

ALTERNATIVAS PARA VIABILIZAR A NAVEGAÇÃO EM PERÍODO DE ESTIAGEM – O USO DA ENERGIA FOTOVOLTAICA EM PROL DOS RECURSOS HÍDRICOS PARA A NAVEGAÇÃO

ALTERNATIVES TO ENABLE NAVIGATION DURING DROUGHT PERIODS – THE USE OF PHOTOVOLTAIC ENERGY FOR WATER RESOURCES IN NAVIGATION

Líria Baptista de Rezende

Faculdade de Tecnologia de Jahu – Fatec Jahu, liria.rezende@fatec.sp.gov.br

Antonio Eduardo Assis Amorim

Faculdade de Tecnologia de Jahu – Fatec Jahu, aea.amorim@fatec.sp.gov.br

Sebastião Gândara Vieira

Faculdade de Tecnologia de Jahu – Fatec Jahu, sebastiao.vieira@fatec.sp.gov.br

DOI: 10.54628/issn2763-5600.v18.1.2024.304

Resumo

Com a escassez de água devido às mudanças climáticas que vêm ocorrendo em ritmo acelerado fazem-se necessários estudos a fim de preparar as atividades que fazem uso da água. Segundo a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) a água é um bem de domínio público que em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é para o consumo humano seguido pela dessedentação de animais. Ainda segundo o PNRH a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas. Porém, a diversidade das atividades usuárias das águas, como a navegação e o uso de energia hídrica, em épocas de estiagem gera conflitos de interesse, pois nem sempre é possível manter a geração de energia sem prejudicar a navegabilidade das hidrovias (Canalenergia, 2019). As usinas hidrelétricas são importantes fontes de energia elétrica em muitos países, e geralmente são construídas em rios para aproveitar o potencial energético da água. No entanto, essas usinas também podem ter impactos negativos sobre a navegação, como a alteração do fluxo do rio e a redução da profundidade da água. A fim de discutir e propor alternativa para esse conflito estudou-se o uso de sistemas de energia fotovoltaica para que em períodos de estiagem possa-se substituir total ou parcial a energia hídrica pela solar.

Palavras-chave: Fotovoltaica. Hidrelétrica. Navegação.

Abstract

With the scarcity of water due to climate changes that have been occurring at an accelerated pace, studies are needed to prepare activities that use water. According to the National Water Resources Policy (PNRH) water is a public good that in situations of scarcity, the priority use of water resources is for human consumption followed by the watering of animals. Still according to the PNRH, the management of water resources must always provide for the multiple use of water. However, the diversity of water user activities, such as navigation and the use of hydropower, in times of drought generates conflicts of interest, as it is not always possible to maintain energy generation without impairing the navigability of waterways (Canalenergia, 2019). Hydroelectric power plants are important sources of electrical energy in many countries and are usually built on rivers to harness the energy potential of water. However, these plants can also have negative impacts on navigation, such as

Nota dos Editores

Este trabalho foi apresentado no **XII GEPro** realizado na Fatec Jahu em novembro/2023 e selecionado para compor esta edição da Revista FATECNOLÓGICA.

changing river flow and reducing water depth. To discuss and propose an alternative to this conflict, the use of photovoltaic energy systems was studied so that, in periods of drought, water energy could be replaced in whole or in part by solar energy.

Keywords: Photovoltaics. Hidroelectric, Navigation.

1 INTRODUÇÃO

Em comparação com rodovias e ferrovias, o transporte aquaviário é o mais econômico e eficiente (Kelle et al., 2019). Em longos percursos o frete no modal hidroviário é mais competitivo e ambientalmente é o modo de transporte que emite menos dióxido de carbono (CO₂) segundo Confederação Nacional de Transporte, CNT (2014a) e CNT (2014b). Roso et al. (2020) apontam os benefícios ambientais proporcionados pela navegação interior através da redução do congestionamento e do menor impacto ambiental. Além disso, o transporte fluvial causa menos poluição do ar, do solo e sonora, e possui menores índices de acidentes fatais na operação de transporte (Santana; Tachibana, 2008).

As hidrovias são componentes de grande importância dentro do projeto de descentralização e equilíbrio da matriz brasileira de transportes de cargas, pois contribuem para a redução do uso de caminhões para longos percursos, desafogando as rodovias. Segundo a Agência Nacional de Transportes Aquaviários, ANTAQ (2014) e Simões (1999) o Brasil possui várias hidrovias com fluxo de transporte crescente e existem várias iniciativas de incentivo governamental como o Programa 2086 do Ministério da Infraestrutura, que tem como objetivo a melhoria da produtividade do sistema e a promoção da sustentabilidade ambiental das áreas hidroviárias (Brasil, 2017).

