

# ANÁLISE DE DESEMPENHO DE DIFERENTES MODELOS DE ÁRVORE SOLAR FOTOVOLTAICA

Laura Coelho Antunes – laura.antunes@aluno.cefet-rj.br

Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, Departamento de Engenharia Mecânica

Guilherme Amaral do Prado Campos – gcampos.cefet@gmail.com

Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, Departamento de Engenharia Mecânica

**Resumo.** *A matriz elétrica mundial está mudando, de forma gradativa, para um modelo mais sustentável, sendo a energia solar um destaque nos últimos anos. No Brasil, a utilização da energia solar tem crescido de forma gradativa e é esperado, que se torne uma das fontes mais importante da matriz elétrica, visto as condições favoráveis de irradiância. Diante disso, o presente trabalho optou por estudar a aplicação de sistema solar fotovoltaico em sistemas isolados, mas com uma configuração diferente dos convencionais, ou seja, ao invés de estudar e desenvolver um sistema no mesmo plano, foi decidido pela configuração do tipo árvore solar fotovoltaica. Ademais, foi realizado um breve estudo sobre os modelos de árvores presentes na literatura e, posteriormente, foram definidas as condições de operação para a análise de cinco modelos com diferentes formatos e inclinação dos módulos fotovoltaicos, que foram simulados através do software PVsyst©. Por fim, foram avaliadas a potência gerada, taxa de desempenho e fração solar sobre cada modelo. Além de compará-los com um sistema convencional de geração, no aspecto de geração elétrica e área ocupada e, com isso, concluindo que as árvores solares ocupam menos espaço e podem obter o mesmo desempenho dos modelos convencionais.*

**Palavras-chave:** *Árvore Solar, FV Árvore, Energia Solar Fotovoltaica*

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente, devido à crescente demanda mundial por energia elétrica, alguns tipos de fontes têm crescido no mercado mundial, como é o caso das renováveis. Esse aumento ocorreu a diversos fatores, como: a evolução tecnológica dos conversores de energia, que propiciam a redução dos custos de produção; o incentivo do uso de fontes mais limpas, devido a pressão popular e movimentos políticos (Cucchiella *et al.*, 2015); convenções sobre o clima, que determinou a mudança gradativa das tecnologias empregadas na geração de energia; e acidentes de grandes proporções como o ocorrido em Fukushima, que alertaram a sociedade sobre os riscos de determinadas tecnologias (Goebel *et al.*, 2015).

A energia elétrica é considerada bem fundamental para o desenvolvimento econômico e social do ser humano. Entretanto, cerca de 30% da população mundial não tem qualquer acesso à eletricidade (Lopez, 2012). Com isso, o uso de sistemas de geração isolados (*off-grid*) em locais de difícil acesso, onde a instalação de uma rede de elétrica de transmissão se torne muito oneroso ao poder público, podem ser soluções viáveis.

Dentro desse contexto, existem diversas fontes renováveis que poderiam ser aplicadas nessas localidades, como: energia eólica, biomassa e solar. Todavia, o fato da energia solar, nos últimos anos, ter obtido mais incentivos e facilidades de aquisição, favorece a escolha por esse tipo de fonte. Além disso, segundo Lopez (2012), a energia solar pode ser considerada a menos poluente e menos finita, dentre as renováveis. Todavia, para aplicação dessa tecnologia, deve ser realizada uma análise das condições climáticas do local e irradiação, com o objetivo de determinar a eficiência do sistema no local escolhido.

A análise de um local que pode servir para a instalação de um sistema solar fotovoltaico (FV), deve levar em consideração, principalmente, a irradiação solar. Ao observar o território brasileiro, diferentemente de outros países, percebe-se que ele recebe grande incidência solar em quase todo seu território (Lima *et al.*, 2016). Esse fenômeno não ocorre na Europa, por exemplo, mesmo sendo uma região que utiliza de forma satisfatória a energia solar.

Diante desses dados favoráveis, o presente trabalho optou por estudar um sistema de geração de energia elétrica baseado na energia solar fotovoltaica, mas com uma configuração diferente do convencional. Geralmente, os sistemas fotovoltaicos são montados no mesmo plano, conforme é apresentado na Fig. 1. Todavia, existem configurações do tipo árvore solar fotovoltaica (*Solar PV Tree*), que são estruturas semelhantes às árvores naturais, mas com módulos fotovoltaicos no lugar das folhas (Hyder *et al.*, 2018), conforme é apresentado na Fig. 2.

