

ANÁLISE DE VIABILIDADE À IMPLEMENTAÇÃO DE EMBARCAÇÕES FOTVOLTAICAS NO TRANSPORTE URBANO DE PASSAGEIROS NA AMAZÔNIA

LOUREIRO, E. S. P.¹, GOMES, F. V.², PEREIRA, B. de J. A.³

¹UFPA/ITEC, ²UFPA/ITEC, ³UFPA/ITEC

¹e-mail: emmanuel@ufpa.br, ²e-mail: fernanda.vera.gomes@itec.ufpa.br, ³e-mail: breno.pereira@itec.ufpa.br

RESUMO

A Região Metropolitana de Belém (RMB), assim como muitas outras regiões no mundo, tem sua malha rodoviária de transporte de passageiros sobrecarregada. Localizada na barra sul da foz do Rio Amazonas, a cidade de Belém fica em uma península cercada pela Baía do Guajará e pelo Rio Guamá. Devido a isso, o potencial hidroviário local é estudado como alternativa sustentável de mobilidade urbana por meio da aplicação de transporte fluvial de passageiros. No passado, houve tentativas de implementação dessa modalidade de transporte, contudo, sem muito êxito pois um dos principais motivos para o insucesso era o alto valor da tarifa. Porém, este custo pode ser reduzido pela implementação de fontes renováveis de energia. Seguindo uma tendência mundial na busca por alternativas de mobilidade elétrica, neste estudo é realizada uma análise de viabilidade técnica e econômica para a implementação de embarcações fotovoltaicas no transporte fluvial urbano de passageiros em uma cidade amazônica, tendo em vista não somente o aspecto financeiro, mas também a minimização de danos causados ao meio ambiente com a utilização de energias renováveis. O estudo contempla também a análise de uma rota fluvial com pontos de paradas estratégicos em função da demanda de transporte da cidade. Assim, observar a viabilidade do emprego dessas embarcações em tais áreas, poderá gerar um impacto positivo considerável na vida da população local.

Palavras chaves: mobilidade urbana, embarcação, fotovoltaico, sustentável.



1- INTRODUÇÃO

A expansão de uma região metropolitana implica na modificação da mobilidade urbana existente no local para atender às necessidades de transporte da população. Essa alteração deve garantir o estabelecimento de rotas otimizadas para o fluxo de cargas e pessoas entre as áreas da região, usufruindo das suas características naturais ou artificiais. No Brasil, 72,3% do transporte é realizado à base de fontes energéticas derivadas de combustíveis fósseis como óleo diesel e gasolina, dos quais 96% dessa parcela é composta pelo transporte rodoviário [1]. Essa utilização majoritária contribui para o aumento de gases do efeito estufa (GEE) na atmosfera e caracteriza um dos grandes problemas enfrentados pelos países do globo no século XXI.

Devido à localização da maioria dos centros urbanos, a maior parte do transporte utilizado pelos moradores é o modal rodoviário [1]. Contudo, quando a região sofre um crescimento urbano desordenado, alguns fatores como congestionamentos e superlotação de ônibus intermunicipais podem interferir nessa circulação e influenciar na qualidade de transporte e tempo de viagem.

Nesse sentido, é possível utilizar características naturais do local para expandir a mobilidade na região. Algumas localidades dispõem de grande potencial fluvial que pode ser utilizado para o desenvolvimento de malha hidroviária como alternativa/suporte sobre o transporte urbano realizado. Nesse ínterim, a Região Metropolitana de Belém (RMB) é cercada tanto pelo Rio Guamá quanto pela Baía do Guajará, portanto, é possível desenvolver uma rota de transporte regular através do modal hidroviário com intuito de otimizar a mobilidade urbana tendo em vista a precariedade do transporte público descrito em [2] e as tentativas anteriores de implementação.

O modal hidroviário mostra-se adequado devido ao tempo de viagem previsível e ao baixo índice de poluição e reduzido custo operacional por passageiro, mas é necessário considerar o alto custo inicial das embarcações [3].