Esta pesquisa discute o potencial técnico de geração de energia fotovoltaica em substituição total ou parcial da energia produzidas pelas usinas hidrelétricas. As usinas hidrelétricas funcionam convertendo a energia potencial da água em energia elétrica. Para isso, elas utilizam uma barragem para represar a água e criar uma diferença de altura entre a parte superior e inferior da barragem. A água é então liberada por meio de turbinas, gerando eletricidade. No entanto, esse processo pode afetar a navegação, pois altera o fluxo do rio e a profundidade da água. Sugere-se nesta pesquisa que as próprias usinas hidrelétricas poderiam implantar e fornecer a energia fotovoltaica principalmente em períodos de estiagem, visando ao desenvolvimento econômico e social a partir do uso da incidência solar abundante em todo o país.

No Brasil a principal fonte de energia elétrica, mais de 68%, advém das usinas

hidrelétricas (Epe, 2017). No entanto com as mudanças climáticas provocando períodos de estiagem cada vez mais rigorosos e conseqüentemente o rebaixamento do nível de água nos reservatórios impactando negativamente no setor elétrico brasileiro e prejudicando a navegação (Huback et al., 2016). Desse modo, deve-se pensar em outras fontes de energia em substituição total ou parcial da hídrica a fim de continuar atendendo a crescente demanda e evitando apagões. A energia fotovoltaica tem se tornado cada vez mais competitiva em relação às fontes de energia convencionais, como o petróleo e o gás natural. A queda dos preços dos painéis solares e o aumento da eficiência das células solares tem tornado a energia fotovoltaica uma alternativa viável para o fornecimento de energia elétrica em muitos setores. No futuro, espera-se que as usinas hidrelétricas adotem cada vez mais a energia fotovoltaica em suas operações, tornando-se fontes mais sustentáveis de energia elétrica. É uma energia limpa e se utiliza de uma fonte inesgotável e abundante no Brasil que é o sol. A energia fotovoltaica é livre de emissões de CO₂ e outros gases. O sistema fotovoltaico em seu final de vida útil tem mais de 85% de reaproveitamento de seus componentes reduzindo ainda mais os impactos ambientais (Wwf, 2015).

Uma característica importante dos sistemas fotovoltaicos é a confiabilidade. Devido ao fato de não terem partes móveis, serem de baixo nível de complexidade, não estarem sujeitos praticamente aos efeitos dos ventos fortes e das descargas atmosféricas, apresentam alto índice de disponibilidade. Além disso, caso ocorra um defeito, este se limita à instalação específica, não se estendendo às demais. Outro ponto é o avanço tecnológico; estão surgindo a cada dia, novos modelos de placas, com mais eficiência energética ocupando menor espaço e peso. Segundo o Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), novos painéis solares ultraleves e finos pesam 100 vezes menos do que os modelos convencionais, e o tecido é pelo menos 18 vezes mais potente por quilo (kg).

1.1 Objetivo

O objetivo geral deste projeto é dimensionar as fazendas fotovoltaicas de forma a suprir a demanda de energia elétrica nos períodos de estiagem no rio Tietê, preservando a profundidade necessária do rio a fim de viabilizar a navegação. Pretendeu-se entender o sistema fotovoltaico, coletar a potência contratada das usinas hidrelétricas do rio Tietê e calcular a potência energética fotovoltaica que cada usina hidrelétrica.

1.2 Metodologia

A potência de cada usina hidrelétrica foi verificada através de pesquisas em sites das usinas, com esse dado iniciou-se o dimensionamento do sistema fotovoltaico, que inclui, escolha do modelo da placa fotovoltaica, potência e dimensões da placa.

O critério para escolha da placa foi a que ocupasse o menor espaço e produzisse a maior potência. Ao longo da pesquisa percebeu-se a rápida evolução quanto à eficiência das placas, sendo assim algumas placas escolhidas inicialmente para o estudo, ficaram em desuso enquanto novos modelos entraram no mercado. Até o momento da escolha final da placa a evolução das placas foi acompanhada. Embora a pesquisa mencione o custo das placas, não houve preocupação com o custo, porque com o avanço da tecnologia, já mencionado, os custos caem, e devido a grande quantidade de placas necessárias, deve-se tentar compras diretas com o fornecedor, facilidades de importação e negociações quanto ao preço final.

O dimensionamento foi realizado considerando que a usina elétrica pudesse oferecer 100% de energia fotovoltaica durante o dia. Optou-se por não usar baterias, por questões de economia de espaço e custos, logo, durante a noite ou em tempo nublado de pouco sol a usina deverá produzir energia hídrica.