No trabalho proposto foi realizado um breve estudo sobre os modelos de árvores fotovoltaicas (FV) presentes na literatura e, posteriormente, foram definidas as condições de operação para a análise de cinco modelos com diferentes formatos e inclinação dos módulos fotovoltaicos, que foram simulados através do software PVsyst©. Por fim, foram avaliadas a potência gerada, taxa de desempenho e fração solar sobre cada modelo. Além de compará-los com um sistema convencional de geração, no aspecto de geração elétrica e área ocupada por todos os sistemas.

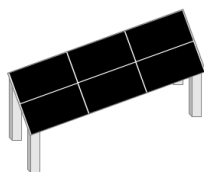


Figura 1 - Modelo convencional de geração solar FV.  
(Fonte: Próprio Autor).



Figura 2 - Modelo do tipo árvore solar FV.  
(Fonte: Próprio Autor)

## 2. BREVE HISTÓRICO

Os sistemas do tipo árvore solar apresentam variáveis estruturais interessantes, sendo as características de cada projeto baseadas em diferentes aspectos do conhecimento, arquitetura e matemáticos. Devido a isso, foram avaliados alguns modelos existentes na literatura.

Tem-se, primeiramente, um projeto cujo sistema é composto por um eixo, com ramificações posicionadas em vários níveis e módulos solares fotovoltaicos em suas extremidades. Assemelha-se a uma árvore verdadeira e possui modelagem simples. No entanto, todos os módulos seguem um valor específico de espaçamento e angulação, fazendo com que sua eficiência seja baixa, já que, devido ao movimento de translação e rotação da Terra, o posicionamento do Sol varia de acordo com o tempo. Na Fig. 3 é apresentada a árvore indiana, composta por 15 módulos fotovoltaicos, que é responsável por carregar dispositivos móveis, fornecer Wi-fi e água gratuitos. O sistema é capaz de gerar até 5 kW de energia, o que seria suficiente para suprir as necessidades de cinco famílias (Distasio, 2016).



Figura 3 - *Solar Power Tree*: árvore solar indiana de tronco único com derivações.  
(Fonte: Distasio, 2016).

O modelo presente na Fig. 4 foi proposto pelo artista visual Ross Lovegrove, em 2006, e possui 5,5 m de altura e conta com 10 células fotovoltaicas. Estas encontram-se alocadas em diferentes hastes de sustentação, em que quatro de suas extremidades possuem LEDs brancos de 1 W. Com potencial de geração de 131 W de potência e 6,35 m de altura, este modelo é capaz de funcionar de forma híbrida. Se utilizada na função off-grid, é capaz de manter seu funcionamento de sete a dez dias (Artemide, 2021).



Figura 4 - Modelo de árvore solar proposto por Ross Lovegrove  
(Fonte: Artemide, 2021).



Figura 5 - Modelo de árvore solar produzido pela Sunew.  
(Fonte: Infra fm, 2017)

A árvore solar presente na Fig. 5, utiliza o módulo solar fotovoltaico com células orgânicas e possui 5 folhas de Sunew glass com a capacidade de produzir 276 Wp de potência e opera de forma isolada. Esse modelo foi produzido para servir de pontos de recarga de dispositivos móveis, fornecer *Wi-fi* gratuito e iluminação. O projeto foi produzido pela Sunew, em parceria com outras empresas e opera de forma isolada (*off-grid*) (Infra fm, 2017).

A árvore solar mostrada na Fig. 6, produzida pela Sologic, apresenta 7 módulos fotovoltaicos, com potencial de produção de 1,4 kWp. Sua utilização é designada para carregamento smartphones e outros dispositivos móveis, além de servir como ponto de internet sem fio, possuir um resfriador para fornecimento de água potável corrente e uma calha para animais de estimação e disponibilizar iluminação noturna (Paz-frankel, 2017).



Figura 6 - Árvore solar da Sologic.  
(Fonte: Paz-frankel, 2017).

