



Estudo da Aplicação de embarcação autônoma para transporte de cargas na Amazônia

Study of the Application of an Autonomous Vessel for Cargo Transport in the Amazon

VIEIRA, Priscila¹; Duailibe, Paulo²; TERROLA, Thales³
priscilavieirasilva@id.uff.br; pauloduailibe@id.uff.br; thalesterrola@id.uff.br³.

¹Engenheira Civil, Montagem Industrial, Niterói.

²Engenheiro Eletricista, Engenharia Elétrica, Niterói.

³Engenheiro Eletricista, Engenharia Elétrica, Niterói.

Informações do Artigo

Palavras-chave:
 Embarcação Autônoma
 Energia Renovável
 Transporte de Carga

Keywords:
 Autonomous Vessel
 Renewable Energy
 Cargo Transport

Resumo:

O artigo apresentado é um estudo preliminar a respeito da utilização de uma embarcação autônoma do tipo solar/elétrica na região da Amazônia, com o foco na análise técnica da implantação da embarcação como transporte de carga, contando com os componentes para elaboração do sistema. A Amazônia é uma das regiões mais importantes do mundo em termos de biodiversidade e recursos naturais, incluindo minerais, madeira, petróleo e gás, além de ser habitat de uma grande variedade de espécies animais e vegetais. Infelizmente, a Amazônia vem sendo ameaçada por atividades humanas, como expansão da agricultura, a pecuária, a mineração e a exploração madeireira. As atividades que têm causado uma perda acelerada de florestas e espécies, além de prejudicar os povos indígenas que vivem na região há milhares de anos. O objetivo deste artigo é estudar a aplicação da embarcação autônoma como meio de transporte de carga mais energeticamente eficiente e sustentável para a região da Amazônia.

Abstract

The article presented is a preliminary study regarding the use of an autonomous solar/electric vessel in the Amazon region, with a focus on the technical analysis of its implementation as cargo transport, counting on the components for the elaboration of the system. The Amazon is one of the most important regions in the world in terms of biodiversity and natural resources, including minerals, wood, oil and gas, as well as being the habitat of a wide variety of animal and plant species. Unfortunately, the Amazon has been threatened by human activities, such as the expansion of agriculture, livestock farming, mining and logging. Activities that have caused an accelerated loss of forests and species, in addition to harming indigenous peoples who have lived in the region for thousands of years. The objective of this article is to study the application of autonomous vessels as a more energy-efficient and sustainable means of transporting cargo for the Amazon region.

Na Amazônia, o uso dessa tecnologia pode vir a trazer alguns benefícios, como: eficiência operacional, redução de acidentes, menor exposição humana a riscos, aumento da capacidade de carga e impacto ambiental reduzido.

O artigo em questão traz um aspecto relevante, que é um dos grandes problemas enfrentados pelas plataformas autônomas, a energia disponível para operação, visto que esses dispositivos são, em sua maioria, alimentados por um conjunto de baterias [4], que por mais eficientes que sejam, impõe restrições em relação ao tempo de operação, potência de propulsão e carga útil a bordo [5].

Com o foco no objetivo da pesquisa, o método escolhido será de uma pesquisa descritiva exploratória, que pode ser entendida como um estudo de caso em que após a coleta de dados, é realizada uma descrição entre as variáveis para uma posterior determinação dos resultados, e a pesquisa é realizada através de materiais bibliográficos como livros, revistas, artigos e outros materiais publicados.

Se faz fundamental, que os veículos autônomos tenham capacidade de autogeração de energia para melhorar a autonomia energética, especialmente em situações em que o autoabastecimento não é viável [6], acrescentando também a minimização da poluição atmosférica provenientes da queima de combustível fóssil principal forma de locomoção atualmente.

Além disso, existem benefícios para a população com uma suma importância, e através da embarcação autônoma o acesso ao porto mais próximo será facilitado e menos custoso impulsionando a economia, como também a qualidade de vida da população que será expandida, acreditando que ao realizar a análise de viabilidade técnica e econômica para aplicação de embarcação autônoma do tipo solar/elétrica para a região da Amazônia e isso poderá proporcionar boas contribuições.

