

ANÁLISE DE MATRIZ MULTICRITÉRIOS PARA ESCOLHA DE SISTEMA ENERGÉTICO SUSTENTÁVEL PARA EMBARCAÇÕES REGIONAIS

Rodrigo Pereira Guerreiro*
Andrey Felipe Lima e Lima*
Arthur Vinícius Bouth Costa*
Daniel da Silva Cunha*
Yuri Lorenzo Pamplona da Silva*

*Universidade Federal do Pará, Belém, PA/Brasil

Resumo

Diversas são as fontes de energia sustentáveis que tem potencial para a aplicação na área naval, observamos ainda um grande nicho a ser explorado no que tange a aplicação em embarcações. Mediante a tal, surge a problemática de qual fonte energética é a mais viável para determinados tipos de embarcação. Destarte, o presente trabalho tem como intuito levantar e avaliar possíveis fontes energéticas e renováveis para a aplicação em embarcações que atuam na travessia Belém-Combu.

Palavras-chave: Energia Sustentável, Engenharia Naval, Embarcações Regionais.

Resumen

Existen varias fuentes de energía sustentable que tienen potencial de aplicación en el área naval, también observamos un gran nicho por explorar cuando se trata de aplicación en embarcaciones. A través de esto, surge la cuestión de qué fuente de energía es la más viable para ciertos tipos de embarcaciones. Así, el presente trabajo tiene como objetivo recaudar y evaluar posibles fuentes de energía y renovables para su aplicación en las embarcaciones que operan en el cruce Belém-Combu.

Palabras clave: Energía Sostenible, Ingeniería Naval, Buques Regionales.

Abstract

There are several sustainable energy sources that have potential for application in the naval area, we also observe a large niche to be explored when it comes to application in vessels. Through this, the issue of which energy source is the most viable for certain types of vessel arises. Thus, the present work aims to raise and evaluate possible energy and renewable sources for application in vessels operating in the Belém-Combu crossing.

Keywords: Sustainable Energy, Naval Engineering, Regional Vessels.

1. INTRODUÇÃO

O presente documento tem como intuito aplicar uma fonte de energia renovável para a atuação na travessia Belém-Combu, na cidade de belém do Pará. Considerando o exposto, foram observadas diversas demandas de solução para o concedimento do programa proposto, como já foi aplicado em tópicos anteriores, o objetivo central do referido projeto é fornecer a aplicação de energias renováveis e limpas para embarcações que atuam na travessia Belém-Combu, buscando fornecer uma solução que atenda qualquer embarcação que atue dentro da problemática supracitada, com o intuito que justifica este fim, são necessárias definições a respeito das fontes de energia utilizadas nas embarcações em destaque, análise para uma possível adaptação nas embarcações propostas, observação do custo estimado para a reforma, observação dos fatores de risco, possibilidade de obtenção de fundos para a reforma etc.

Portanto, julgamos que ainda nos dias atuais é fundamental a aplicação da ciência e tecnologia em escala regional, visando enaltecer o desenvolvimento tecno-científico, os incentivos à ciência e educação, cujo os quais estão regredindo dentro do país no decorrer dos últimos anos, por fim, a valorização dos profissionais dentro de universidades como alunos, bolsistas e professores que atuam diariamente com foco no desenvolvimento do país e sociedade, sem ter os devidos incentivos e valorização dentro do cenário nacional.

Por conta dos fatores mencionados e para o prosseguimento do projeto, uma série de mudanças devem ser idealizadas e executadas no objeto em estudo, assim algumas decisões necessitam de escolhas para o fiel prosseguimento da pesquisa. Por fim, o objetivo principal do presente capítulo é consolidar as escolhas dos conceitos aplicados durante o projeto, ou seja, serão abordados as possibilidades para cada meio ou aplicação com o

intuito de definir as melhores escolhas no processo de adaptação de fontes de energia renováveis nas embarcações empregadas na travessia de Belém-Combu.

Será abordado primeiramente sobre a questão principal da pesquisa, onde será respondido quais fontes de energia sustentável são mais viáveis para a aplicação no objeto de estudo, quais as vantagens e desvantagens de cada matriz energética, considerando fatores como os financeiros, operacionais, tecnologia consolidada no mercado, inovações no meio de pesquisa, bem estar para os usuários e eficiência, todos considerando as peculiaridades impostas pelos fatores regionais, científicos, econômicos etc. As fontes de energia em questão a serem analisadas são: energia fotovoltaica, energia hidrocínética e o aproveitamento energético de biomassa.

