordo com Maêda *et al.* (2020), as lanchas 07 e 08 possuem um sistema de propulsão Diesel convencional composto basicamente por dois motores MWM 229 6 TD, cada um com uma unidade reversora Twin Disc MG5050 V-Drive acoplada. Maêda *et al.* (2020) estimaram que a massa bruta total do conjunto propulsor de cada lancha, considerando o somatório da massa dos motores, das unidades reversoras e do óleo combustível armazenado nos tanques, é de 1931,44 quilogramas. Os motores, segundo o manual técnico do fabricante, fornecem a



potência no eixo do motor de 87 quilowatts (kW) a 1800 rotações por minuto (RPM) e de 107 kW a 2500 RPM (MWM, 2019).

Segundo dados da Divisão de Serviços Gerais do CIAW, setor responsável pela operação e manutenção de todas as embarcações da OM, as lanchas 07 e 08 consomem, em média, 15 litros de óleo diesel por viagem (travessia ida e volta), podendo esse consumo ser ainda maior, a depender das condições do mar, da força e intensidade do vento, da lotação da embarcação, dentre outros fatores.

## 2.2. Sistema propulsivo proposto

Em 1888, Tesla desenvolve o motor de indução, dando início ao uso da corrente alternada (CA). Entretanto, esses motores recém desenvolvidos não possuíam um sistema de controle de velocidade até a década de 1960, onde surgiram os inversores, capazes de controlar os motores de corrente alternada (JUAN, 2019). Somente na década de 1970 que as baterias de Li-Íon surgem, de acordo com Oliveira (2013). O trabalho de Maêda (2018) sugeriu um sistema de propulsão puramente elétrico, composto basicamente de dois motores síncronos trifásicos, dois conversores de Corrente Contínua (CC) para CA, um banco de baterias de Li-Ion e um carregador de baterias para ser utilizado em terra.

## 2.3. Bateria de Íons de Lítio

De acordo com Oliveira (2013), as baterias têm a função de armazenar a energia elétrica proveniente dos painéis fotovoltaicos como energia química, para utilizar posteriormente como energia elétrica, sendo assim imprescindíveis neste arranjo proposto. Para tal, dentre as diversas opções de baterias, serão utilizadas as de Íon-Lítio, que são definidas por Bocchi *et al.* (2000) como baterias que utilizam apenas íons de lítio, em vez de lítio metálico, presentes no eletrólito na forma de sais de lítio dissolvidos em solventes não aquosos. De acordo com Vale (2021), a capacidade da bateria de Li-Íon aumentou aproximadamente 25% nos últimos três anos e mais que dobrou em comparação com os últimos dez anos. Adicionalmente, Real (2020) afirma que as baterias de Íon-Lítio representam a nova tecnologia vastamente utilizada nos equipamentos eletrônicos e nos veículos elétricos (VE) e híbridos.

### 3. Metodologia

Quanto aos meios, este trabalho se classifica como uma pesquisa bibliográfica, cuja abordagem em relação aos meios estudados baseia-se em uma avaliação quantitativa. Já em relação aos fins, a pesquisa classifica-se como aplicada, pois visa abordar um projeto inicial para aplicação prática, que poderá ser estudado mais detalhadamente a posteriori a fim de tornar plausível sua execução por parte da MB.

A fim de mensurar a viabilidade deste projeto, estudou-se os dados técnicos e operacionais das lanchas CIAW 07 Conopus II (figura 1) e 08 Sírius II (de mesmo projeto), por serem as mais empregadas diariamente para realizar a travessia do cais do 1º Distrito Naval (Praça Mauá – RJ) para a Ilha das Enxadas (Baía de Guanabara – RJ). Analisou-se a quantidade de viagens realizadas diariamente, o tempo total de travessia, o consumo de óleo combustível e óleo lubrificante por travessia e por fim, o custo total para substituição do sistema convencional pelo sistema elétrico, bem como o *payback* desse sistema para a instituição.