A embarcação autônoma em estudo é tipo catamarã, criando facilidades e vantagens

em relação as outras para este tipo de estudo pois uma embarcação deste tipo possui a disposição de dois cascos paralelos que confere aos catamarãs uma grande estabilidade e no estudo, o catamarã é movido à energia solar com sistema de armazenamento de energia e propulsão elétrica.

A motivação do estudo está em descrever a embarcação autônoma catamarã e suas aplicações na Amazônia, destacando o ambiente e os recursos naturais como importantes elementos na manutenção do saber e do conhecimento de sua população, sendo esse o seu objetivo geral e com linhas específicas como, descrição da embarcação em seus aspectos funcionais, as práticas que serão utilizadas na embarcação e suas contribuições para a Amazônia com relação ao seu funcionamento.

Com o objetivo de demonstrar a base teórica e contextual sobre a importância da análise técnica na utilização de uma embarcação autônoma como transporte de carga, contribuindo para uma ação benéfica na região da Amazônia com base em estudo bibliográfico.

Podendo ser vista com uma inovação tecnológica para a sustentabilidade, de acordo com Cavalcanti [7], que argumenta que, embora a sustentabilidade tenha se tornado uma espécie de mantra no mundo atual, não existe grandes compromissos relacionados com a redução do impacto ambiental e os limites sobre o uso dos recursos que devem ser estabelecidos para conciliar no crescimento econômico e desenvolvimento sustentável.

2. Referencial Teórico

O levantamento das bibliografias para compor o referencial teórico deste trabalho foi realizado, inicialmente, através do acesso ao portal de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Utilizou-se, através da pesquisa por base de dados, a plataforma Web os Science no dia 07 de julho de 2023.

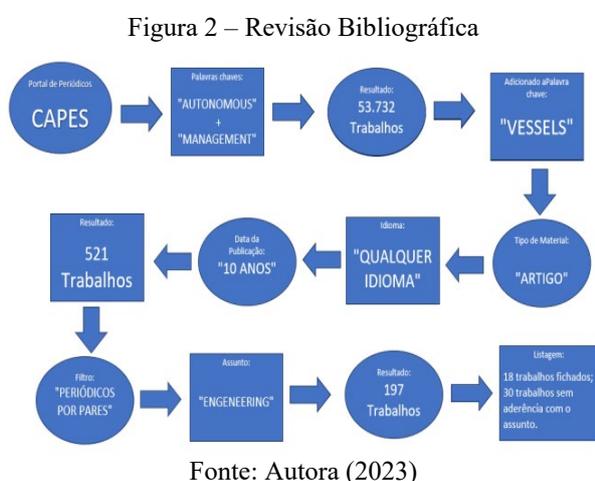
Em uma primeira pesquisa realizada na plataforma CAPES no dia 18 de maio de 2023 foram utilizadas as palavras chaves “Autonomous” + “Management”. O resultado mostrou 53.732 trabalhos.

Em um segundo momento, foi adicionado mais um campo para refinar a busca inserindo a palavra-chave “Vessels”. Em tipo de material foi selecionado a opção de “Artigo”, na aba de idiomas “qualquer idioma” e na data de publicação “últimos 10 anos”, com isso obteve-se o total de 521 trabalhos.

Agora, utilizando-se dos critérios de filtros na aba lateral, foram utilizados os filtros “Periódicos revisados por pares”, no campo Assunto o filtro “Engineering” e no campo Idioma o filtro “Inglês”. A partir desses parâmetros estabelecidos foram totalizados 197 trabalhos.

A partir da descrição apresentada, 197 trabalhos foram definidos como fonte de consulta para o desenvolvimento dessa dissertação. Essas obras estão sendo consultadas através da leitura do abstract e realizado o fichamento dos artigos.

O desenvolvimento da pesquisa também está ocorrendo através da utilização de autores renomados da área de engenharia elétrica, bem como indicação de trabalhos por parte do orientador e coorientador, normas e procedimentos por professores. A Figura 2 é um fluxograma da Revisão Bibliográfica.



3. A embarcação e suas características

Com a sua estabilidade superior e resistência à inclinação lateral, os catamarãs são conhecidos por proporcionarem uma navegação suave e confortável, mesmo em condições meteorológicas adversas, como em tempestades ou ventos fortes.

A sua forma aerodinâmica reduz a resistência ao avanço, permitindo uma maior velocidade e eficiência energética em comparação a outros tipos de embarcação, sendo amplamente utilizado em diversas atividades, desde o transporte de passageiros até competições de vela ou pesquisa marinha [8], [9], [10].