Embora o cenário escolhido nesta pesquisa para dimensionar a produção de energia fotovoltaica foi o mesmo cenário de hoje com a mesma potência em MWh (megawatt hora) que as usinas hidrelétricas produzem, sabe-se que às células fotovoltaicas são dispostas em módulos, portanto o sistema fotovoltaico pode ser expandido na medida das necessidades.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A eletricidade produzida pelas células fotovoltaicas tem características específicas, exigindo equipamentos adicionais para adaptá-la aos equipamentos consumidores. Os módulos fotovoltaicos geram corrente elétrica contínua com tensão e corrente variáveis, em função do nível de insolação e em função dos requisitos da carga. Portanto, são necessários, entre outros, inversores quando se necessita de corrente alternada (usada na maioria dos eletrodomésticos disponíveis no mercado), acumuladores elétricos (baterias) para acumular a energia gerada nos momentos de insolação para uso durante as 24 horas do dia e controladores de carga para proteção das baterias contra cargas e descargas excessivas. A produção de eletricidade por meio de geradores fotovoltaicos já é, hoje, uma realidade técnica e econômica que se espalha pelo mundo e que começa a se difundir pelo Brasil (Alvarenga,

2006).

Os equipamentos disponíveis no mercado nacional têm preço mais elevado do que no mercado internacional. Os custos são menores para sistemas maiores e quando a instalação é parte de um programa de maior porte com concorrências internacionais e com instalação por equipes especializadas terceirizadas. Quando a instalação é pequena e adquirida individualmente, os preços de equipamentos e instalação são maiores.

A capacidade de geração de energia elétrica no Brasil, em maio de 2017, atingiu a marca aproximada de 152 GW, contando com a participação das diversas fontes de energia que formam a matriz elétrica brasileira.

A geração de energia através das Usinas Hidrelétricas, atingiram o percentual 61,49%, sendo seguidas pelas Termoelétricas 27,02%, Central Eólica 6,88%, Pequenas Hidrelétricas 3,28%, Termonuclear 1,30% e por última Central Solar Fotovoltaica com 0,02%, Figura 6. Segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) em agosto/22 as Usinas Fotovoltaica (UFV), correspondem 3,20%.

A Alemanha é um dos países que mais se destaca no fomento à geração de energia solar fotovoltaica, com estimativa de 53,8 GW de capacidade instalada. Contudo, a faixa de irradiação mais favorável recebe menos sol do que os locais menos ensolarados do Brasil.

2.1 Usinas hidrelétricas do Tietê

As usinas estudadas estão dispostas na Tabela 1 com suas respectivas potências.

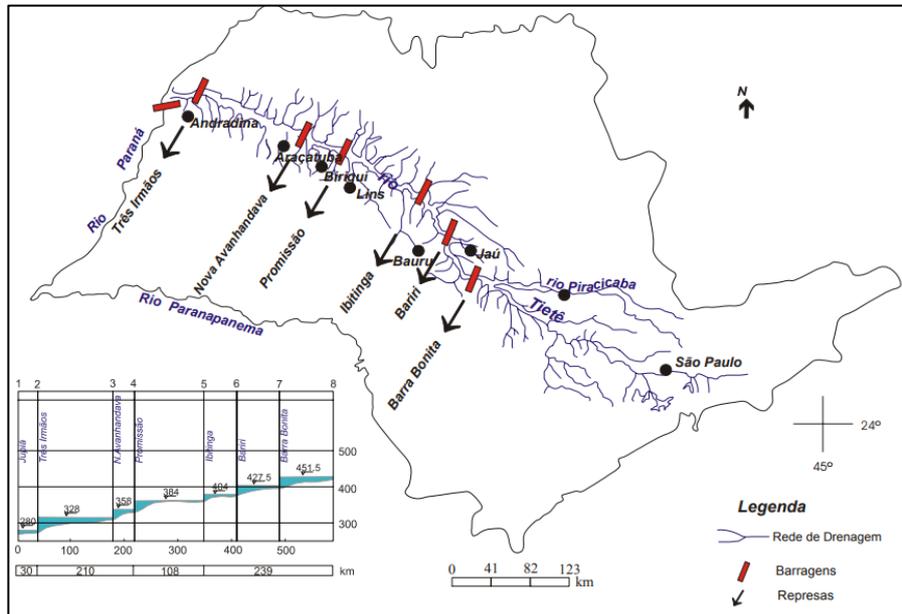
Tabela 1. Potência das usinas hidrelétricas da hidrovia Tietê

USINA	Potência máxima (kW)
Barra Bonita	140.760
Bariri	136.800
Ibitinga	131.490
Promissão	264.000
Nova Avanhandava	347.400

Fonte: Autores, (2023).

A Figura 1, mostra a localização das usinas no estado de São Paulo.

Figura 1. Usinas Hidrelétricas na hidrovia Tietê



Fonte: Stefani e Rocha, (2007).