Dessa forma, apresentamos neste estudo a viabilidade de implementação de uma rota alternativa entre duas partes da RMB, o Distrito de Icoaraci e alguns bairros do centro da região, por meio do transporte fluvial e sustentável graças à utilização de energia solar nas embarcações que



Guajará. Ainda em relação à energia fotovoltaica é importante destacar que a RMB possui vantagens também em relação à irradiação solar por ser próxima da Linha do Equador, com a média diária na magnitude de $6,678 \text{ kW/m}^2$ [5]. Ao menos cinco dias na semana cerca de 44% dos moradores do DAICO viajam para Belém por motivo de trabalho e de estudo [6] em de linhas de ônibus interurbanas, a despeito da característica natural da Baía. Usuários da linha 305 (UFPA/Icoaraci), apontaram que a maioria dos passageiros estavam insatisfeitos com o serviço prestado de transporte rodoviário, conforme entrevistas. [2]. Cerca de 85% dos entrevistados consideraram que o tempo de espera nos pontos de parada é elevado e que o ônibus apresenta alta lotação, bem como 57,7% consideram os veículos em estado de conservação precário. A pesquisa demonstra ainda a aprovação de 70% dos usuários pelo transporte hidroviário, caso implementado.



Figura 2. Embarcação utilizada em 2016 na linha Icoaraci - Ver-o-Peso

No município, já houve duas tentativas de implementação de uma linha hidroviária para conectar o Distrito de Icoaraci com o centro comercial da cidade. A primeira tentativa ocorreu em 1999 pela então Companhia de Transportes do Município de Belém (CTBel). Esta linha hidroviária funcionava em 26 km percorrendo a rota Icoaraci - Centro – UFPA com viagens diárias das 6 às

20h, contudo, atuou somente naquele ano em virtude da falta de integração com o modal rodoviário e a utilização de embarcações inapropriadas para o percurso [7]. A segunda tentativa ocorreu em 2016, para fins de testes de viabilidade na qual a Prefeitura Municipal de Belém (PMB) implementou uma linha Icoaraci - Mercado do Ver-o-Peso que funcionou apenas por 18 dias, com uma tarifa de R\$10,00 e uma velocidade de serviço de aproximadamente 28 nós, com a embarcação utilizada exibida na figura 2.

2.2- Definição dos pontos de paradas.



Figura 3. Distribuição das paradas ao longo da costa de Belém.

No estudo do caso, a cidade de Belém foi escolhida para a análise técnica da rota. Com base nos resultados obtidos pela pesquisa de campo realizada em [6] com moradores do distrito de Icoaraci em relação ao transporte urbano para o centro da cidade, as paradas para um modal hidroviário foram definidas. Na pesquisa, para cerca de aproximadamente 19% dos entrevistados o destino da viagem era o bairro do Umarizal, (04 na figura 1), e para 14,5%, o bairro da Cidade Velha, (01 na figura 1). Dessa maneira, foram seleccionados quatro pontos de parada definidos como “A”, “B”, “C” e “D” considerando seus respectivos raios de influência de 1 km exibidos na figura 3.



As paradas estabelecidas são: A: Icoaraci, B: Ver – o – Rio, C: Ver – o – Peso, D: Universidade Federal do Pará (UFPA), Campus Básico.

2.3- Comparação entre os modais rodoviário e hidroviário para definição do tempo.

Com a utilização do Moovit, aplicativo de mobilidade urbana, foram selecionadas as linhas interurbanas do modal rodoviário que realizam viagens entre as paradas selecionadas, passando por outra ou não, durante os horários considerados como ‘picos’ no trânsito: 07h e 17h. A duração das viagens fornecidas pelo Moovit foi utilizada como parâmetro para medir o tempo médio que a viagem hidroviária deve atender, considerando que este modal possui um único trajeto ao longo da costa da cidade pelo Rio Guamá e pela Baía do Guajará. Desse modo, foram selecionadas para análise as seguintes rotas entre as paradas: AB, AC, AD, BD, CD, DC, ABC e ABCD.