Na Fig. 7 é apresentado um modelo com 10 módulos fotovoltaicos, com potência de 4,5 kWp, cujo objetivo é carregar 10 bicicletas elétricas, utilizadas para fazer ronda noturna, e fornecer iluminação. O projeto foi feito em parceria entre o Mestrado Acadêmico em Ciências Físicas Aplicadas da Universidade Estadual do Ceará (UECE) e a companhia Eco Soluções em Energia (Costa, 2021).



Figura 7 - Árvore solar instalada na UECE.  
(Fonte: < <http://g1.globo.com/ceara/noticia/2017/02/uece-inaugura-arvore-solar-que-carrega-ate-10-bicicletas-eletricas.html>>).

### 3. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

Os modelos presentes na literatura, mostraram a diversidade estrutural das árvores FV, fornecendo informações significativas para a concepção de novos modelos. Com isso, o presente trabalho optou por estudar dois formatos principais, com uma ramificação e duas ramificações, conforme é apresentado na Fig. 8.

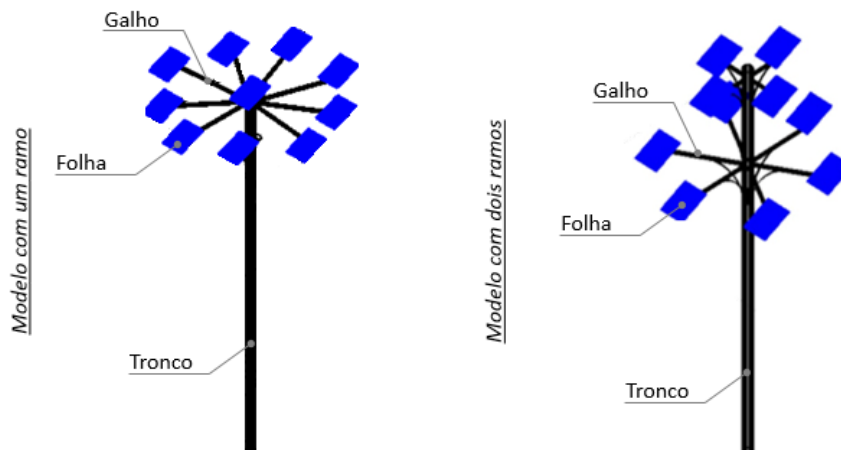


Figura 8 - Configurações das árvores FV propostas.  
(Fonte: Próprio Autor)

No desenvolvimento dos modelos, ainda foram definidos o local de aplicação, visto que impacta diretamente no desempenho dos sistemas e os componentes. Sendo assim, utilizando o *software* PVsyst© foi possível realizar um estudo de desempenho para diferentes modelos de árvores propostos, enquanto o *software* SolidWorks© proporcionou o desenvolvimento do projeto conceitual da árvore solar com melhor desempenho.

#### 3.1 Local de aplicação e componentes do sistema FV

Neste trabalho foi escolhido um local conhecido para realizar as análises dos modelos de árvores propostos. A área disponível é de fácil acesso e permite que a sociedade possa se beneficiar com a estrutura idealizada. O local escolhido foi a instituição de ensino, CEFET/RJ *campus* Nova Iguaçu, próximo ao bloco B. Nas Fig. 9 e Fig.10 são apresentadas a instituição e o ângulo azimutal de 36° referente a inclinação do bloco B, além disso, nas simulações foram utilizados os dados de latitude e longitude iguais à S 22.7049° e W 43.4624°, respectivamente.

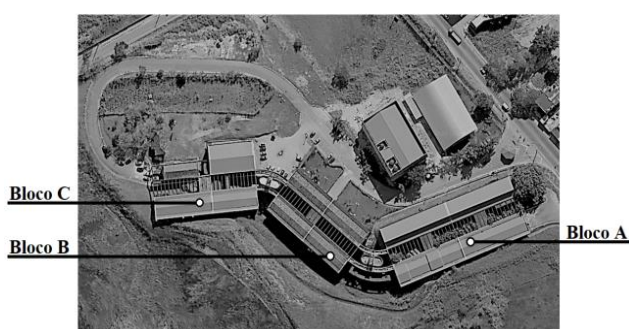


Figura 9 - Foto do CEFET/RJ, Campus Nova Iguaçu  
(Fonte: adaptado do Google Earth, 2020).