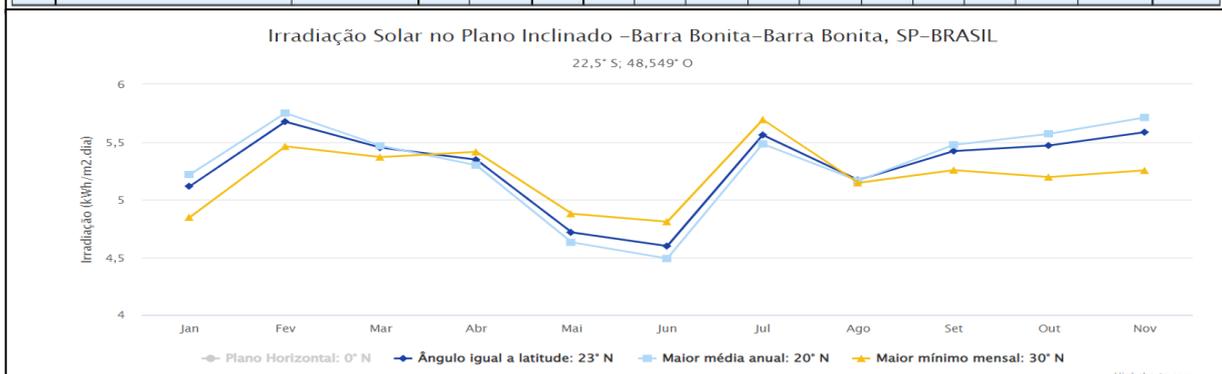
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para todas as usinas:

- Irradiação média das hidrelétricas por CRESESB [SD];
- Estudo de viabilidade para Painel Solar Fotovoltaico de Silício Monocristalino (mono-Si) 550 W por 144 células monocristalinas.

BARRA BONITA

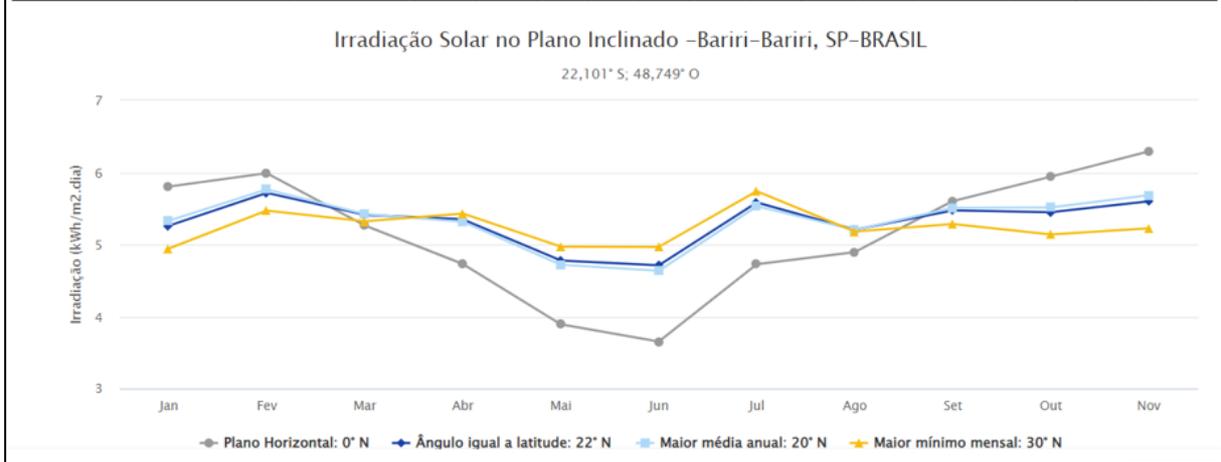
#	Ângulo	Inclinação	Irradiação solar diária média mensal [kWh/m ² .dia]													Média	Delta
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez			
✓	Plano Horizontal	0° N	5,67	5,97	5,30	4,70	3,81	3,54	3,73	4,68	4,85	5,56	5,99	6,31	5,01	2,78	
✓	Ângulo igual a latitude	23° N	5,12	5,68	5,45	5,35	4,72	4,60	4,75	5,56	5,17	5,42	5,47	5,58	5,24	1,08	
✓	Maior média anual	20° N	5,22	5,75	5,47	5,30	4,63	4,49	4,65	5,48	5,16	5,47	5,57	5,71	5,24	1,26	
✓	Maior mínimo mensal	30° N	4,85	5,46	5,37	5,41	4,88	4,81	4,95	5,69	5,15	5,26	5,20	5,25	5,19	,89	



O Cálculo do número de painéis solares necessários para cada eclusa envolve a potência contratada da eclusa e o tipo de painel solar. Com o valor da irradiação solar diária do local (pior cenário na média mensal), o tipo de placa solar e supondo que o rendimento seja de 80%, determina-se a potência gerada por metro quadrado em um dia. A quantidade de placas solares é a razão da potência contratada pelo valor obtido anteriormente. Com este valor, estima-se a área necessária para a implantação da fazenda solar.