2.4- Cálculo da velocidade

Com o tempo médio de cada percurso definido, foi realizado o cálculo da velocidade necessária para manter as viagens com a mesma duração ou torná-las mais rápidas segundo a equação (1).

$$v = x / (1,852 (T - n \cdot t)) \quad (1)$$

Em que:

v - velocidade, em nós, da embarcação

x - trajeto percorrido em quilômetros (km)

T - tempo desejado para a viagem em horas (h)

n - número de paradas

t - tempo de desembarque e embarque em cada parada em horas.



2.5- Banco de dados e seleção da embarcação

Uma pesquisa foi realizada no mercado internacional de embarcações elétricas solares disponíveis para a composição de um banco de dados com diversas características desejáveis para identificar uma embarcação que atenda aos critérios: velocidade estabelecida e tempo de operação admissível. Outros fatores considerados na pesquisa para cada embarcação foram: dimensões, tipo de casco, quantidade de passageiros, sistema de bateria e o tipo de painéis.

2.6- Cálculo dos custos e da tarifa.

Após a seleção de uma embarcação pelo custo de aquisição, a tarifa básica foi definida conforme o Decreto Estadual nº. 1.540/96., que se baseia na metodologia descrita em [8] para o cálculo de tarifas ao transporte hidroviário interior e pode ser dividido em: custos fixos, custos variáveis, lucro líquido e tarifa básica. Contudo, tendo em vista a utilização da energia solar para a operacionalização da embarcação, os custos variáveis não foram considerados, pois são compostos basicamente pelos custos de combustível e lubrificação. Dessa forma, eles foram trocados pelo custo com o banco de baterias. Os custos de substituição representam o custo necessário para atualizar os equipamentos a um preço atual. Para as fórmulas do cálculo (2-13), os símbolos e os valores (conforme regulador estadual ARCON - Agência de Regulação e Controle de Serviços Públicos) estão descritos conforme a tabela 1.

Tabela 1. Variáveis utilizadas no cálculo da tarifa (2-13)

Símbolo	Significado	Valores adotados
CE	Custo de aquisição da embarcação	R\$ 2.303.940,00
SE	Taxa para seguro de embarcação ano.	1,67%
ME	Taxa anual de manutenção da embarcação	4%
CTRH	Custos dos salários mensais da tripulação	R\$ 9.186,52
ES	Encargos Sociais	73,34%
OE	Outros Encargos	2,58%
K	Valor residual da embarcação	10%
VUE	Vida útil da embarcação	15 anos
TA	Taxa de administração	10%
BB	Preço do banco de baterias	R\$ 488.400,00
VUB	Vida útil do banco de baterias, anos	10 anos
FPR1	Fator de retorno de capital: vida útil de 15 anos	0,1468242
J	Taxa Anual de Retorno do Capital	12%
NP	Número de passageiros transportados por dia.	400

Custo com seguro (*CSR*):

$$CSR = (SE / 100 \cdot CE) / 365 \quad (2)$$

Manutenção e Reparos (*CM*):

$$CM = (ME / 100 \cdot CE) / 365 \quad (3)$$

Salário da Tripulação e Encargos Sociais e Trabalhistas (*CTR*):

$$CTR = (CTRH \cdot (1 + ES / 100) \cdot (1 + OE / 100)) / 30 \quad (4)$$

Depreciação (*CDR*)

$$CDR = (1 - K / 100) / VUE \cdot CE / 365 \quad (5)$$

Vistoria (*CV*)

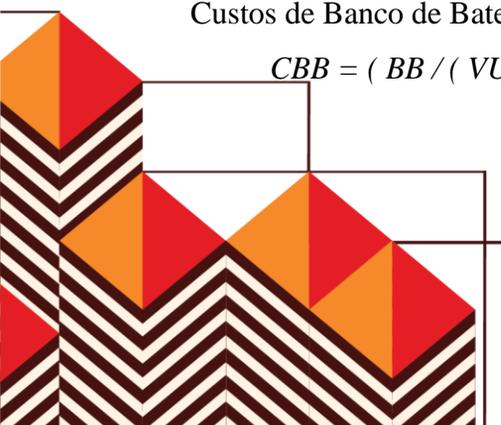
$$CV = (CE \cdot 0,2 / 100) / 365 \quad (6)$$