Para se governar uma embarcação há diversas maneiras, sendo o leme um dispositivo mais comum para controlar a direção de uma embarcação, composto geralmente por uma superfície plana ou curva, chamada de pala, colocada na parte traseira do casco da embarcação, abaixo da linha d'água [11].

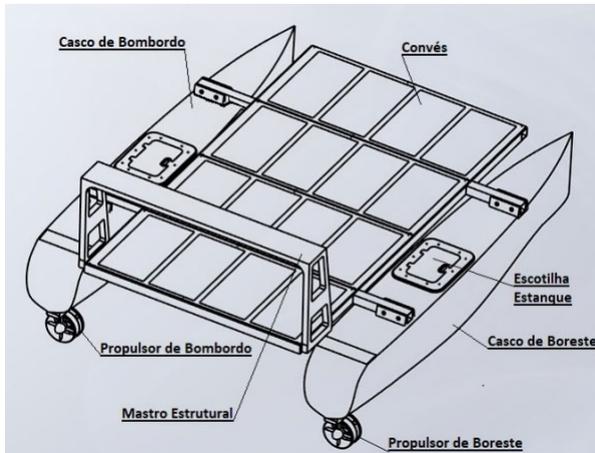
O leme é uma parte essencial do sistema de governo de uma embarcação e desempenha um papel fundamental na sua operação e manobrabilidade, e no caso dos veículos autônomos, a minimização da quantidade de dispositivos mecânicos também reduz a necessidade de manutenção, diminuindo assim, o risco de falhas não previstas durante a operação [12].

Com isso, a parte de governar a embarcação terá dois propulsores fixos, cada um em um casco, de modo que a diferença de potência fornecida a eles gerando a manobrabilidade da embarcação.

Outro elemento que pode ser citado é o mastro, sendo este projetado com muito cuidado e de acordo com a função que irá desempenhar, e nas embarcações não tripuladas, os mastros estruturais são os mais utilizados, e devido a sua robustez é possível o posicionamento de sensores e dispositivos de comunicação a uma altura que maximize a sua eficácia durante a utilização e sua estrutura reforçada reduz as vibrações que

ocorrem durante a navegação, permitindo um melhor funcionamento dos equipamentos [13]. A Figura 4 mostra as seções e componentes de um catamarã.

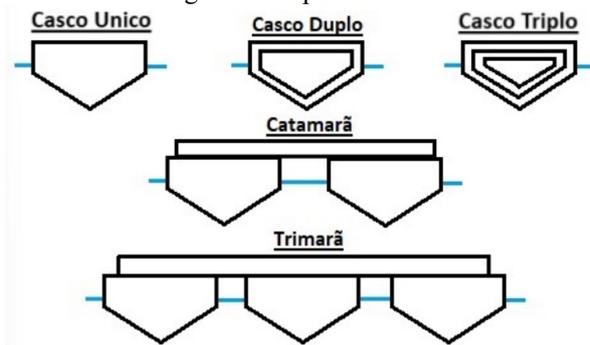
Figura 3 – Principais seções e componentes de um catamarã



Fonte: Corrêa (2023)

Citando os cascos das embarcações, elas são fundamentais para a sua estrutura, desempenho e segurança. Atualmente existem diversos modelos de casco usados, cada um com a sua característica específicas para atender às necessidades do tipo de embarcação e do ambiente em que ela será utilizada. A Figura 5 demonstra os tipos de casco existentes.

Figura 4 – Tipos de Casco



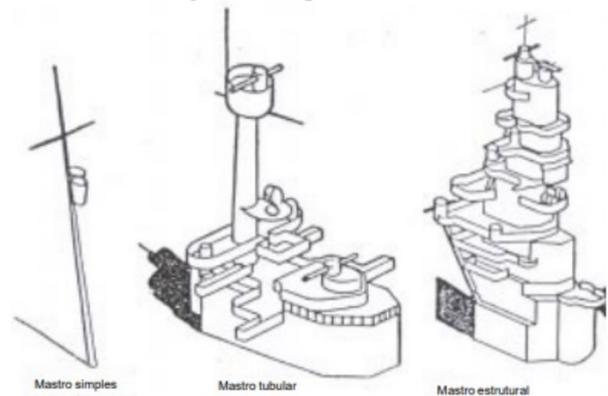
Fonte: Corrêa (2023)

O casco catamarã é caracterizado por ter dois cascos paralelos separados por uma plataforma central, essa configuração proporciona uma maior estabilidade,

velocidade e eficiência em comparação com as embarcações de casco único [13].