Figura 1 – Lancha CIAW 07 Conopus II



Fonte: Autores (2023)

### 4. Estudo de caso

#### 4.1. Visão geral do sistema

O traslado das lanchas tem aproximadamente 4.86 quilômetros, onde empregam a velocidade média de 7 nós (13 km/h), perfazendo a travessia em aproximadamente 25

minutos. A figura 2, retirada do site *Google Maps*, ilustra o trajeto padrão realizado pelas embarcações do CIAW:

Figura 2 – Trajeto das lanchas



Fonte: *Google Earth* (2023)

Em um dia de rotina normal de operação, as lanchas Conopus II e Sirius II são responsáveis, juntamente, por perfazer no mínimo 15 travessias. A grande quantidade de viagens necessárias para o traslado diário da tripulação do CIAW está associada a um alto consumo de óleo combustível. De acordo com dados coletados pela Divisão de Serviços Gerais do CIAW, setor responsável pela manutenção das lanchas, estima-se um consumo médio de 1.100 litros de óleo diesel mensalmente por cada lancha.

#### 4.2. Descrição do projeto

A proposta deste trabalho consiste na instalação de um arranjo de painéis fotovoltaicos nos telhados dos prédios do CIAW a fim de captar energia solar para carregamento das baterias de Li-Íon das embarcações, suprimindo a demanda energética das embarcações e dando a



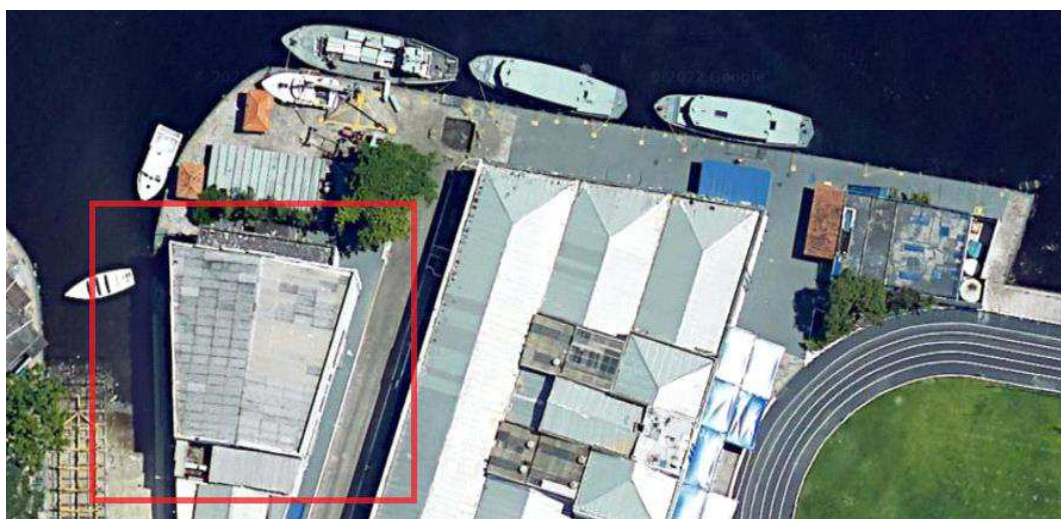
autonomia necessária para a operação das lanchas, reduzindo consideravelmente os custos com as travessias diárias realizadas.

O arranjo fotovoltaico proposto será dimensionado com a potência instalada de 54 kWp (quilowatt pico), sendo composto por 82 painéis Lepton Monocristalinos Half-Cell 665 W, composto de 66 células e com uma eficiência de 21,09%, que serão dispostos em uma área útil de 164 metros quadrados (m<sup>2</sup>). Destaca-se que os painéis monocristalinos são mais eficientes e ocupam menor área quando comparados com os painéis policristalinos (PORTAL SOLAR, 2022).

O custo financeiro dos painéis e demais equipamentos periféricos para a montagem do arranjo na OM foi levantado a partir de orçamento fornecido pela empresa MNR Solar, especializada em produção de energia limpa e com sede na cidade do Rio de Janeiro. Os valores fornecidos no orçamento foram utilizados no estudo de viabilidade.

O edifício selecionado para a instalação do arranjo foi o Prédio do auditório do CIAW (figura 3), tendo uma área útil em seu telhado de 280 metros quadrados, de acordo com estudos realizados por Vieira (2020), sendo esta área mais que suficiente para acomodar a quantidade de painéis dimensionados e seus periféricos, e também pela sua estrutura intrínseca, não necessitando de grandes alterações em sua cobertura externa para a instalação da central geradora de energia. Vale ressaltar que o prédio escolhido possui reduzido percentual de sombreamento que, somado ao potencial solar da região, indica a probabilidade de geração de razoável quantidade de energia elétrica.