Custos de Administração (*CAD*)

$$CAD = TA / 100 (CSR + CM + CTR + CDR + CV) \quad (7)$$

Custos de Banco de Baterias (*CBB*):

$$CBB = (BB / (VUB \cdot VUE)) / 365 \quad (8)$$



Custos de Substituição (CSS)

$$CSS = 45 ((CSR + CM + CTR + CDR + CV + CD + CAD + CBB)) / 365 \quad (9)$$

Custo Total (CT)

$$CT = (CSR + CM + CTR + CDR + CV + CD + CAD + CSS + CBB) \quad (10)$$

Constante REMK

$$REMK = ([(1 - K / 100) \cdot CE \cdot FPR1] + [K / 100 \cdot J / 100 \cdot CE]) / 365 \quad (11)$$

Lucro Líquido (LL)

$$LL = REMK / 0,65 - (0,35 / 0,65 \cdot CDR \cdot 1 / (1 - 0,06)) \quad (12)$$

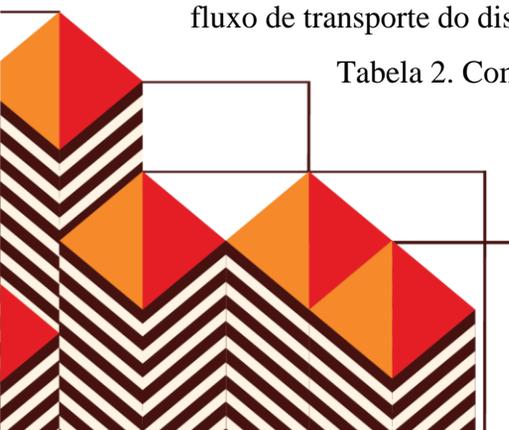
Tarifa Básica (TB)

$$TB = (CT + LL) / NP \quad (13)$$

3- RESULTADOS

Conforme a tabela 2, as distâncias hidroviárias em cada trecho tendem a ser menores que as rodoviárias. Assim, o tempo de viagem aceitável deve ser igual ou menor dos que os dispostos na tabela 3 para que o transporte de passageiros seja viável. As rotas escolhidas consideram o grande fluxo de transporte do distrito de Icoaraci para os bairros do centro da RMB, segundo [6].

Tabela 2. Comparação entre as distâncias entre as paradas para cada modal



Trechos	Distância Hidroviária (km)	Distância Rodoviária (km)
AB	14,8	17,9
BC	2,57	2,2
CD	8,03	8,9
AD	25,4	25,7

Tabela 3. Linhas de ônibus interurbanas que atualmente realizam o trajeto entre as paradas

Trajeto	Partida	Destino	Horário	Tempo (min)	Linhas	Empresas
AB	Icoaraci	Ver-O-Rio	07:00	68	880 e 911	Belém Rio/Viação Forte
AC	Icoaraci	Ver-O-Peso	07:00	71	871	Vialoc
AD	Icoaraci	UFPA	07:00	78	884 e 768	Barata Transportes/Viação Rio Guamá
CD	Ver-o-peso	UFPA	07:00	30	312	Viação Rio Guamá
BD	Ver-o-Rio	UFPA	07:00	43	869 e 310	Transporte Nova Marambaia/Viação Guajará
BA	Ver-o-Rio	Icoaraci	17:00	69	923 e 870	Vialoc/Belém Rio
CA	Ver-o-peso	Icoaraci	17:00	68	758 e 884	Belém Rio/Barata Transporte
DA	UFPA	Icoaraci	17:00	78	768 e 996	Viação Rio Guamá/Transportes Águas Lindas
DC	UFPA	Ver-o-peso	17:00	39	308	Viação Guajará
DB	UFPA	Ver-o-rio	17:00	43	308	Viação Guajará

Considerando o tempo de embarque e desembarque como cinco minutos, a tabela 4 exhibe as faixas de velocidade calculadas segundo a equação (1) para cada trecho, das quais as maiores estão em vermelho, as intermediárias, em tons de laranja e as menores, em verde.