[11] cita sobre os mastros, eles desempenham um papel essencial na arte da navegação, erguendo-se altivos sobre os conveses das embarcações, sendo responsáveis pelo sustento das velas e dispositivos eletrônicos de comunicação, rastreamento e posicionamento, cada um com sua característica, sendo possível ver na Figura 5.

Figura 5 – Tipos de mastro



Fonte: Corrêa (2023)

3.1. Características Físicas da Embarcação Autônoma

A embarcação trata-se de um catamarã, possuindo um casco duplo de fibra de vidro, que são conectados por uma estrutura rígida conhecida por plataforma, configurando uma série de características distintas [13]. Na Figura 6 demonstra o modelo da embarcação autônoma elaborada para o estudo e na Tabela 1 as suas especificações.

Figura 6 – Embarcação Autônoma



Fonte: Autora (2023)

Tabela 1 – Dados da Embarcação Autônoma

ESPECIFICAÇÕES	
Comprimento	3.00 m
Largura	2.05 m
Altura do mastro	1.00 m
Velocidade cruz.	10 km/h
Velocidade máx	35 km/h
Peso	32 kg

Fonte: Autora (2023)

Na embarcação autônoma, o mastro é o estrutural, projetado para suportar cargas pesadas, como o peso de radares, equipamentos e até mesmo a pressão do vento durante a navegação, sendo construído com materiais robustos e duráveis, como alumínio, aço inoxidável ou até mesmo materiais compostos de alta resistência, para garantir sua capacidade de resistir às forças externas e ao ambiente marítimo [11]; [13].

Conforme [11], além de fornecer suporte e robustez, o mastro estrutural também serve como ponto de ancoragem para outros equipamentos e sistemas, como o sistema de iluminação, antenas de comunicação, câmeras, e até mesmo sistemas de segurança, como o sistema de guincho de âncora. Portanto, é importante que o mastro estrutural seja projetado e construído de forma apropriada para a instalação segura desses componentes adicionais.

O marinheiro que manobra o leme para governar uma embarcação chama-se timoneiro, ou homem do leme. Nas embarcações miúdas, o timoneiro atua diretamente na cana do leme; contudo, nos navios em movimento, o esforço necessário para girar o leme é muito grande [13].

Os sistemas de controle autônomo podem incluir recursos como navegação autônoma, desvio de obstáculos, controle de colisão, monitoramento e manutenção de sistemas a bordo, entre outros. Eles podem ser implementados em diferentes tipos de embarcações, desde pequenos barcos de recreio até grandes navios comerciais [14]; [15].

A implementação do controle autônomo de embarcações apresenta desafios e considerações importantes, como a necessidade de garantir a segurança das operações, a conformidade com regulamentos marítimos, a confiabilidade dos sistemas e a mitigação de riscos em caso de falhas [16]; [17]; [18]. Os controles autônomos trabalham comumente com 3 tipos de dispositivos, atuadores, sensores e controladoras [19].

Atuadores elétricos são dispositivos que convertem energia elétrica em movimento mecânico. Eles são amplamente utilizados em uma variedade de aplicações para controlar e mover diferentes componentes ou sistemas. Os atuadores elétricos são projetados para substituir ou complementar os atuadores tradicionais, como hidráulicos e pneumáticos [20]; [15].

Sensores são dispositivos que detectam e medem mudanças em variáveis físicas ou condições ambientais e as convertem em sinais elétricos ou outros tipos de sinais mensuráveis. Eles desempenham um papel fundamental em várias aplicações, desde automação industrial até eletrônica de consumo, saúde, transporte e muito mais [21].

3.2. Características Técnicas da Embarcação Autônoma

Os sensores captam informações sobre o ambiente ao seu redor por meio de diferentes princípios de detecção, como óptico, acústico, elétrico, magnético, térmico, entre outros. Dependendo do tipo de informação que precisam detectar, os sensores podem medir grandezas físicas como temperatura, pressão, luz, umidade, movimento, presença, nível de um fluido, aceleração e muitas outras [11].