A escolha do modelo energético a ser utilizado é de primordial importância, visto que, uma das premissas da linha de pesquisa é buscar fontes de energia alternativas para a região amazônica, levando em conta fatores essenciais como: Quantidade de emissão de Poluentes, Agressão a Natureza, Viabilidade Econômica, Eficiência Energética e Tecnologia Consolidada.

A queima de combustíveis fósseis para o aproveitamento energético, tem um longo histórico junto da sociedade humana, podemos definir combustíveis fósseis como um grande grupo de combustíveis que se desenvolvem ao longo de milhares de anos a partir de restos de animais e vegetais com base no carbono. Atualmente, energias provenientes de deste tipo de combustível representa 75 % da demanda energética mundial, utilizado amplamente em veículos, indústria, residências etc. Podemos citar vários tipos de fontes de combustíveis fósseis como o carvão, gás natural, petróleo e seus derivados como óleo diesel e gasolina.

Sobre o objeto de estudo do presente trabalho, foi verificado a utilização de derivados do petróleo como matriz energética principal. O petróleo nada mais é do que uma mistura de moléculas de carbono e hidrogênio provenientes de milhares de anos de decomposição de matéria orgânica, atribuída a ação de bactérias em ambientes com pouco oxigênio, ao decorrer dos anos, este material se acumulou no fundo de oceanos, mares e lagos, sendo pressionado pelos movimentos da crosta terrestre, dando origem a substância conhecida hoje como petróleo. Como já citado anteriormente, o Brasil, apesar de ter grande parte de sua matriz energética representada por fontes de energia renováveis, ainda utilizamos grandes quantidades de combustíveis fósseis. Após o descobrimento do Pré-Sal, o país se tornou um grande exportador no cenário mundial, atraindo assim diversos investidores no setor em questão.

O histórico de queima de combustíveis fósseis ao longo do globo terrestre ocasionou danos irreversíveis às condições naturais no planeta, assim como danos à saúde humana, causando diversos problemas respiratórios corroborados pela emissão de poluentes atmosféricos, como o monóxido de carbono. Além do mais, os processos de combustão causam danos a camada de ozônio e emitem poluentes que contribuem com a chuva ácida etc.

Mediante ao exposto, como já citado anteriormente temos como objetivo central analisar a eliminação do uso de combustíveis fósseis dentro do objeto de estudo, para este fim, serão analisadas as fontes energéticas emergentes que podem ser utilizadas nas embarcações idealizadas.

O aproveitamento de energia solar é uma das principais alternativas para o concedimento do projeto, se trata de uma fonte energética muito mais comum, quando comparada com as outras em análise, tendo diversos projetos e pesquisas que possam ser utilizadas como referência, vale ressaltar o potencial brasileiro por estar localizados em um região tropical no globo, com altas eminências de radiação solar.

A segunda fonte em análise representa um projeto muito inovador, a energia hidrocínética tem poucos casos de similaridade no setor naval, entretanto, o aproveitamento com células piezoelétricas pode representar um marco da aplicação das energias sustentáveis na engenharia naval, simplesmente pelo fato da embarcação criar energia com sua livre circulação, sem ter que depender de nenhum fator externo ou de mesmo cunho.

A terceira e última fonte a ser analisada se trata do aproveitamento de energia proveniente de biomassa, para a execução de tal proposta, seria necessário o desenvolvimento de um motor que tenha como fonte energética etanol ou alguma biomassa equivalente. Representando um modelo similar aos vistos em carros e motos com motores flex.

Em suma, os critérios considerados para a matriz multicritérios são: Eficiência energética, variabilidade das condições de carregamento, Manutenção, Dificuldade para Instalação, Vida Útil do Sistema, Resistência dos Materiais, Custo, Aplicação Consolidada no Mercado. No capítulo seguinte, serão demonstradas as vantagens e desvantagens de cada sistema, como foto nos critérios estabelecidos para a matriz multicritério.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

O desenvolvimento de energias sustentáveis tem um histórico curto na sociedade humana, apesar disto tem um incrível potencial de benefícios a serem gerados para a

sociedade assim como ao meio ambiente. Pelo contrário, o histórico de poluição atmosférica gerada pela queima de combustíveis fósseis para aproveitamento energético, vem de longa data junto da sociedade humana, o desenvolvimento das indústrias e das tecnologias se alimentaram em grandes escalas dos avanços provenientes de tal meio energético.