Figura 10 - Ângulo de azimute do bloco B  
(Fonte: adaptado do Google Earth, 2020).

No contexto dos componentes a serem utilizados no projeto, existe à disponibilidade de dez módulos fotovoltaicos da marca Kyocera, modelo KS10T. Esse modelo é composto por silício policristalino e possuem a potência de 10 Wp, com tensão e corrente nominais de 17,4 V e 0,58 A, respectivamente. Os módulos fotovoltaicos possuem como padrão de teste as especificações de 1000 W/m<sup>2</sup> a 25° C e espectro de massa de ar 1,5.

Na parte de armazenamento de energia, foi selecionada a bateria estacionária modelo Df4100, da linha Freedom, da Heliar, que possui 12 V de tensão elétrica, 200 Ah de capacidade nominal. Ademais, foi selecionado um controlador de carga compatível com o sistema, para 12 V e 9 A.

### 3.2 Análise de desempenho

A fim de definir qual o melhor arranjo para os módulos fotovoltaicos, alguns padrões estruturais foram testados. Dessa forma, é válido fazer algumas ressalvas, no que diz respeito ao posicionamento. Todos os modelos foram avaliados com os módulos FV posicionados com as células FV para o norte. No entanto, devido à limitação imposta pelo software PVsyst®, só foi possível fazer testes com os mesmos valores dos ângulos de inclinação e azimute para todos os módulos. A análise comparativa entre os modelos propostos foi realizada através dos seguintes fatores: potência gerada, taxa de desempenho ou taxa de performance e fração solar. A potência pico do módulo fotovoltaico ( $P_{FV}$ ) pode ser obtida através da Eq. (1), enquanto a taxa de desempenho ( $TD$ ) pode ser descrita pela Eq. (2), em que,  $E$  é o consumo diário médio anual,  $HSP_{MA}$  é a média diária das Horas de Sol Pleno (HSP) incidente no plano do módulo FV,  $E_{FV}$  é a energia produzida pelo sistema (unidade: kWh/mês ou kWh/ano),  $I_{rT}$  é a irradiação total incidente na área do módulo fotovoltaico e  $E_{fSTC}$  é a eficiência nominal dos módulos fotovoltaicos nas condições padrão de ensaio (STC) (Pinho e Galdino, 2014).

$$P_{FV}[Wp] = \frac{(E/TD)}{HSP_{MA}} \quad (1)$$

$$TD[\%] = \frac{(E_{FV}/I_{rT}) \cdot 100\%}{E_{fSTC}[\%]} \quad (2)$$

Outro parâmetro a ser analisado nas simulações realizadas através do *software* PVsyst® é a fração solar, que é referente a razão entre a energia fornecida ao usuário ( $E_{user}$ ) pela energia que o usuário necessita ( $E_{load}$ ), segundo o PVsyst (2021). Na Eq. (3) é apresentada a formulação da fração solar, sendo,  $Solfrac$  é o percentual de energia entre ao usuário do sistema e é possível afirmar que  $E_{user} = E_{FV}$ .

$$Solfrac[\%] = \frac{E_{user}}{E_{load}} \cdot 100\% \quad (3)$$

Ao definir as variáveis de interesse, é possível desenvolver os modelos de árvores FV e realizar as simulações. Assim, na Fig. 11 é apresentado o primeiro modelo de estudo (modelo 1), que possui um único tronco e dois ramos com módulos FV posicionados em 360 graus, sendo montados em uma única série (*string*) de 10 módulos FV. Neste modelo, utilizou-se o ângulo de inclinação de 23° e ângulo azimutal. Os módulos foram distribuídos em duas alturas diferentes, 3,0 m ( $h_2$ ) e 4,75 m ( $h_1$ ), de forma que a estrutura tivesse, aproximadamente, 2 m de largura ( $L$ ) e 1,8 m de comprimento ( $C$ ). Ao simular este modelo, encontrou-se um valor de produção de energia anual de 1.449 kWh/kWp/ano.