Após capturar as informações do ambiente, os sensores convertem esses dados em sinais elétricos ou digitais que podem ser processados, interpretados e utilizados em sistemas de controle, monitoramento, tomada de decisões ou exibição de informações relevantes para os usuários [22]; [23].

Sistemas elétricos são conjuntos de componentes e dispositivos interconectados que permitem a geração, distribuição,

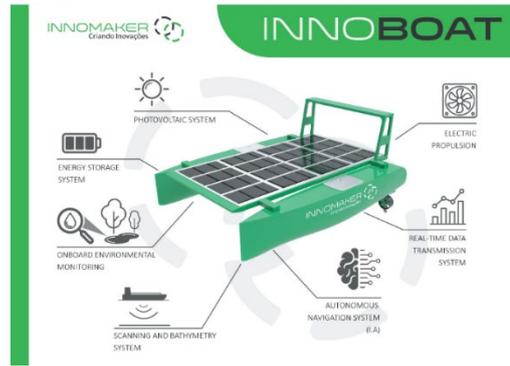
controle e utilização da energia elétrica [24]. Fontes de energia convencionais são aquelas produzidas a partir de fontes de energia que se esgotam na natureza e, portanto, causam diversos impactos ambientais [11]. Essa energia normalmente de origem orgânica é limitada e demora milhões de anos para se formar na natureza. Com o aumento da participação de fontes de energia renovável, como energia solar e eólica, na matriz energética, a gestão da energia envolve a integração eficiente dessas fontes no sistema elétrico.

A comunicação sem fio permite que informações vitais sejam transmitidas de um barco autônomo para uma estação de controle em terra ou uma embarcação de suporte [25]. Os barcos autônomos podem usar comunicação sem fio para interagir com sensores e dispositivos externos, como sistemas de detecção de obstáculos, sistemas de navegação, sistemas de posicionamento global, sistemas de monitoramento ambiental e muito mais. Essa troca de dados em tempo real permite que o barco autônomo tome decisões informadas e adapte seu comportamento de acordo com as condições do ambiente.

É importante ressaltar que a comunicação sem fio em barcos autônomos precisa ser confiável, segura e resistente a interferências, garantindo uma operação eficiente e segura. Protocolos de comunicação robustos e criptografia de dados são essenciais para proteger as informações e evitar interrupções indesejadas [26].

Na Figura 7 e na Tabela 2 são demonstrados os recursos de Inteligência Artificial presentes na embarcação autônoma elaborada para o estudo.

Figura 7 – Recursos da Embarcação Autônoma



Fonte: Autora (2023)

Tabela 2 – Recursos de IA da Embarcação Autônoma

RECURSOS DE IA	
Marujo Digital	detecção de embarcações, pessoas, obstáculos, marcação da linha do horizonte e marcação de trajetória.
Sistema de Segurança Automático	Caso alguém se aproxime da embarcação com atitudes suspeitas, ele entra em modo de segurança, retornando a base.

Fonte: Autora (2023)

4. Aplicabilidade da Embarcação Autônoma

A embarcação é projetada para operar em águas interiores, como lagos ou rios, e poderá ser utilizada para diversas aplicações, como monitoramento ambiental, patrulhamento, entre outros. A tecnologia de propulsão elétrica e navegação autônoma serão integradas de forma a garantir uma operação segura e eficiente.

O veículo em questão possuirá capacidade para operar de forma remota, ou seja, controlado remotamente por meio de uma conexão Wireless Fidelity (WiFi) estabelecida com uma estação em terra. Para possibilitar o controle autônomo, o veículo é equipado com diversos sensores de navegação essenciais para uma operação segura. Esses sensores incluem um receptor Global

Positioning System (GPS) de alta precisão e um sistema inercial de posicionamento com acelerômetro e giroscópio.

Além disso, o veículo conta com um sistema fotovoltaico que auxilia na manutenção da energia necessária para seu funcionamento. Para garantir a segurança e o controle eficiente do sistema elétrico, foi desenvolvida uma placa de instrumentação específica que realiza a medição de corrente e tensão em diferentes partes do sistema. Essa placa permite o gerenciamento e controle autônomo da energia do veículo, proporcionando um maior nível de autonomia e eficiência em sua operação.