Figura 3 – Vista superior do local proposto para instalação do sistema fotovoltaico



Fonte: *Google Earth* (2023)

O sistema fotovoltaico será projetado para ser conectado à rede, também chamado de sistema On-Grid, cuja energia gerada pelos painéis será injetada diretamente na rede da Light S/A (fornecedora de energia do estado do Rio de Janeiro) por meio de um inversor Grid Tie a fim de utilizar o Sistema de Compensação de Energia, definido pela ANEEL (2018) como um sistema no qual a energia ativa injetada por unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída é cedida, por meio de empréstimo gratuito, à distribuidora local e posteriormente compensada com o consumo de energia elétrica ativa.

A fim de otimizar a operação do sistema, será utilizado um sistema de controle eletrônico conhecido como MPPT, sigla em inglês que significa *Maximum Power Point Tracker*, cuja função, segundo Vieira (2020), é regular a tensão e corrente de operação do sistema para proporcionar a maior potência possível, uma vez que a potência fornecida pelos módulos variam constantemente, pois a radiação solar incide em diferentes ângulos e altitudes ao longo do dia.

### 4.3. Estudo de viabilidade técnica

Levando em consideração a potência dimensionada do arranjo fotovoltaico, a empresa MNR Solar estimou a média anual de geração de energia a ser gerada mês a mês, exposta na Tabela 1 a seguir:

Tabela 1 – Geração mensal de energia

| Mês       | Geração (kWh) |
|-----------|---------------|
| Janeiro   | 7.085         |
| Fevereiro | 7.750         |
| Março     | 6.873         |
| Abril     | 6.514         |
| Mai       | 5.796         |
| Junho     | 5.671         |
| Julho     | 5.527         |
| Agosto    | 6.527         |
| Setembro  | 6.210         |
| Outubro   | 6.514         |
| Novembro  | 6.169         |
| Dezembro  | 6.847         |

Fonte: MNR Solar (2022)

A partir dos dados da tabela foi verificada uma estimativa de geração de energia de 6.457 kWh/mês, destacando-se que a variação observada na geração mensal é oriunda da diferença de radiação solar nas diversas estações climáticas. Será verificado posteriormente se essa



geração de energia será suficiente para suprir, no mínimo, a demanda energética das embarcações:

- Consumo estimado de kWh do motor elétrico: 15 kWh;
- Tempo estimado para um par de travessias: 50 minutos = 0,84 h;
- Consumo de kWh em um par de travessias:  $15 \times 0,84 = 12,6$  kWh;
- Quantidade de travessias realizadas em um dia de rotina: 15;
- Total de kWh consumido por dia de rotina pelas lanchas:  $12,6 \times 15 = 189$  kWh;
- Total de kWh consumido mensalmente pelas lanchas:  $189 \times 30 = 5.670$  kWh.

Nestes cálculos infere-se que a energia média gerada pelos painéis fotovoltaicos supera a energia consumida pelas baterias das lanchas. Cabe salientar que este consumo mensal estimado em um mês de 30 dias seria maior que o consumo real, uma vez que nos finais de semana não há a mesma quantidade de travessias realizadas que em um dia de rotina normal na OM.

#### **4.4. Estudo de viabilidade econômica**

Segundo uma pesquisa realizada pela BloombergNEF (2020), empresa especialista em estudos sobre o mercado de energia, o preço da bateria de Li-Ion que estava acima de 1.100 dólares por kWh em 2010, caiu para 137 dólares por kWh em 2020, representando uma queda abrupta de 89%, sendo impulsionada pelo crescimento da venda de VE em diversos países e pela introdução de novos designs de embalagens. A BloombergNEF (2020) também prevê que ainda no ano de 2023 o preço médio da bateria chegará a 101 dólares por kWh, ajudando a viabilizar projetos com energia limpa. Adicionalmente, o aumento constante da demanda por energia solar em diversos países ocasionou uma notável redução nos custos de aquisição de painéis fotovoltaicos. De acordo com Oliveira (2013), os ganhos de escalas na comercialização de painéis solares contribuíram na redução dos custos, sendo esse um fator muito relevante, uma vez que os aspectos econômicos são centrais nessas transações.