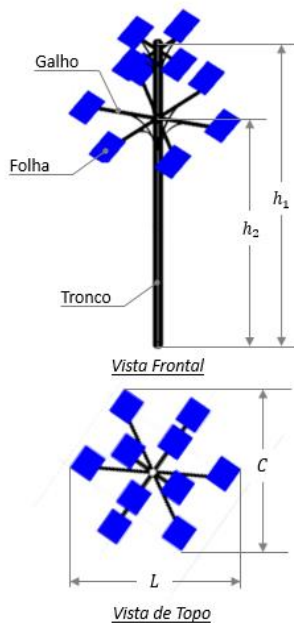


Figura 11 - Modelo 1, árvore solar FV com duas ramificações e 360 graus.  
(Fonte: próprio autor).

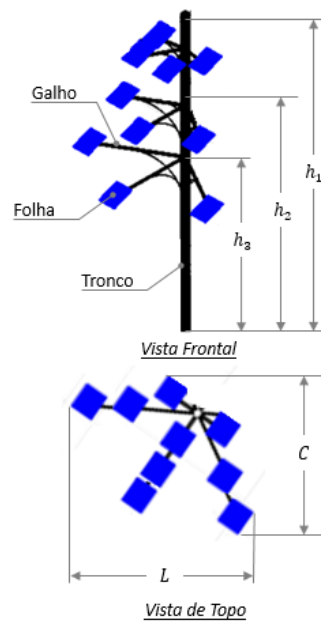


Figura 12 - Modelo 2 e 3, árvore solar fotovoltaica com duas ramificações e 180 graus.  
(Fonte: próprio autor).



Os modelos 2 e 3 são semelhantes, sendo diferentes apenas nas inclinações dos módulos FV. Neste, os módulos foram alocados ao longo da estrutura de 5 m, separadas em uma string de 10 módulos. As mais baixas foram posicionadas a 2,75 m ( $h_1$ ), enquanto as medianas, 3,61 m ( $h_2$ ), e as mais altas, 4,47 m ( $h_3$ ), de forma que a estrutura tivesse, aproximadamente, 2,2 m de largura (L) e 1,4m de comprimento (C), conforme é ilustrado na Fig. 12. Seguindo este padrão estrutural, foram testados dois ângulos de inclinação para os módulos: 23° (Modelo 2) e 0° (Modelo 3), ambos com ângulo de azimute igual à 0°. Os resultados obtidos foram bem satisfatórios, visto que o modelo 2 conseguiu produzir 1.475 kWh/kWp/ano, já o modelo 3 conseguiu produzir 1.329 kWh/kWp/ano, obtendo o pior desempenho dentre os modelos testados.

Por fim, os modelos 4 e 5 foram avaliados, sendo ambos compostos de mesma estrutura, com a mudança apenas da inclinação dos módulos FV. Os módulos fotovoltaicos foram posicionados no topo da estrutura, conforme é apresentado na Fig. 13, cujas dimensões são de, aproximadamente, 5 m ( $h_1$ ), 2 m (L) e 1,8 m (C). Neste caso, as mesmas duas inclinações testadas nos modelos 2 e 3. O modelo 4, com inclinação de 23°, conseguiu produzir 1.521 kWh/kWp/ano, enquanto o modelo 5, com inclinação de 0°, teve a geração de apenas 1.390 kWh/kWp/ano.