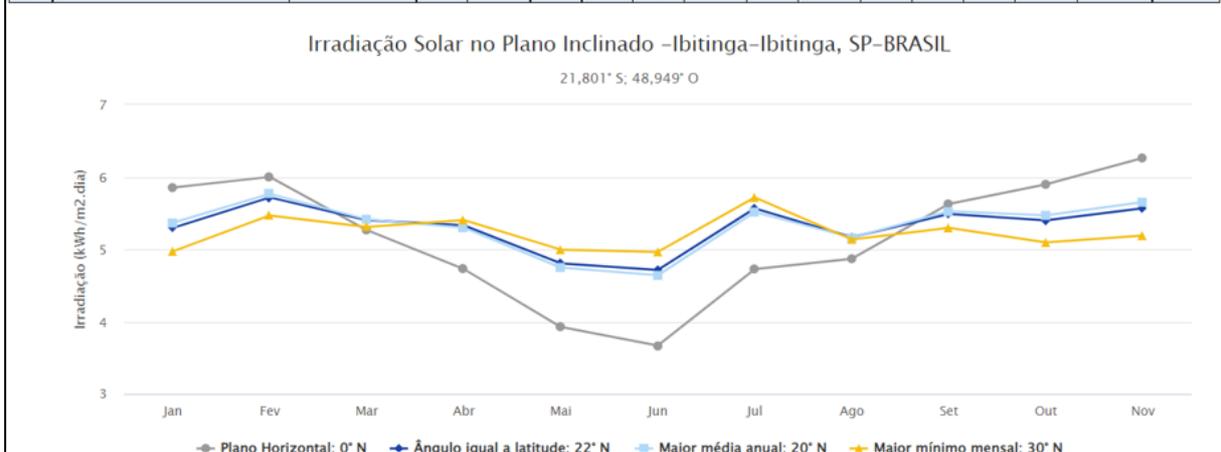
BARIRI

#	Ângulo	Inclinação	Irradiação solar diária média mensal [kWh/m ² .dia]												Média	Delta
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
✓	Plano Horizontal	0° N	5,80	5,99	5,26	4,73	3,89	3,65	3,85	4,73	4,89	5,60	5,94	6,29	5,05	2,64
✓	Ângulo igual a latitude	22° N	5,26	5,71	5,41	5,35	4,78	4,71	4,87	5,58	5,21	5,47	5,45	5,60	5,28	1,00
✓	Maior média anual	20° N	5,33	5,76	5,42	5,32	4,72	4,64	4,80	5,53	5,20	5,51	5,51	5,68	5,29	1,13
✓	Maior mínimo mensal	30° N	4,94	5,47	5,32	5,43	4,97	4,97	5,11	5,74	5,18	5,28	5,14	5,22	5,23	,80