##### **4.4.1. Custo operacional atual**

Mediante aos dados operacionais das lanchas Conopus II e Sirius II expostos neste trabalho, analisou-se o custo operacional atual do sistema diesel convencional tendo como referência o





valor do óleo combustível consultado no Sistema de Informações Gerenciais do Abastecimento (SINGRA) da MB e considerando o cenário hipotético de 15 travessias diárias realizadas conjuntamente pelas lanchas:

- Óleo diesel consumindo em um par de travessias: 15 litros;
- Quantidade de travessias realizadas em um dia de rotina: 15;
- Total de óleo diesel consumido por dia de rotina:  $15 \times 15 = 225$  litros;
- Custo diário de consumo de óleo diesel:  $225 \times \text{R\$ } 4,32 = \text{R\$ } 972$ .

#### **4.4.2. Custo operacional utilizado na propulsão elétrica**

Levou-se em consideração o consumo estimado do motor elétrico fornecido pela empresa Transfluid e para o cálculo do custo de energia utilizou-se a taxa do posto tarifário de ponta, que é definido pela ANEEL (2022) como o período de 3 horas diárias consecutivas definidas pela distribuidora considerando o pico da curva de carga de seu sistema elétrico, caracterizando a taxa mais cara possível.

Conforme estabelecido pela ANEEL (2022), o CIAW classifica-se como consumidor do subgrupo A4 (atendido pela rede de alta tensão de 2.3 kV a 230 kV), sendo alimentado com tensão de 13,8 kV. A cobrança de consumo de energia do CIAW é enquadrada na tarifa horosazonal Verde, que é aplicada a consumidores do grupo A e realiza cobrança composta por dois valores diferenciados para o consumo de energia (R\$/Megawatt-hora) que variam de acordo com o horário do dia - ponta ou fora de ponta (LIGHT, 2022).

- Total de kWh consumido por dia de rotina pelas lanchas: 189 kWh;
- Custo diário de consumo de energia pelas lanchas:  $189 \times \text{R\$ } 1,53 = \text{R\$ } 289,17$ .

Mediante os cálculos expostos, infere-se uma economia de R\$ 682,83 por dia ao utilizar o sistema propulsivo elétrico ao invés do sistema diesel atualmente em operação nas lanchas utilizando somente a energia fornecida pela distribuidora para recarregar as baterias. Considerando que a maioria das recargas das baterias ocorrerá fora do horário de ponta, compreendido entre 17:30 e 20:30 horas, fica evidente que, mesmo no pior cenário possível, o custo da energia consumida não supera o crédito recebido por injetar energia na rede, demonstrando que o custo de operação do sistema elétrico utilizando baterias é sempre menor que o custo atual de operação.



Para cálculo do valor da energia injetada na rede, considerou-se o horário fora de ponta, período este onde o sistema fotovoltaico estará gerando maior carga e a tarifa é a menor possível. Adiante, serão apresentados os cálculos para verificar o custo operacional com o desconto da energia injetada na rede gerada pelos painéis fotovoltaicos:

- Média de energia diária gerada pelo sistema fotovoltaico:  $6.457 / 30 \text{ dias} = 215,2 \text{ kWh}$ ;
- Total de kWh consumido por dia de rotina pelas lanchas: 189 kWh;
- Crédito de energia após consumo das lanchas:  $215,2 - 189 = 26,2 \text{ kWh}$ ;
- Crédito de energia injetado na rede:  $26,2 \times \text{R\$ } 0,43 = \text{R\$ } 11,26$ .

Beneficiando-se do desconto por conta da energia solar captada pelos painéis, o custo de operação do sistema puramente elétrico cai para R\$ 277,91, representando uma economia de R\$ 694,09 por dia em relação ao sistema atual. Sendo assim, conclui-se que operar as lanchas utilizando o sistema elétrico On-Grid pode trazer uma economia de 71,5% em relação ao atual modo de operação.

#### **4.4.3. Custo de aquisição do sistema de propulsão elétrica**

O valor informado pela empresa Transfluid para aquisição de um sistema de propulsão puramente elétrico, contemplando todos os periféricos para a instalação do sistema a bordo foi de 81.197,50 euros, que custa o equivalente a R\$ 428.268,09. Os custos de transporte e impostos de importação não estão inclusos.

#### **4.4.4. Custo de aquisição do arranjo fotovoltaico**

Para aquisição e montagem dos painéis fotovoltaicos e seus periféricos necessários para operação do sistema foi recebida uma proposta comercial da empresa MNR Solar no valor de R\$ 291.269,57, incluindo a conexão com a rede e todos os trâmites burocráticos de registro na concessionária de energia.