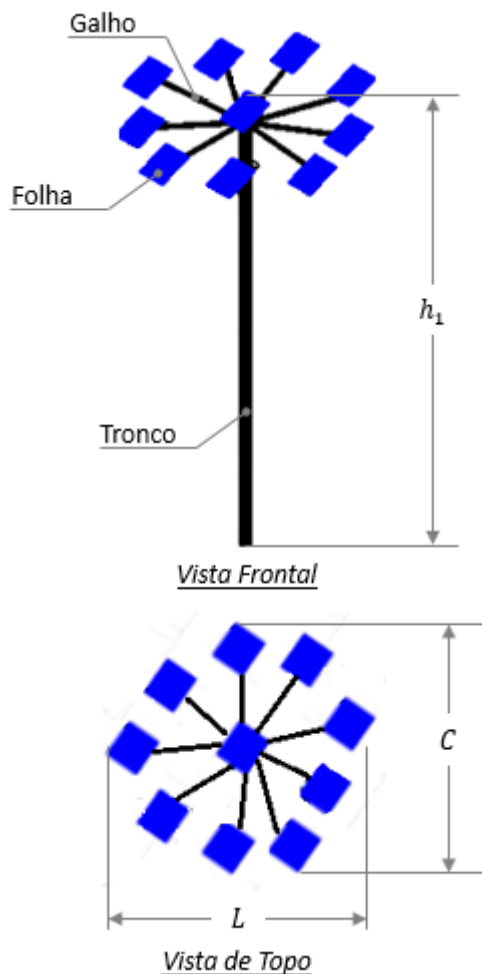


Figura 13 - Modelo 4 e 5, árvore solar fotovoltaica com uma ramificação e 360 graus.  
(Fonte: próprio autor)

Além dos modelos de árvore mencionados, a título de análise, outros dois foram dimensionados no software PVsyst®, de forma que um comparativo entre modelos convencionais e o proposto no presente trabalho fossem comparados. Com base nisso, o modelo 6 foi desenvolvido, de forma que os 10 módulos fotovoltaicos foram distribuídos na estrutura presente na Fig. 14. Neste protótipo, que consiste no posicionamento das células sobre uma estrutura inclinada a 23°, a produção foi de 1.517 kWh/kWp/ano, com taxa de desempenho, 81,72%, e fração solar, 95,65%. Quanto às dimensões projetadas, tem-se que a maior altura do suporte está a, aproximadamente, 1 m ( $h_1$ ) de altura, enquanto que as dimensões do suporte são de 2 m (L) por 1 m (C).

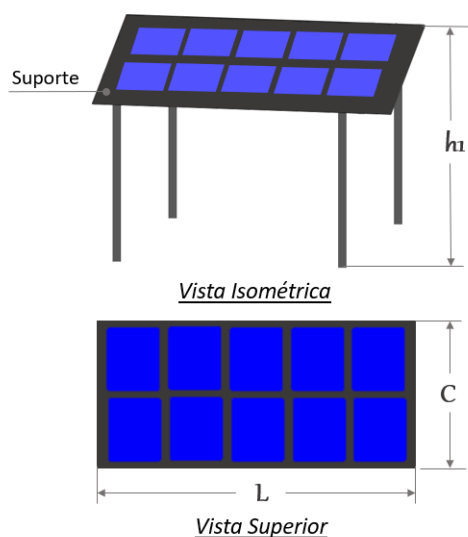


Figura 14 - Modelo 6, modelo convencional de captação de energia solar, com inclinação de 23°. (Fonte: próprio autor)

Para o segundo modelo convencional, a mesma estrutura do modelo 6 foi utilizada, porém, agora, o suporte possui inclinação de 0°, assim como os módulos fotovoltaicos. Neste protótipo – definido como modelo 7 –, o desempenho obtido foi de 1.355 kWh/kWp/ano.

Com base nos resultados obtidos através das simulações de desempenho executadas no software PVsyst®, a Tab. 1 foi montada, de forma que um comparativo entre os dados levantados seja feito.

Tabela 1 – Análise comparativa entre os modelos de árvores solares fotovoltaicas e os convencionais

ÁRVORE SOLAR	NÚMERO DE RAMOS	ÂNGULO DE INCLINAÇÃO	TAXA DE DESEMPENHO	FRAÇÃO SOLAR	PRODUÇÃO ANUAL (kWh/kWp/ano)
MODELO 1	2	23°	78,67%	92,08%	1.449
MODELO 2	3	23°	80,35%	94,04%	1.475
MODELO 3	3	0°	76,09%	83,87%	1.329
MODELO 4	1	23°	81,84%	95,79%	1.521
MODELO 5	1	0°	77,60%	85,53%	1.390
MODELO 6	Não se aplica	23°	81,72%	95,65%	1.517
MODELO 7	Não se aplica	0°	76,48%	84,31%	1.355

Com base nos itens apresentados na Tabela 1, percebeu-se que os modelos 4 e 6 apresentaram os melhores desempenhos. Devido a isso, a fim de que o modelo mais vantajoso seja definido, uma análise acerca da área ocupada, de cada modelo foi estabelecida. Assim, o protótipo da árvore – modelo 4 –, que ocupa uma área de, aproximadamente, 0,8 m<sup>2</sup> foi definido como a melhor opção, tendo em vista que o modelo 6 – arranjo convencional – exige 2 m<sup>2</sup> para operação.