Em geral, os catamarãs têm uma melhor eficiência de deslocamento na água em comparação com embarcações monohull tradicionais. Seus cascos paralelos geram menos resistência, permitindo que atinjam velocidades mais altas com menor consumo de combustível. Os catamarãs possuem um calado mais raso, o que os torna mais adequados para áreas costeiras, lagoas e rios rasos, onde embarcações monohull podem encontrar dificuldades de navegação.

Devido à sua forma e velocidade, os catamarãs podem ser mais eficientes em termos de consumo de combustível, o que é benéfico para operações comerciais e ecológicas. A plataforma ampla de um catamarã proporciona mais espaço para a instalação de painéis solares. Os catamarãs podem ser adaptados para várias aplicações, dentre elas:

- Exploração de recursos: barcos autônomos podem ser utilizados para explorar recursos minerais e outros recursos no fundo dos mares, oceanos, rios melhorando a eficiência das operações de exploração;
- Monitoramento de águas costeiras: barcos autônomos podem ser usados para monitorar águas costeiras, monitorando a qualidade da água, as espécies aquáticas e outras variáveis que afetam a saúde dos ecossistemas costeiros;

- Pesquisa científica: investigar fenômenos e formular novas hipóteses através do levantamento de dados, análise de informações e formulação de teorias;
- Segurança marítima: Barcos autônomos também estão se tornando uma forma cada vez mais popular de patrulhamento de águas costeiras e marítimas. Eles têm sido usados para detectar invasores, resgatar naufragos, e monitorar áreas de águas para prevenir atividades ilegais de desmatamento nas margens de rios, áreas de garimpo ilegal, etc;
- Exploração oceanográfica: Um mercado em ascensão para veículos autônomos é a exploração oceanográfica. Esses barcos permitem a realização de pesquisas a longo prazo, monitoramento de águas costeiras, monitoramento de animais marinhos e muito mais;
- Batimetria de solos de rios: levantar a topografia do fundo de barragens e reservatórios;
- Transporte de carga: transporte de insumos básicos para áreas remotas, retirada de resíduos das aldeias e condados ribeirinhos de difícil acesso;

5. Considerações Finais

Um aspecto relevante que o estudo conduzido evidenciou foi que, muito embora a tecnologia apresente custos de investimento elevados, com a desvantagem de proporcionar baixa produtividade de energia em dias nublados ou durante estações do ano com baixos índices de radiação solar, como no outono e inverno, sua aplicação se reflete em muitos outros benefícios como os socioambientais que, além de representarem um incentivo à inovação, pode ser explorada comercialmente por meio do marketing ambiental e da melhoria da imagem da empresa perante os passageiros, investidores e sociedade em geral, visto que a empresa que operacionaliza a travessia presta um serviço público.

O transporte da embarcação autônoma ainda não foi avaliado para a funcionalidade de transportar pessoas e carga, todavia, os testes com uma análise mais abrangente são estudados no decorrer dessa função. Mesmo que o estudo esteja avaliando a parte de carga e resistência para a navegação e estudo fluvial e seus monitoramentos.

O estudo fala sobre a embarcação direcionando-a para a fonte de carga e estrutura da embarcação, pode-se dizer que as amplas utilidades da mesma são eventualmente estabelecidas para um estudo fortificado pela análise de abrangência. Os meios de transporte permitem à população ter acesso as suas diversas necessidades sociais e econômicas básicas como, saúde, trabalho, educação e lazer.

Os países que alcançaram um grau de desenvolvimento econômico investiram em uma malha de transporte bem estruturada, contudo, o estudo no estado da Amazônia torna-se mais amplo, pois os relevos e suas fluidez torna-se uma vereda bem mais complicada para ampliar esse devaneio.

No Brasil, a malha de transporte apresenta-se desproporcional, isso porque nas últimas décadas concentrou suas atenções no modal rodoviário desprezando o seu potencial natural que é a navegação.

Na região amazônica, a embarcação autônoma catamarã atingiu seu ápice durante todo teste que a mesma foi atribuída, dando um anteparo para os pesquisadores e os desenvolvedores a poder ampliar essa concepção de embarcação, podendo no futuro adentrar para uma embarcação tripulada, transporte de carga, segurança ampliada para o estado e processo de proteção do IBAMA, contudo essas análises serão mais vigentes e introduzidas em um estudo mais amplo na base de um doutorado por uma outra mestrandando, pois as aplicações da mesma, vem sendo estabelecida e rompida a cada dia, pois, as aplicações da mesma, vem sendo estabelecida e rompida a cada dia, pois os testes tem mostrado um equilíbrio e segurança para sua aplicação.