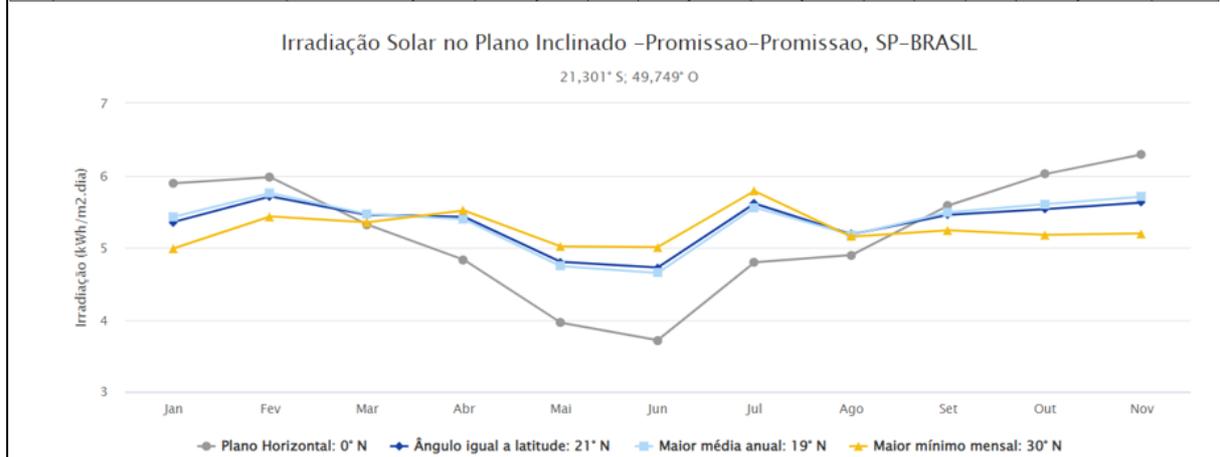
IBITINGA

#	Ângulo	Inclinação	Irradiação solar diária média mensal [kWh/m ² .dia]												Média	Delta
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
✓	Plano Horizontal	0° N	5,85	6,00	5,27	4,73	3,93	3,67	3,87	4,73	4,87	5,63	5,90	6,26	5,06	2,59
✓	Ângulo igual a latitude	22° N	5,29	5,72	5,40	5,33	4,81	4,71	4,88	5,57	5,17	5,49	5,40	5,57	5,28	1,00
✓	Maior média anual	20° N	5,37	5,77	5,41	5,30	4,75	4,64	4,81	5,51	5,16	5,53	5,47	5,65	5,28	1,13
✓	Maior mínimo mensal	30° N	4,97	5,47	5,31	5,40	4,99	4,96	5,11	5,72	5,14	5,30	5,09	5,19	5,22	,75



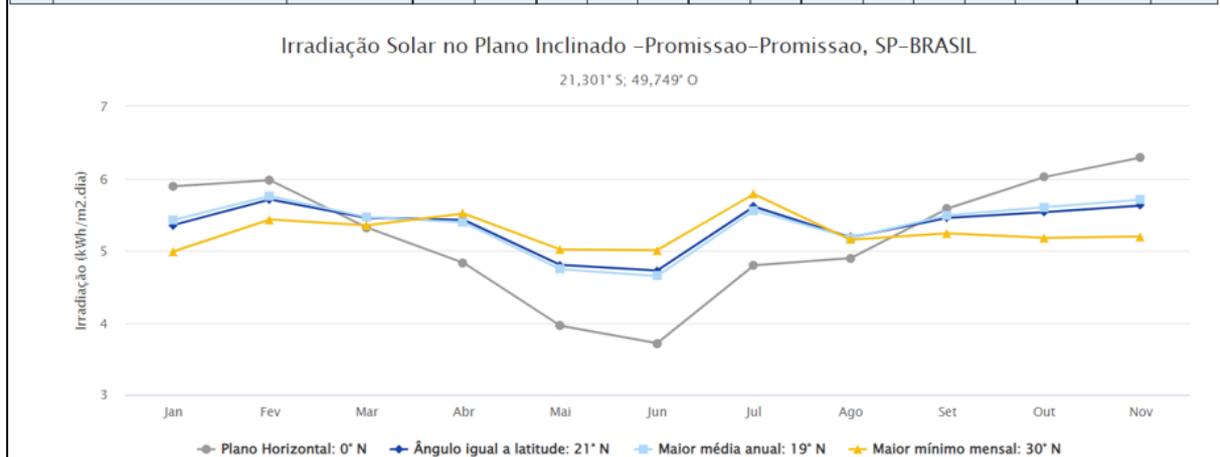
PROMISSÃO

#	Ângulo	Inclinação	Irradiação solar diária média mensal [kWh/m ² .dia]												Média	Delta
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
✓	Plano Horizontal	0° N	5,89	5,98	5,32	4,83	3,96	3,72	3,94	4,80	4,89	5,58	6,02	6,29	5,10	2,58
✓	Ângulo igual a latitude	21° N	5,35	5,71	5,45	5,43	4,80	4,72	4,93	5,61	5,18	5,45	5,53	5,62	5,32	,99
✓	Maior média anual	19° N	5,42	5,76	5,46	5,39	4,74	4,65	4,85	5,56	5,18	5,49	5,60	5,71	5,32	1,11
✓	Maior mínimo mensal	30° N	4,99	5,43	5,35	5,51	5,01	5,01	5,19	5,78	5,15	5,24	5,18	5,20	5,25	,80



NOVA AVANHANDAVA

#	Ângulo	Inclinação	Irradiação solar diária média mensal [kWh/m ² .dia]												Média	Delta
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
✓	Plano Horizontal	0° N	5,89	5,98	5,32	4,83	3,96	3,72	3,94	4,80	4,89	5,58	6,02	6,29	5,10	2,58
✓	Ângulo igual a latitude	21° N	5,35	5,71	5,45	5,43	4,80	4,72	4,93	5,61	5,18	5,45	5,53	5,62	5,32	,99
✓	Maior média anual	19° N	5,42	5,76	5,46	5,39	4,74	4,65	4,85	5,56	5,18	5,49	5,60	5,71	5,32	1,11
✓	Maior mínimo mensal	30° N	4,99	5,43	5,35	5,51	5,01	5,01	5,19	5,78	5,15	5,24	5,18	5,20	5,25	,80



A Tabela 2 sintetiza o resultado dos cálculos

Tabela 2. Quantidade de módulos e áreas ocupadas por usina

UFV (São Paulo)	Potência Instalada (MW)	Módulos (unid.)	Área Ocupada (há)
Barra Bonita	140,76	61.052	16
Bariri	136,8	58.885	16
Ibitinga	131,49	56.600	15
Promissão	264	112.782	30
Nova Avanhandava	347,4	147.580	39
TOTAIS	1020,45	436.899	116

Fonte: Autores, (2023).