Segundo Dupont, F (2015) o uso de fontes renováveis de energia não é um assunto novo. De fato, os primeiros aproveitamentos datam de muitos séculos atrás, fazendo parte da própria história da humanidade. Mais recentemente, o aproveitamento destas fontes recebeu incontáveis melhorias tecnológicas e a crescente demanda por alternativas energéticas, e principalmente sustentáveis, fez que com essas antigas tecnologias fossem revisitadas e adaptadas.

2.1. ENERGIA FOTOVOLTAICA

A demanda para o aproveitamento de fontes de energia sustentáveis tem crescido nos últimos anos, considerando uma escala global o desenvolvimento de pesquisas, trabalhos e projetos que atuam nos setores mencionados são de suma importância para o desenvolvimento e aplicação das referidas fontes energéticas. O desenvolvimento de projetos que visam o aproveitamento de energia fotovoltaica em embarcações na região norte do país encontra-se em um estado de estagnação, são isolados os projetos e setores que visam o aproveitamento destas fontes no que tange a área naval.

A energia fotovoltaica é uma resultante da conversão da luz solar em corrente elétrica, por meio de módulos ou placas construídos com fotocélulas produzidas a partir de um material semicondutor, como silício cristalino, silício amorfo hidrogenado, arsenieto de gálio, telureto de cádmio e células CIGS (Cobre-Índio-Gálio-Selênio), utilizados nesse processo. (CABRAL, I; 2012).

A energia solar, dentre as fontes de energias renováveis, destaca-se por ser autônoma, por não poluir o meio ambiente, por ser uma fonte inesgotável, renovável, porque oferece grande confiabilidade e por reduzir custos de consumo no longo prazo (DUTRA et al.,2013).

2.2. ENERGIA HIDROcinÉTICA

O aproveitamento de energia hidráulica de correntes, geralmente denominada energia hidrocínética, é uma das alternativas atuais e promissoras para geração de eletricidade usando o potencial energético de rios e oceanos. A geração hidrocínética, em contraponto à geração hidrelétrica tradicional; elimina o alagamento, permite a geração elétrica próxima das cidades, evitando que novas usinas estejam cada vez mais distantes dos centros de consumo e suas turbinas são similares a turbinas eólicas, porém geram eletricidade de qualidade superior:

Geram mais eletricidade, pois são expostas a forças e momentos muito maiores, pela água ser 800 vezes mais densa que o ar; geram eletricidade mais confiável, pois fluxos d'água são muito mais constantes e previsíveis que ventos; geram eletricidade mais limpa quando operam debaixo d'água sem alagamento. Estas características proporcionam fatores de capacidade equivalentes ao dobro daqueles da geração eólica e estas vantagens ambientais e econômicas são potencializadas ao serem consideradas múltiplas turbinas instaladas em “fazendas”. A tecnologia permite a geração elétrica em diversos locais: rios, locais de grande variação de maré ou forte corrente marinha e em canais a jusante de UHEs.

2.3. ENERGIA PROVENIENTE DE BIOMASSA

Em 1850, biomassa representava 85% do consumo mundial de energia e, mais ainda, antes disso era praticamente a única forma de energia usada pelo homem, além da força dos ventos (para navegação), animais domesticados (na agricultura) e pequenas quantidades de carvão para aquecimento residencial. As projeções para o futuro indicam que a importância da biomassa aumentará muito, chegando a representar no fim do século 21 de 10 a 20% de toda a energia usada pela humanidade. (GOLDEMBERG, J. 2009).