O transporte para tripulantes ou até de carga pode se estabelecer em cima de uma melhoria do aumento de energia trabalhada, força e estruturação para obter e conter pessoas em seu interior, concomitantemente, nota-se que o transporte aquaviário de passageiros nesta região se caracteriza como mista, ou seja, as embarcações transportam tanto cargas quanto pessoas.

Outro fator de grande significado para a precariedade do setor é a questão da qualidade dos serviços oferecidos, com a embarcação, será desenvolvida um novo layout para satisfazer os pontos essenciais.

Por essa razão, discorrer dessa análise mais ampla e fortificada, pode-se entender a questão do meio ambiente e a contaminação, visto que, esse tipo de embarcação não polui o meio e não a satura com os poluentes, contudo, além de manter o meio ambiente menos poluente, a embarcação Catamarã veio para ficar e ajudar a Amazônia na sua contribuição de minimizar e equacionar os planos de ação para obter uma segurança satisfatória para todo seu percurso e uso.

Mesmo assim, o transporte hidroviário na Amazônia funciona em condições precárias de eficiência, segurança e conforto e está muito aquém dos modelos implantados em outros países, porém o estudo da Embarcação Autônoma Catamarã, o enfoque é na sua obtenção de carga e seu aumento de utilidades para energia e poder atingir maiores distâncias, por essa razão o trabalho veio demonstra a sua utilização como embarcação autônoma e como análise clínicas e laboratoriais que são feitas na própria embarcação e o monitoramento, além disso, o aumento de uso de energia trabalhada e gerada para contribuir e fornecer que a mesma possa fluir para uma distância que rompa o que primeiramente foi estabelecido.

Visto que, a embarcação além de ser eficiente e muito efetiva na sua performance, pode-se Alencar as funções primarias com a melhoria e a minimizar a contaminação por transportes que contaminam ao meio e que agride a sociedade, portanto, a mesma conduziu uma satisfação de implementação

ainda maior por ser benéfico ao meio ambiente e poder usar energia renovável, sem que tenha perda de trabalho útil, mostrando que a sociedade tem condições de criar meios que possa satisfazer qualquer geografia e meio para melhorar a segurança e viabilidade para o ambiente.

Com isso, então, enfim, discorrer sobras manobras de uso e suas aplicações torna-se o estudo ainda mais interessante e diverso, pois a necessidades daquela população vai muito além, os governantes necessitam implementar meios e diretrizes para polarizar o estado da Amazônia em si, para poder extrair os benefícios que a natureza oferece de maneira segura e controlada, a embarcação pode adentrar nesses lugares onde que hoje a sociedade rejeita ou não busca o entendimento sobre, portanto, o estudo fenda esse artigo mostrando as contribuições e sua funcionabilidade especificadas dentro de todo o artigo, alicerçando as embarcações autônomas como um meio extremamente funcional e essencial para poder assegurar à sociedade e as pessoas que aquele povo necessita de um lugar seguro, saudável para sua sobrevivência diária.

Uma vez concluído o estudo de viabilidade técnica e econômica da região da Amazônia, o projeto de pesquisa espera como resultado uma nova proposta de modelo de negócio voltado para utilização da embarcação autônoma do tipo solar/elétrica. Os resultados obtidos serão fundamentais para orientar tomadores de decisão, formuladores de políticas públicas e investidores interessados na adoção de embarcações mais sustentáveis na região amazônica.