### 3.3 Projeto Conceitual

A avaliação de desempenho permitiu avançar no projeto conceitual da árvore solar FV proposta. Na Fig. 15 é apresentado o modelo da árvore FV adotada, a partir da análise de desempenho. Esse formato foi inspirado em uma árvore nativa da flora brasileira: a araucária. Ela muda de configuração ao longo do seu ciclo de vida, chegando ao formato de candelabro quando adulta. Como foi possível constatar no comparativo entre os modelos, essa configuração permitiu uma maior capacidade de geração em relação aos demais.

O modelo do projeto conceitual foi desenvolvido através do *software* SolidWorks® e é composto por outros acessórios para melhorar a aplicação do sistema proposto. Diante disso, foi projetado também, bancos de madeira com uma parte oca para serem colocados o controlador de carga, baterias e inversor. Além disso, um bicicletário para oito bicicletas, um sistema de iluminação, rede de *Wi-fi* e tomadas *USB*, visando o aproveitamento da estrutura por parte da sociedade.

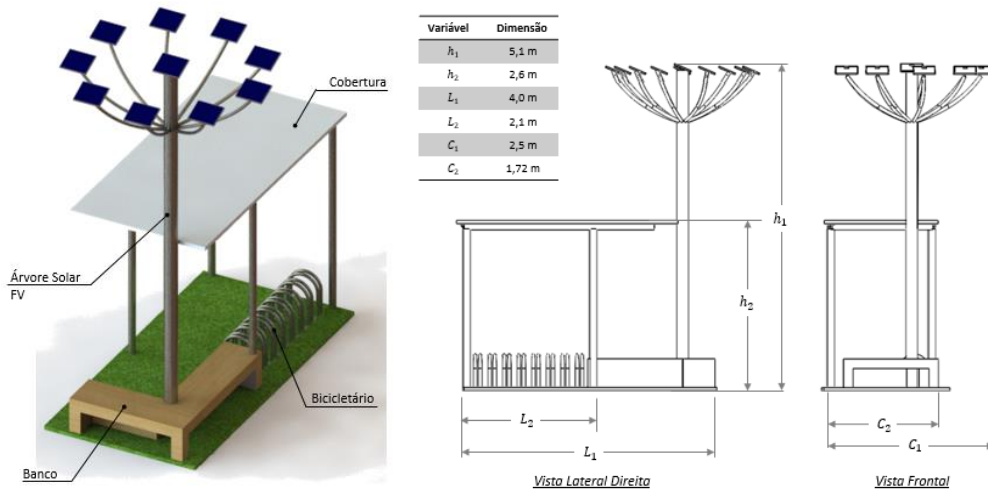


Figura 15 - Modelo renderizado da árvore solar com melhor desempenho e suas respectivas vistas.

#### 4. CONCLUSÃO

As árvores solares são estruturas que podem contribuir com regiões sem rede elétricas e permite alcançar uma potência instalada em uma área ocupada menor. No presente trabalho foram apresentados diferentes modelos de estruturas de árvores, além de arranjos fotovoltaicos convencionais com o objetivo de encontrar a configuração que tivesse o melhor desempenho e ocupasse a menor área. Dentre os modelos estudados, o bioinspirado nas Araucária obteve o melhor resultado e, por isso, foi a configuração escolhida com uma taxa de desempenho igual à 95,79%. Por fim, foi realizado um projeto conceitual da árvore solar FV com aplicação na iluminação, *Wi-fi* e tomadas *USB*.

#### Agradecimentos

Agradeço, primeiramente, a Deus, por me permitir chegar até aqui, depois de tempos tão difíceis de pandemia. Aos meus pais por todo apoio, compreensão e incentivo fornecidos. Ao Prof. Guilherme por sempre estar disponível para ajudar. Por fim, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), por ter concedido, por meio do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC), incentivo financeiro para a realização da pesquisa.