A biomassa é usada desde os tempos antigos como fonte de energia (lenha) das sociedades sem, no entanto, apoiar-se em produção sustentável. Por este motivo, durante muito tempo o termo biomassa foi associado à ideia de desmatamento. Somente no século XX teve início o uso da biomassa moderna, com programa do álcool no Brasil e a prática do reflorestamento para produção de madeira. A biomassa tradicional é utilizada como fonte de energia primária para cerca de 2,4 bilhões de pessoas em países em desenvolvimento (IEA, 2002). Observa-se assim que a biomassa é uma importante fonte

de energia para estes países e que o modo como esse combustível é utilizado pode ser aperfeiçoado, por meio de tecnologias mais eficientes promovendo melhorias socioambientais, tais como a redução dos níveis de poluição, aumento da qualidade de vida, geração de emprego e renda. (GUARDABASSI, P. 2006).

3. METODOLOGIA

No presente trabalho serão executadas através de pesquisas em bibliografias, vantagens e desvantagens de fontes de energia renováveis para a aplicação em embarcações regionais que atua especificamente na travessia Belém-Combu.

No que tange a finalidade da pesquisa, o presente estudo se caracteriza como pesquisa aplicada, pois no decorrer do presente trabalho serão levantados uma série de formas e possibilidades para a resolução da temática principal. Conceitualmente, podemos definir pesquisa aplicada como aquela cujo o principal objetivo é a geração de conhecimento para a aplicação prática e imediata, dirigidos à solução de determinados problemas, envolvendo interesses locais, territoriais e regionais. Para cada especificidade nos capítulos, uma série de soluções e aplicabilidades serão representadas e expostas, da mesma forma, buscaremos demonstrar justificativas com critérios transparentes e concretos, para que assim, a solução mais cabível seja escolhida e utilizada no decorrer do estudo. Para tal fim serão levantadas algumas informações para executar tal análise.

Destarte, durante o decorrer do trabalho, as soluções planejadas serão idealizadas com fulcros em dados bibliográficos, com o objetivo de solucionar a problemática supracitada, utilizando-se assim, de meios e pesquisas de mesmas metodologias com o intuito de dimensionar e aplicar as referidas soluções de forma conceitual e prática analisando multicritérios estabelecidos. Da mesma forma, será aplicado um levantamento técnico com o objetivo de se obter dados no que tange a travessia realizada para a ilha do Combu, procurando tendências para a fiel solução da problemática.

Por fim será elabora uma matriz multicritérios, a mesma tem como intuito avaliar quais fontes de energia são as ideais para a resolução da problemática proposta. Acerca da temática apresentada, podemos definir tal trabalho como pesquisa quali-quantitativa.

4. RESULTADOS

Acerca dos critérios mencionados anteriormente, a seguir serão expostos quais as peculiaridades, fatores e características a serem considerados para a avaliação. O primeiro critério apresentado se trata da eficiência energética, tal termo tem o seu conceito em gerar uma mesma quantidade de energia com menores quantidades de recursos naturais, sendo eles fonte solares, etanos, gasolina etc. Sobre a variabilidade de condições de carregamento, serão considerados a necessidade de um sistema de contra-ilhamento ou um leque de opções limitado para a recarga de baterias para alimentação do motor.

Prosseguindo com a análise dos critérios, outro fator em questão diz respeito à manutenção, onde serão verificados a necessidade periódica de manutenção dos sistemas propostos, um modelo que necessita de poucas manutenções com o passar dos anos tem uma boa avaliação neste critério. A dificuldade de instalação se trata de outro critério utilizado para análise, será considerado se a fonte de energia apresenta um prazo grande para que sejam instaladas ou as dificuldades que possam surgir para tal.

A vida útil do sistema também deve ser considerada, quanto mais longo é um sistema maior será a pontuação a ser atribuída neste tópico. Sobre a resistência dos materiais, verificaremos o quanto o sistema pode ser danificado por ações externas a embarcação, como ações de ondas, impactos com terminais, etc.

Por fim, os dois últimos critérios considerados são o custo, e a aplicabilidade consolidada no mercado, onde serão verificados se os sistemas já são utilizados de forma satisfatórias em condições parecidas as do objeto de estudo da pesquisa em questão.

Sobre a energia fotovoltaica em embarcações, podemos fazer uma série de afirmações com base nas literaturas existentes e nas pesquisas realizadas para a consolidação do presente trabalho.