Tabela 4. Velocidade da embarcação para o tempo das viagens de ônibus

Trecho	Velocidade em km/h	Velocidade em nós
AB	12,87	6,95
AC	15,00	8,10
AD	19,54	10,55
BC	22,03	11,89
BD	14,79	7,99
CD	16,06	8,67
DC	12,35	6,67
ABC	14,68	7,93
ABCD	15,88	8,57

Assim, velocidade média calculada é de 8,15 nós, o qual coincide com faixa de velocidade de cruzeiro alcançada por embarcações movidas a energia solar, já que o motor elétrico utilizado pela fonte de energia limita a velocidade a faixas mais restritas [9]. Dessa forma, a velocidade



escolhida como ideal foi de nove nós e o gráfico da figura 4 demonstra a duração da viagem que deve ser alcançada nessa faixa pelo modal hidroviário em cada trajeto e estabelece um comparativo entre os dois modais.

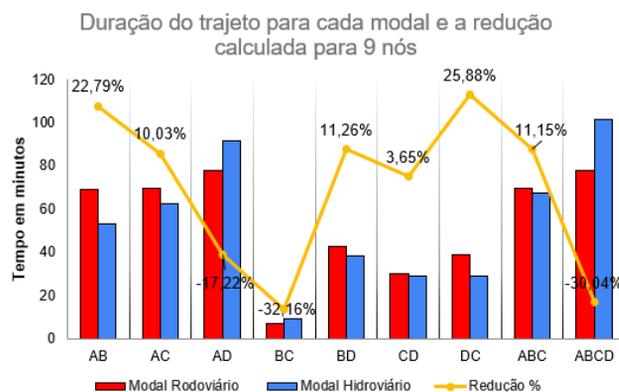


Figura 4. Gráfico de relação entre a redução do tempo de cada trajeto e a duração do trajeto para cada modal.

Ainda conforme na figura 4, houve redução do tempo de viagem com o modal hidroviário na maioria dos trechos, sendo os trechos DC e AB onde ocorreram as maiores, 25,88% e 22,79%, respectivamente. A tabela 5 apresenta os dados pesquisados sobre diversas embarcações movidas a energia solar que já são casos de sucesso.

Tabela 5. Embarcações movidas à energia solar para transporte de passageiros

Modelo	L(m)	B(m)	Tipo de Casco	Velocidade máx. (nós)	Passageiros	Sistema de Motorização	Baterias	Tipo de painéis	Tempo Operacional
LC40 Pure Electric	11,95	6,2	Catamarã	5	40	15 kW	-	-	-
PASSENGER VECTOR	18	4,7	Monocasco	6	97	2 x 80 kW	2 x 104 kWh	-	6h
30 Passenger Ferry	12	3,5	Catamarã	7	30	2 x 12 kW	2 x 15 kWh	6 kWp Poly-crystalline	-
NavAlt ADITYA	20	7	Catamarã	7,5	75	20 kW	2x25 kWh	20 kWp	4.5-6h
Solar Wave 46	13,9	7,5	Catamarã	8	-	2x 10kW Aquawatt	-	-	-
Ferry 2306 E3	23,3	5,6	Monocasco	9	80	-	-	-	-
7GT (Shing Sheng Fa)	8,80-12,0	3,85-4,3	Catamarã	10	12	40 kW	-	1 kW	6h
CAT 12 G-Fiber + LiFePO4 120 kW	17,8	6	Catamarã	13,6	42	50 kW	60 kWh	15 kW	-

Com base na análise da embarcação que atende aos critérios exigidos de velocidade a nove nós e autonomia mínima de 9h12, foi selecionada a embarcação CAT 12 fabricado pela empresa Ned Ship Group para estimativa do custo da tarifa. Após consulta direta com o fabricante [10], o preço de aquisição da embarcação em sua versão para transportes de passageiros e construída com fibra de vidro é de 446.500 € (euros).