#### **4.4.5. Previsão de retorno financeiro**

A fim de evidenciar as vantagens financeiras do referido projeto, calculou-se o *payback* descontado, definido por Santos *et al.* (2015) como o período necessário para que a soma dos

benefícios do investimento totalizem seu valor, levando em consideração o valor do dinheiro no decorrer do tempo.

O investimento total necessário para o projeto foi considerado como a soma dos valores de aquisição do sistema propulsivo puramente elétrico e do sistema fotovoltaico. Como o valor do retorno financeiro gerado pela energia injetada pelo SFCR à rede é irrisório, considerou-se como ganho a vantagem econômica obtida em se utilizar da energia gerada pelo SFCR no sistema de propulsão elétrico em comparação à utilização do sistema convencional. A partir do cálculo da economia gerada diariamente ao se utilizar o sistema elétrico foi extrapolado um valor anual deste parâmetro. A Taxa Mínima de Atratividade (TMA), que serve como parâmetro para definir a rentabilidade mínima do investimento, foi baseada na taxa SELIC observada atualmente. Os valores utilizados na análise financeira foram descritos na Tabela 2:

Tabela 2 – Parâmetros utilizados na análise financeira

|   |                       |
|---|-----------------------|
| Custo aquisição sistema propulsivo elétrico | R\$ 428.268,09        |
| Custo aquisição sistema fotovoltaico        | R\$ 291.269,57        |
| <b>Investimento total</b>                   | <b>R\$ 719.537,66</b> |
| Economia diária gerada pelo projeto         | R\$ 694,09            |
| <b>Economia anual gerada pelo projeto</b>   | <b>R\$ 249.872,40</b> |
| <b>Taxa mínima de atratividade</b>          | <b>11,75 %</b>        |

Fonte: Autores (2023)

O cálculo do Fluxo de Caixa Descontado foi obtido pela divisão do Fluxo de Caixa pela TMA somada a 1. A Tabela 3 a seguir apresenta o fluxo de caixa projetado para 5 anos:

Tabela 3 – Fluxo de caixa projetado

| Ano | Investimento     | Economia       | Fluxo de Caixa   | Fluxo de Caixa Descontado | Payback Descontado |
|-----|------------------|----------------|------------------|---------------------------|--------------------|
| 0   | - R\$ 719.537,66 | -              | - R\$ 719.537,66 | - R\$ 719.537,66          | - R\$ 719.537,66   |
| 1   | -                | R\$ 249.872,40 | R\$ 249.872,40   | R\$ 223.599,46            | - R\$ 495.938,20   |
| 2   | -                | R\$ 249.872,40 | R\$ 249.872,40   | R\$ 200.089,00            | - R\$ 295.849,20   |
| 3   | -                | R\$ 249.872,40 | R\$ 249.872,40   | R\$ 179.050,56            | - R\$ 116.798,64   |
| 4   | -                | R\$ 249.872,40 | R\$ 249.872,40   | R\$ 160.224,21            | R\$ 43.425,57      |
| 5   | -                | R\$ 249.872,40 | R\$ 249.872,40   | R\$ 143.377,37            | R\$ 186.802,94     |

Fonte: Autoria Própria (2022)

De acordo com os dados expostos na tabela, observa-se que serão necessários 4 anos para recuperar o investimento inicial proposto de R\$ 719.537,66.

## 5. Conclusão

Por meio do estudo realizado, observou-se a viabilidade técnica de implementação tanto de um sistema puramente elétrico composto por baterias de Li-Ion para as lanchas CIAW 07 Conopus II e CIAW 08 Sírius II quanto de um arranjo fotovoltaico que seja capaz de captar



energia solar suficiente para atender a demanda das embarcações supracitadas. Também foi observada a viabilidade econômica de tal projeto, uma vez que o tempo de retorno do investimento calculado para este projeto é totalmente plausível para uma instituição governamental e secular como a Marinha do Brasil, onde sua execução traria diversos benefícios a médio e longo prazo.

São notórios os benefícios que a execução deste projeto pode trazer para a União tanto no viés econômico, ao gerar uma economia considerável para os cofres públicos, quanto no viés ambiental, ao utilizar uma fonte de energia renovável e limpa, diminuindo assim a emissão de gases poluentes na atmosfera. Este projeto pode ser aplicável a outras OM da MB que também utilizam embarcações constantemente para transporte de suas tripulações, potencializando assim a economia gerada pela instituição.