O primeiro tópico diz a respeito da eficiência energética, no qual a energia fotovoltaica apresenta resultados satisfatórios, apesar de que as células fotovoltaicas dissipam quantidades consideráveis da energia proveniente do sol, apesar disso os motores movidos com tal sistema elétrico em grande maioria apresentam eficiência satisfatória, sendo utilizados rotineiramente sem problemas no que diz respeito ao cunho de eficiência.

A viabilidade das condições de carregamento é um dos principais gargalos da matriz em questão, por ser uma energia que depende dos raios solares, é impossível o

carregamento das baterias durante as noites ou em casos de pouca iminência de sol. A necessidade de um sistema de compartilhamento deve ser considerada. Entretanto, o uso com responsabilidade e uma série de cuidados pode evitar uma série de problemas relativos à falta de carga nas baterias, sobre a temática em questão, pode ser argumentado também que na Amazônia os recursos solares são de escala suficiente, o que evitaria problemas com falta de carga.

Sobre a manutenção, sistemas solares são notáveis pela pouca necessidade de manutenção nas placas e componentes, entretanto, como qualquer outro equipamento, a manutenção periódica das placas é fundamental para otimizar o seu funcionamento, em geral, a manutenção das placas é relativamente simples, consistindo em lavar sua superfície com água e sabão pelo menos uma vez ao ano. Muitos usuários deixam a limpeza à cargo da chuva, porém, a manutenção anual pode garantir a retirada de sujeiras e detritos mais persistentes. A instalação deste tipo de sistema é considerada simples, podendo ser realizada por técnico ou engenheiro especializado.

A vida útil do sistema é um outro ponto em que a energia solar se destaca, certas placas solares tem vida útil de até 30 anos, tempo este que é superior à vida útil de uma lancha referente ao objeto de estudo. As placas solares, também são consideradas matérias de alta resistência a choque e etc.

Acerca do custo, com a popularização dos sistemas de eletricidade solar, vemos os valores para instalação e compra caírem consideravelmente nos últimos anos, se trata de um efeito de escada, quanto mais se usa energia solar mais barato sua instalação e custo para compra ficam com o passar do tempo. O Custo-benefício é uma vantagem crucial dessa fonte de energia. Isso porque a vida útil das placas solares fotovoltaicas é de cerca 30 anos como mencionado anteriormente, e o investimento inicial da instalação tem retorno em média de 5 anos. O crescimento do setor proporcionou a queda do custo dessa tecnologia, que é composta basicamente por equipamentos como painéis solares, inversores *On Grid*, *sting-box* e estruturas de fixação.

Por fim, como é de conhecimento geral, a energia fotovoltaica é amplamente utilizada no cenário da engenharia naval, possibilitando uma série de possíveis referências a serem utilizadas para a concretização do projeto, tal fato tem importância ímpar para uma possível aplicação da ideia no mercado.

Assim, podemos inferir que a matriz de energia elétrica tem grandes vantagens no que diz respeito os critérios considerados, os pontos negativos mais alarmantes dizem a

respeito da variabilidade das condições de carregamento, entretanto, como dito anteriormente tal adversidade pode ser contornada caso considerado a alta eminência diária de sol na região amazônica.

A utilização de energia hidrocínética em embarcações se trata de uma proposta pouco explorada no mercado, apesar do seu possível grande potencial, ainda devem ser realizados muitos estudos e aplicações para que o sistema seja utilizado no setor. Por conta da falta de estudos acerca do sistema, uma série de desvantagens são desencadeadas fundamentadas nas incertezas provenientes. A seguir, listaremos as vantagens e desvantagens provenientes desta matriz energética.

Para a obtenção de resultados no que diz respeito a eficiência energética, podemos inferir que dificilmente podemos estipular valores para este critério, visto que o modelo teria que ser idealizado, testado e refinado, possivelmente com anos de estudos para que se atinja eficiência satisfatória quando comparada aos meios mais usualmente utilizados. Outros critérios em análise tornam-se uma desvantagem para o sistema em análise por conta da falta de estudos existentes acerca desta matriz, sobre a manutenção não podemos afirmar nada sobre, considerando a inexistência de mão de obra qualificada para a aplicação de tal matriz, na questão da dificuldade para instalação temos a mesma justificativa.

No que tange a variabilidade das condições de carregamento, não vemos idealmente grandes preocupações a respeito do sistema, o carregamento seria realizado com a movimentação da embarcação, apesar disso, por se tratar de uma fonte de energia idealizada, possivelmente seria necessário a aplicação de um sistema de contrilhamento.