Existem diversos tipos de células fotovoltaicas no mercado. Algumas ainda estão em estágio experimental. Deve-se conseguir células que apresentem custos mais baixos de fabricação, com alta durabilidade e com boa eficiência na conversão da radiação solar em energia elétrica. Na Tabela 3 tem-se 5 exemplos de placas fotovoltaicas encontradas no mercado, dados colhidos em setembro de 2022, optou-se por manter as empresas no anonimato e denominar os modelos das placas por A, B, C, D e E. O número de placas, coluna 6, é o número total necessário para todas as 5 usinas.

Tabela 3. Custo total de acordo com os tipos de placas fotovoltaicas

Placa	Dimensões		Potência Pannel	R\$ Unit. Placa	Número Placas	Área m ² Pannel	Custo Total (R\$)
	2,279	1,134					
A	2,279	1,134	550 W	1.681,44	436.899	2,584386	734.619.455,00
B	2,279	1,133	550 W	1325,25	436.899	2,582110	579.000.400,00
C	2,279	1,134	550 W	1354,00	436.899	2,584386	591.561.246,00
D	2,261	1,134	550 W	1462,05	436.899	2,563974	638.768.183,00
E	2,256	1,133	550 W	1599,88	436.899	2,556048	698.985.972,00

Fonte: Autores, (2023).

Após a escolha da placa pelo menor custo, placa B, a Tabela 4 mostra o custo de implantação para cada usina

Tabela 4. Custo de implantação por usina

Usina (São Paulo)	Capacidade (kW)	Área necessária (há)	Custo de implantação (R\$)
Barra Bonita	140.760	16	76.823.914,00
Bariri	136.800	15	74.097.001,00
Ibitinga	131.490	15	71.220.868,00
Promissão	264.000	29	141.919.069,00
Nova Avanhandava	347.400	39	185.705.382,00

Fonte: Autores, (2023).

O espaço ocupado pelo sistema de placas fotovoltaicas depende da quantidade de placas a ser utilizada e suas dimensões. A quantidade de placas está atrelada a potência demandada em Watts. A conversão da energia solar diretamente em eletricidade é um processo limpo que vai ao encontro de uma grande aspiração da sociedade moderna, principalmente quando os principais processos de produção e transporte da eletricidade são alvos de críticas, devido aos impactos ambientais que provocam. A produção de eletricidade por meio de geradores fotovoltaicos já é, hoje, uma realidade técnica e econômica que se espalha pelo mundo e que agora começa a se difundir pelo Brasil. O Brasil, considerando a sua extensão territorial, as características de dispersão de sua população e o seu elevado nível de radiação solar, está seguramente destinado a ser um grande usuário dessa tecnologia.

A alternativa fotovoltaica pode se revelar, em muitos casos, como uma alternativa factível e de menor custo que a extensão da rede, podendo viabilizar, em prazos relativamente curtos, o atendimento da população. Devido às células fotovoltaicas estarem dispostas em módulos, os sistemas podem ser expandidos na medida das necessidades. Isso, torna possível que os sistemas sejam projetados mais adequadamente para as necessidades atuais, reduzindo-se o investimento inicial. A substituição do uso de energia para o meio ambiente, para os usos múltiplos das águas em especial para a navegação mostra-se uma excelente alternativa, pois não produz dióxido de carbono (CO₂) ou outros gases responsáveis pelo efeito estufa, assim, por ser energia limpa exige menos interferência nos ecossistemas para ser adquirida. Além disso propicia a navegação em épocas de estiagem, quando a navegação é prejudicada.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em momentos de estiagem, há riscos de apagão assim como gera a interrupção da navegação. O uso da fotovoltaica resolve estas duas questões. As vantagens no uso deste sistema é que a energia é renovável, não emite poluentes, e, embora a sua implantação seja cara, ela acaba se tornando econômica ao longo dos anos. A desvantagem no uso deste sistema híbrido é que a geração de energia fotovoltaica depende dos dias ensolarados. Considerando os custos relativamente elevados dos sistemas fotovoltaicos em relação à sua capacidade de produção de energia, é importante que sejam adotados critérios de dimensionamento adequados às cargas previstas e estimativas de uso da energia. Devido às células fotovoltaicas estarem dispostas em módulos, os sistemas podem ser expandidos na medida das necessidades. Isso torna possível que os sistemas sejam projetados mais adequadamente para as necessidades atuais, reduzindo-se o investimento inicial.