Com a tendência de diminuição nos custos de aquisição de painéis fotovoltaicos e de baterias de Li-Ion, sugere-se como trabalhos futuros que seja avaliada a instalação de painéis fotovoltaicos em diversos prédios do CIAW, para captura de energia suficiente para justificar a troca de sistema de propulsão convencional das demais embarcações que realizam o traslado da tripulação, gerando maior crédito de compensação para diminuir o custo de consumo de energia elétrica de toda a OM.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Resolução Normativa nº 842 de 18 de dezembro de 2018. Relatório técnico, 2018. Disponível em: [https://www.aneel.gov.br/home?p\\_p\\_id=101&p\\_p\\_lifecycle=0&p\\_p\\_state=maximized&p\\_p\\_mode=view&\\_101\\_struts\\_action=/asset\\_publisher/view\\_content&\\_101\\_returnToFullPageURL=/&\\_de-compensacao-de-energia-eletrica&inheritRedirect=true](https://www.aneel.gov.br/home?p_p_id=101&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&_101_struts_action=/asset_publisher/view_content&_101_returnToFullPageURL=/&_de-compensacao-de-energia-eletrica&inheritRedirect=true). Acesso em: 10 fev. 2022.

BLOOMBERGNEF. Blog BNEF, 2020. Battery Pack Prices Cited Below \$100/kWh for the First Time in 2020, While Market Average Sits at \$137/kWh. Disponível em: <https://about.bnef.com/blog/battery-pack-prices-cited-below-100-kwh-for-the-first-time-in-2020-while-market-average-sits-at-137-kwh/>. Acesso em: 06Mar. 2022.

BOCCHI, N., FERRACIN, L. C., BIAGGIO, S. R. Pilhas e Baterias: Funcionamento e impacto ambiental. Química Nova na Escola, 11, p. 3-9. 2000.

JUAN, A. C. Desenvolvimento de um barco ecológico alimentado por energia solar fotovoltaica. 2019. Projeto de Graduação – Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica, Rio de Janeiro, 2019.

LIGHT. Tipos de Tarifas. Disponível em: <http://www.light.com.br/para-empresas/Tarifas-e-Tributos/tipos-de-tarifas.aspx>. Acesso em: 01 Abr. 2022.

MAÊDA, S. M. Do N. Baterias de íons de lítio na propulsão de embarcações de transporte de passageiros da Marinha do Brasil: 1º Distrito Naval – Ilha das Enxadas. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização/Pós-Graduação). Centro de Instrução Almirante Wandelkolk, Rio de Janeiro, 2018.



MAÊDA, S. M. Do N., COSTA, I. P. De A., TEIXEIRA, L. F. H. De S. De B., GOMES, C. F. S. Aplicação dos métodos AHP e SAPEVO-M na análise da viabilidade técnica e econômica de se implantar a propulsão elétrica em embarcações de transporte de passageiros da Marinha do Brasil. 17º Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. 2020.

OLIVEIRA, M. A. N. Análise da viabilidade de embarcações solares para transporte. 2013. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia Oceânica, Universidade Federal do Rio de Janeiro/COPPE, Rio de Janeiro, 2013.

PORTAL SOLAR. Tipos de painéis solar fotovoltaico. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/tipos-de-painel-solar-fotovoltaico.html>. Acesso em: 06 abr. 2022.

REAL, P. A. De A. Análise de modelo de microrrede de energia solar conectada à rede para carregamento de veículos elétricos. 2020. Projeto de Graduação – Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2020.

SANTOS, F. A., SOUZA, C. A. D. E., DALFIOR, V. A. O. ENERGIA SOLAR : um estudo sobre a viabilidade econômica de instalação do sistema fotovoltaico em uma residência. Simpósio de Excelência Em Gestão e Tecnologia, 2015.

VALE, R. J. Do. Evaluation of lithium-ion battery aging in the operation of hybrid ship power systems. 2021. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Engenharia Elétrica e Automação Elétrica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2021.

VIEIRA, Alexandre Neves. Projeto de implementação de um sistema fotovoltaico para o Centro de Instrução Almirante Wandelkolk. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização/Pós-Graduação). Centro de Instrução Almirante Wandelkolk, Rio de Janeiro, 2020.