As células piezoelétricas apresentam vida útil limitada, estudos acerca consideram sua vida útil padrão entre 5 e 10 anos, o que se torna uma desvantagem quando comparado a aos sistemas concorrentes. Outro fator importante, se trata da fragilidade desse tipo de célula, não foi encontrado em literaturas modelos piezoelétricos aplicados com boas características de resistência, assim para a utilização destas células em embarcações, seriam necessários uma série de estudos com o objetivo de se concretizar tal uso.

Por fim por se tratar de um equipamento que não apresenta histórico de uso no mercado naval, uma série de investimentos para estudo e aplicação seriam necessários, o que acarretaria em uma série de custos para fomento dos estudos e criação de protótipos.

Apesar dos fulcros supracitados impedirem a utilização desta matriz no cenário atual, estudos e aplicações deste tipo de sistema energético deve ser considerado, visto que seu potencial na área naval apresenta ideias inovadoras e que se encaixam na utilização das

embarcações, podendo ser aproveitado em embarcações com grande superfície molhada como cargueiros por exemplo.

Para a utilização da fonte no objeto de estudo em questão, buscaremos a adaptação de um motor movido diretamente ao etanol, tal medida buscar diminuir a poluição proveniente da queima do combustível, é importante citar que apesar da queima de biomassa ter índices de poluição consideravelmente menores dos da queima de combustível fósseis, ainda é necessário a realização da combustão o que gera consequentemente emissão de uma certa quantidade de poluentes, assim a utilização deste meio não é 100 % limpa, apesar de ser notório a diferença quando comparada a combustíveis fósseis no que diz a respeito de poluição e agressão ao meio ambiente.

Acerca dos critérios supramencionados, sobre a eficiência energética média do etanol, podemos afirmar que na maior parte dos veículos vendidos no país é ainda inferior a 70% do desempenho da gasolina, nível indicado como referência no mercado. Os cálculos foram feitos pelo Valor com base em medição do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro) com veículos que respondem por 83% das vendas no mercado nacional. Com porte deste dado, vemos uma eficiência consideravelmente boa.

Sobre as condições de variabilidade de carregamento, não teríamos problemas caso a escolha do referido modelo seja efetivada, tal fonte necessita apenas do combustível para firme execução. No que tange a manutenção, apesar de não termos dimensão de o quão problemático o motor será, sabemos que componentes mecânicos equivalentes apresentam poucas taxas de falhas, o que evitaria manutenções ocorrentes por exemplo.

Sobre a instalação, considerando a inexistência do motor, não podemos inferir no que diz respeito a sua instalação, podemos fazer algumas análises considerando modelos parecidos, sobre os tais, não vemos grandes dificuldades quanto à instalação. A vida útil do sistema não representa uma desvantagem para a matriz energética em questão, motores de popa com cunho parecido tem vida útil considerável.

No que diz a respeito dos custos, seriam necessários uma série de estudos de aplicação e protótipos desenvolvidos para que assim seja possível sua utilização, tais medidas acarretam alguns custos adicionais ao sistema, fora o tempo para a produção e projeto, ademais, seria necessário a compra do combustível de forma rotineira por parte dos barqueiros, o que não elimina os custos diários em gastos com gasolina. Assim, tal sistema tem gargalos quanto aos custos provenientes.

Em síntese, verificamos que a escolha de se utilizar a biomassa como fonte energética do sistema acarretaria em uma série de projetos e estudos para possibilitar o uso da mesma, gargalo que dilataria os prazos para a aplicação do projeto.

Para a conclusão da escolha de matriz energética utilizada, utilizaremos o conceito de matriz multicritério aplicados em uma tabela. Todos os critérios presentes na matriz foram abordados e considerados de forma minuciosa para que assim os valores a seguir fossem definidos e evidenciados, a seguir matriz multicritérios com resultados para a consolidação do modelo energético definido.

Foram definidos pesos e notas para cada um dos conceitos levantados. Os pesos foram configurados de 1 à 3, onde o peso 3 tem importância vital para a escolha do sistema e 1 importância menor conseqüentemente. As pontuações foram definidas de 0 a 5, onde foram comparados os três sistemas propostos e o sistema utilizado atualmente, com queima de combustíveis fósseis. A nota 5 representa o grau mais elevado e se mostra como melhor alternativa para o critério em análise. Na tabela a seguir vemos os resultados obtidos através do método de multicritérios.