REFERÊNCIAS

ABNT NBR ISO 14001 – **Sistema de gestão ambiental – Requisitos com orientação para uso**. Disponível em: <http://www.abnt.org.br/>. Acesso em: 10 Ago. 2022.

ALVARENGA, C. A. **Energia Solar**. Curso de Pós-Graduação: “Lato Senso” – Formas Alternativas de Energia. Lavras: UFLA/FAEPE, 2006.

ANTAQ – Agência Nacional de Transportes Aquaviário. **Relatório mensal de dados operacionais**. 2014. Disponível em: http://www.ahrana.gov.br/dados_operacionais.html. Acesso em: 21 set. 2021.

BRASIL. Prestação de contas ordinária anual. **Relatório de gestão do exercício de 2016**. Ministério dos Transportes. Secretaria Executiva. 2017. Disponível em: http://canaldoservidor.infraestrutura.gov.br/images/RELA_TORIOS_GEST_AO/RelatorioGestao_SECRETARIAEXECUTIVA_2016.pdf. Acesso em: 21 set. 2022.

CANALENERGIA. **Navegação na Tietê-Paraná será mantida sem prejudicar hidrelétricas**. 2019. Disponível em: <https://www.canalenergia.com.br/noticias/53111052/navegacao-na-tiete-parana-sera-mantida-sem-prejudicar-hidreletricas>. Acesso em: 20 set. 2021.

CNT – Confederação Nacional do Transporte. **CNT - Transporte Atual. Boletim Ambiental**. Ano XX Número 230. Novembro 2014a.

_____. **Transporte Atual. Boletim Estatístico. Ano XX Número 230**. Novembro 2014b.

CRESESB. Centro de Referência para as Energias Solar e Eólica Sérgio de S. Brito. [SD]. Disponível em: www.cresesb.cepel.br/index.php#localidade_6968. Acesso em: 27 ago. 2022.

EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balço Energético Nacional 2017:** Ano base 2016. Rio de Janeiro: EPE, 2017.

HUBACK, V. et al. **Mudanças climáticas e os impactos sobre o setor de energia elétrica: uma revisão da bibliografia.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANEJAMENTO ENERGÉTICO, 10., 2016, Gramado, Rio Grande do Sul. Anais. CBPE: Gramado, 2016. Disponível em: <https://bit.ly/2On7Umq>. Acesso em: 20 set. 2021.

KELLE, P; SONG, J; JIN, M.; SCHNEIDER, H; CLAYPOOL, C. *Evaluation of operational and environmental sustainability tradeoffs in multimodal freight transportation planning.* *International Journal of Production Economics.* pp. 411-420. 2019

PNRH – Política Nacional de Recursos Hídricos. **Art 1º. Lei nº 9.433 de 8 de Janeiro de 1997.**

PRESERV AMBIENTAL. RIMA – **Complexo solar fotovoltaico (CSFA) e LT 230 kV fazenda Alex.** 2019.

ROSO, V; C. VURAL, A.; ABRAHAMSSON, A.; ENGSTRÖM, M.; ROGERSON, S; SANTEN, V. *Drivers and Barriers for Inland waterway transportation. Operations and supply chain management.* pp. 406 – 417. 2020.

SANTANA, W. A.; TACHIBANA, T. **Proposta de diretrizes para planejamento e gestão ambiental do transporte hidroviário no Brasil.** Tese. Escola Politécnica – USP/SP. 277 p. 2008.

SIMÕES, R. A. **Hidrovia Tietê-Parná e o plano de desenvolvimento do Vale do Rio Piracicaba: perspectivas, viabilidade e impacto regional.** UNICAMP. 1999. Disponível em: www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?down=000295609. Acesso: 21 set. 2021.

STEFANI, P. M; ROCHA, O. **Ecologia alimentar da corvina *plagioscion squamosissimus* no reservatório de Barra Bonita, São Paulo.** Ministério do Meio Ambiente – Trabalho Científico. 2007. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/174/_arquivos/174_05122008105753.pdf. Acesso em: 20 ago. 2021.

WWF – WORLD WIDE FUND FOR NATURE. **Desafios e oportunidades para a energia solar fotovoltaica no Brasil: recomendações para políticas públicas.** Brasília: WWF, 2015. Disponível em: <https://bit.ly/35cTtrJ>. Acesso em: 20 ago. 2021.

"O conteúdo expresso no trabalho é de inteira responsabilidade do(s) autor(es)."