6. Referências Bibliográficas

- [1] PINTO, Fátima C. V.; SANTOS, Robson N. dos. *Potenciais de redução de emissões de dióxido de carbono no setor de transportes: um estudo de caso da ligação hidroviária Rio-Niterói*. ENGEVISTA, v. 6, n. 3, p. 64-74, dez. 2004.
- [2] MARINOSKI, Deivis L.; SALAMONI, Isabel T; RÜTHER, Ricardo. *Pré-dimensionamento de sistema solar fotovoltaico: estudo de caso do edifício sede do CREA-SC*. X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2004. São Paulo. Anais... São Paulo: ENTAC, 2004. V.1, p. 678- 691. METROPLAN. Portal da Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional.
- [3] LOUREIRO, V. R. *Amazônia: uma história de perdas e danos, um futuro a (re)construir*. Estudos avançados, 16 (45), 107-121, 2022.
- [4] WERNLI, R. L. AUV's – *The Maturity of the Technology*. Oceans'99 MTS/IEEE. Riding the Crest into the 21st Century, v. 1, p. 189-195, 2000.
- [5] MANLEY, Justin E. Unmanned surface vehicles, 15 years of development. In: OCEANS 2008. Ieee, 2008. p. 1-4.
- [6] NEGREIROS, A. *N-Boat: Projeto e Desenvolvimento de um Veleiro Robótico Autônomo*. 2019.
- [7] CAVALCANTI, C. *Sustentabilidade: mantra ou escolha moral? Uma abordagem ecológico-econômica*. Estudos Avançados, 2012.
- [8] FOSSEN, T. I. *Handbook of Marine Craft Hydrodynamics and Motion Control*. Journal of Field Robotics, 2019.
- [9] MASCARO S., T. A. *Design and development of a low-cost autonomous boat for environmental monitoring*. Journal of Field Robotics, 2021.
- [10] BENETAZZO, A. C. S. B. F. B. D. S. M. *Design and development of a small autonomous boat for environmental monitoring in Venice Lagoon*. Journal of Field Robotics, 2019.
- [11] CORRÊA, W. S. *Proposta de arquitetura para uma embarcação elétrica do tipo catamarã não tripulado para monitoramento ambiental*. Dissertação de Mestrado. Engenharia Elétrica e de

- Telecomunicações, Universidade Federal Fluminense, Niterói, Rio de Janeiro, 2023.
- [12] FOSSEN T. I., P. K. Y. *Hydrodynamic modeling and control of an autonomous surface craft*. IEEE TRANSACTIONS ON CONTROL SYSTEMS TECHNOLOGY, 2022.
- [13] FONSECA, M. M. *Livro da construção de embarcações O Arte Naval*. [S.l.]: SDM, 1954.
- [14] KAEDING P., H. G. *Real-time trajectory optimization and path planning for autonomous ships*. Ocean Engineering, 2019.
- [15] FOSSEN, T. I., J. T. A. B. M. *Nonlinear observer design for marine craft: tracking and motion control*. *Control Engineering Practice*. Springer, 2017.
- [16] RATTI, Y. Q. J. Y. W. W. F. D. J. Y. C. *A survey of autonomous surface vehicles: Recent advances, current challenges, and future directions*. IEEE Transactions on Vehicular Technology, 2023.
- [17] RACHID O., R. B. O. L. T. F. A. *Path planning and obstacle avoidance for autonomous maritime vehicles: A review*. Journal of Marine Science and Technology, 2022.
- [18] CHEN T., L. B. W. F. Y. *Deep reinforcement learning-based path planning for autonomous surface vehicles in uncertain environments*. Journal of Marine Science and Technology volume, 2022.
- [19] LIU Y., Z. H. *Vision-based perception and control for autonomous docking of unmanned surface vehicles*. IEEE/OES Autonomous Underwater Vehicles Symposium, 2020.
- [20] BIRK A., P. M. S. S. *Autonomous Underwater Vehicles: Technology and Applications*. journal CRC Press, 2017.
- [21] NI J., C. W. T. M. *Sensor-based path following for autonomous surface vessels in inland waterways*. IEEE International Conference on Information and Automation, 2023.
- [22] JOHNSON L. E., S. R. S. E. G. G. *Autonomous Underwater Vehicles: Technology and Applications*. Journal of Ship Production and Design, 2019.
- [23] FRAZZOLI E., F. E. E. *Springer Handbook of Robotics*. Springer, 2019
- [24] IDRIS, M. I. S. M. H. M. *Development and testing of an autonomous surface vehicle for hydrographic surveying*. ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, 2022.
- [25] ZHOU Y., R. J. C. H. *A cooperative control strategy for multiple autonomous surface craft in environmental monitoring tasks*. J. Mar. Sci. Eng, 2021.
- [26] WANG Y., L. H. Y. J. *A survey of algorithms for collision avoidance of unmanned surface vehicles*. Journal of Marine Science and Technology volume, 2022.