Tabela 1 - Aplicação de matriz multicritérios para a escolha da fonte energética aplicada.

ITENS CONSIDERADOS	PESO	FOTOVOLTAICA	HIDROcinÉTICA	BIOMASSA
Eficiência Energética	3	3	1	5
Variabilidade das condições de carregamento	1	1	3	5
Manutenção	2	5	1	1
Dificuldade de instalação	2	5	1	1
Vida útil do sistema	3	5	1	3
Resistência dos materiais	1	5	3	5
Custo	3	5	1	1
Aplicação consolidada no	2	5	1	3
TOTAL =		75	21	47

Fonte – O Autor, 2021.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Utilizando como fulcro os resultados adquiridos da tabela anterior, chegamos na consolidação da matriz energética utilizada, a energia solar se mostrou ser a fonte com maiores vantagens somando um total de 75 pontos, posteriormente a matriz energética com base na biomassa somou um total de 47 pontos e não obstante, a matriz energética com base na fonte de energia hidrocínética apresentou um total de 21 pontos.

Por fim, graças a eficiência da matriz multicritérios, conseguimos observar que a energia fotovoltaica se mostra muito mais vantajosa em diversos pontos em destaque, ainda assim, temos alguns pontos negativos no que tange ao aproveitamento de energia solar, entretanto, tais pontos não justificam a eliminação da fonte mencionada e de acordo com a matriz apresentam em uma somatória mais vantagem para a fonte supracitada.

No que tange a energia fotovoltaica aplicada em embarcações muito embora a tecnologia de geração de energia fotovoltaica 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 sócio-ambientais 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. (KLOSTER, N; 2012).

Acerca do turismo em regiões costeiras e rios Spagnolo, G. 2012 afirma que muitas das áreas com algum tipo de proteção ambiental ao redor do mundo vem apresentando uma forte tendência de aumento exponencial do turismo, O turismo é visto como uma viável opção financeira para as áreas protegidas mencionadas, demonstrando uma compreensão entre as área mencionadas e o setor privado, tal fator, permite o controle do estado sobre as área e as torna aproveitáveis e lucrativas para ambos os lados. A utilização de barcos elétricos é uma solução perfeita para estas regiões de proteção, por conta da baixa emissão de poluentes atmosféricos e sonoros.

6. REFERÊNCIAS

CABRAL, Isabelle; VIEIRA, R. VIABILIDADE ECONÔMICA X VIABILIDADE AMBIENTAL DO USO DE ENERGIA FOTOVOLTAICA NO CASO BRASILEIRO: UMA ABORDAGEM NO PERÍODO RECENTE. III Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental; Goiás, GO; 2012.

GUARDABASSI, Patrícia Maria. SUSTENTABILIDADE DA BIOMASSA COMO FONTE DE ENERGIA. Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia, USP, São Paulo, SP, 2006.

GOLDEMBERG, José. BIOMASSA E ENERGIA. Quim. Nova, Vol. 32, No. 3, 582-587, 2009.

OLIVEIRA, Mauricio Aguilar Nepomuceno de. Análise da Viabilidade de Embarcações Solares para Transporte de Passageiros. Dissertação, Programa de Pós Graduação em Engenharia e Oceânica, COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

SANTOS, Bruno Campos dos; FILHO, Antônio da Fonseca Costa; NICHIOKA, Júlio. BENCHMARKING: **Políticas Públicas de Incentivo a Geração de Energia Fotovoltaica**. Rev. Episteme Transversalis, Volta Redonda-RJ, v.10, n.1, p.386-408, 2019.

SOUZA, Ronilson di. **Os Sistemas de Energia Solar Fotovoltaica**. BlueSol Educacional, Ribeirão Preto. 2020.

Recebido em: 15/11/2021

Aceito em: 22/11/2021

Endereço para correspondência:
Nome Rodrigo Pereira Guerreiro
Email rodrigo.pereira.guerreiro@itec.ufpa.br



Esta obra está licenciada sob uma [Licença Creative Commons Attribution 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)