Figura 5. CAT 12 por NED SHIP GROUP

No cálculo da tarifa, foram aplicadas as informações da tabela 1 conforme agência estadual ARCON (Agência de Regulação e Controle de Serviços Públicos) para a frota de somente uma embarcação, que é objeto de estudo, e os resultados são exibidos na tabela 6. Estes custos diários foram obtidos baseados majoritariamente no custo de aquisição de embarcação escolhida, considerando a conversão em real (R\$). A quantidade de passageiros leva em conta uma ocupação de 80% da capacidade máxima da embarcação. Dessa forma, ao considerar a demanda de bairros em [6] e a realização de cinco viagens AD e cinco viagens DA por dia, isto é, viagens diárias de ida e volta até o final da linha planejada, a quantidade de passageiros pode ser estimada em 400. Assim, o preço da tarifa encontrado foi de R\$ 7,36.

Tabela 6. Custos atrelados ao preço da tarifa total

Custo com seguro (CS):	R\$ 105,41
Manutenção e Reparos (CM)	R\$ 252,49
Salário da Tripu. e Encs Sociais e Trabalhistas (CTR)	R\$ 545,55
Depreciação (CDR)	R\$ 378,73
Vistoria (CV)	R\$ 12,62
Custos Administrativos (CAD)	R\$ 129,48
Custos de Substituição (CSS)	R\$ 176,70

Custos com Banco de Baterias (CBB)	R\$ 8,92
Custo Total (CT)	R\$ 1.609,91
Lucro Líquido (LL)	R\$ 1.182,82
Tarifa Básica	R\$ 6,98
Taxa de regulação	R\$ 0,03
Tarifa Básica + Taxa de regulação	R\$ 7,02
ICMS	R\$ 0,34
Tarifa Total	R\$ 7,36

4- DISCUSSÃO

Apesar das duas tentativas de implementação anteriores, o transporte hidroviário urbano na RMB não continuou como linha permanente por efeitos de fatores como a alta tarifa e a ausência de integração com outros modais. No estudo, com intuito de reduzir a emissão de GEE e a tarifa, a aplicação de energia solar no desenvolvimento da rota hidroviária limita o alcance de velocidade da embarcação, de maneira que a sua utilização se torna mais viável em curtas distâncias. Para o trajeto total proposto AD a utilização da linha hidroviária não demonstra vantagem em relação ao tempo de viagem da linha rodoviária, contudo, observa-se ganho de tempo nas outras rotas de menor distância, como no trajeto DC, em que a redução do tempo médio de viagem foi de 25,88%. Além disso, é possível estimar com precisão a duração do trajeto hidroviário por causa da ausência de fatores que possam estender o tempo da viagem, como congestionamentos.

A tarifa encontrada para a linha foi de R\$ 7,36, menor do que a tarifa utilizada em 2016, mas ainda é maior do que a utilizada no transporte rodoviário atualmente, R\$ 4,00. Contudo, a tarifa hidroviária não sofreria variações de preço atreladas ao uso de combustíveis fósseis, os quais representam cerca de 80% do custo total de uma linha de transporte urbano hidroviário [11]. O modelo de cálculo adotado ainda é vinculado a embarcações que utilizam combustíveis fósseis, de maneira que o percentual de lucro, em relação aos custos, é mais alto para o tipo de embarcação proposta, conforme a tabela 6. Além disso, uma embarcação de 120 kWh consegue pagar o seu preço em 13 anos [12], tempo menor do que a vida útil que normalmente é de 15

anos. Portanto, ao aplicar a utilização da energia solar à linha é possível obter um grande ganho econômico ao reduzir o custo operacional.

5- CONCLUSÕES

Realizado em uma cidade amazônica devido à disposição natural do ambiente, a análise de viabilidade do transporte hidroviário pode ser aplicada em diversas regiões semelhantes, isto é, com disponibilidade hidroviária e transporte a curtas distâncias. A implementação de uma rota fluvial com intuito de apresentar melhores condições de transporte mostra-se viável devido à redução do tempo de viagem, contudo, em uma rota diferente da proposta inicialmente. Essa redução não ocorre para o trajeto completo, da primeira à última parada, mas somente ao considerar trechos parciais de menor distância. A importância do estudo configura-se na aplicação do modal hidroviário de forma sustentável, ao ser utilizada uma fonte de energia limpa para seu funcionamento. conclusiones, máximo un párrafo.

6- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (BRASIL). “Balanco Energético Nacional 2021: Ano base 2020” *Empresa de Pesquisa Energética (EPE)*. Rio de Janeiro. 2021. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-601/topico-596/BEN2021.pdf> [consultado em julho de 2021]
2. Palma e Silva, A. A.; Monteiro Moraes, R. C.; Lima Barbosa, C. “O transporte aquaviário como alternativa de mobilidade urbana na região metropolitana de Belém-PA”. *REEC - Revista Eletrônica De Engenharia Civil*. Brasil. 2019. Nº. 2. pp. 64-74.
3. BNDES. “CADERNOS DE INFRA-ESTRUTURA: Transporte Hidroviário Urbano de Passageiros”. Rio de Janeiro. 1999



4. SEGEP. Secretaria Municipal de Planejamento. Anuário 2020 - Anuário Estatístico do Município de Belém. Prefeitura de Belém, Pará, Belém, Brasil. Disponível na Web: <https://anuario.belem.pa.gov.br/> [consultado em outubro de 2021].
5. Tutiempo.net. Radiação solar em Belém (Brasil). Tutiempo Network, S.L, Madri, Provincia de Madri, Espanha. Disponível na Web: <https://pt.tutiempo.net/radiacao-solar/belem.html> [consultado em janeiro 2022].
6. Monteiro Borges, A. “Aferição de demanda de transporte hidroviário urbano através do método de preferência declarada: um estudo de caso na região metropolitana de Belém – RMB”. Tutores: Dr. Hito Braga de Moraes e Dr. Marcus Vinícius Guerra Seraphico de Assis Carvalho. Tese de mestrado. Universidade Federal do Pará, Instituto de Tecnologia, Pós-Graduação em Engenharia Naval. Belém, Brasil. 2017.
7. Moraes Dias, M.; Freitas Pereira, A.; Milhomem Fernandes; I. P. F.; Torrinha Monteiro, K. N.; Brabo Ferreira, R. C. “O transporte hidroviário urbano de passageiros em Belém e os fatores relevantes para sua implementação” 32º Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte da ANPET. Gramado, Brasil. 2018. pp. 188-199
8. Souza Calheiros, C. “Metodologia de tarifa para transporte fluvial de passageiros na Amazônia”. Tutor: Dr. Carlos David Nassi. Tese de doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia de Transportes. Rio de Janeiro, Brasil. 2010.
9. Reis. M. C. “Projeto conceitual de uma embarcação solar para o transporte público de passageiros”. Tutor: Dr. Thiago Pontin Tancredi. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal de Santa Catarina - Centro Tecnológico de Joinville, Faculdade de Engenharia Naval. Joinville, Brasil. 2016.
10. NED SHIP GROUP. *Cat 12 Solar electric powered Multi Platform. Nagold: Sun Concept, 2020.*
11. Tobias, M; Afonso, P. “Economic model of sustainable value chain in passenger waterway transportation service”. *International Journal of Earth, Energy and Environmental Sciences*. Emirados Árabes Unidos. 2020. Nº. 2. pp. 73-80
12. Hengirmen Tercan, S.; Eid, B.; Heidenreich, M; Kogler, K.; Akyürek, Ö. “Financial and technical analyses of solar boats as a means of sustainable transportation” *ELSEVIER: Sustainable Production and Consumption*. Holanda. 2021. Nº. 25. pp. 404-412