#### REFERÊNCIAS

- ABEEOLICA – Associação Brasileira de Energia Eólica. Infovento 18. São Paulo: ABEEólica, 2020. Disponível em: <http://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2020/10/Infovento-18.pdf>. Acesso em: 17 Nov. 2020. Base de dados.
- Artemide, 2021. AU00309. 1-2. Disponível em: <https://www.artemide.com/en/subfamily/4746406/solar-tree-2nd-generation#4751383/solar-tree-2nd-generation-with-bench-full-service>. Acesso em: 12 Jan. 2022.
- DiStasio, C., 2016. “India’s new Solar Power Tree can light 5 homes in just 4 sq ft of land”. Disponível em: <https://inhabitat.com/indias-new-solar-power-tree-can-light-5-homes-in-just-4-sq-ft-of-land/>. Acesso em: 12 Jan. 2022.
- Cao, W., Li, Z., Yang, Y., Zheng, Y., Yu, W., Afzal, R., & Xue, J., 2014. “Solar tree”: Exploring new form factors of organic solar cells. *Renewable energy*, v. 72, pp. 134-139.
- Costa, S., 2021. “Eco Soluções Em Energia Consolida Projeto Árvores Solares No Brasil”. Giro na Cidade, Fortaleza. Disponível em: <http://gironacidade.com.br/eco-solucoes-em-energia-consolida-projeto-arvores-solares-no-brasil/>. Acesso em: 12 Jan. 2022.
- Cucchiella, F., D’Adamo, I. e Rosa, P., 2015. “End-of-Life of used photovoltaic modules: A financial analysis, Renewable and Sustainable”. *Energy Reviews*, v. 47, pp. 552-561.
- DiStasio, C., 2016. “India’s new solar power tree can light 5 homes in just 4 sq ft of land”. El Segundo, CA. Disponível em: < <https://inhabitat.com/indias-new-solar-power-tree-can-light-5-homes-in-just-4-sq-ft-of-land/> >
- Goebel, J., Krekel, C., Tiefenbach, T., & Ziebarth, N. R., 2015. “How natural disasters can affect environmental concerns, risk aversion, and even politics: evidence from Fukushima and three European countries”. *Journal of Population Economics*, v.28, n.4, pp. 1137-1180.
- Hyder, F., Sudhakar, K. e Mamat, R., 2018. “Solar PV tree design: A review”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, volume 82, pp. 1079–1096.



- INFRA FM, 2017. “Rock in Rio terá 5 árvores de placas solares para recarregar celular”. Disponível em: <https://infrafm.com.br/Textos/18028/Rock-in-Rio-ter%C3%A1-5-%C3%A1rvores-de-placas-solares-para-recarregar-celular>. Acesso em: 12 Jan. 2022.
- IRENA – International Renewable Energy Agency. RENEWABLE CAPACITY STATISTICS 2020. Abu Dhabi: IRENA, 2020. Disponível em: <https://www.irena.org/publications/2020/Mar/Renewable-Capacity-Statistics-2020>. Acesso em: 17 Nov. 2020. Base de dados.
- Lima, F. J., Martins, F. R., Pereira, E. B., Lorenz, E., & Heinemann, D., 2016. “Forecast for surface solar irradiance at the Brazilian Northeastern region using NWP model and artificial neural networks”. *Renewable Energy*, v. 87, pp. 807-818.
- Lopez, R. A., 2012. “Energia Solar para Produção de Eletricidade” 1 ed. São Paulo, Artliber Editora Ltda.. Pereira, E. B. et al, 2017. Atlas Brasileiro de Energia Solar. 2ª Edição Revisada e Ampliada. São José dos Campos: INPE.
- Paz-Frankel, E., 2017. “World Environment Day 2017: Israeli Solar Energy Tree ‘Planted’ In Central France”. NoCamels. Disponível em: <https://nocamels.com/2017/06/israeli-solar-etree-france-sologic/>. Acesso em: 12 Jan. 2022.
- Pinho, J. T., & Galdino, M. A., 2014. “Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos”. Rio de Janeiro, v.1, pp.47-499.
- PVSyst, 2021. “PVSyst help”. Disponível em: [https://www.pvsyst.com/help/index.html?simulation\\_variables](https://www.pvsyst.com/help/index.html?simulation_variables). Acesso em: 25 Fev. 2021. Base de dados.

### PERFORMANCE ANALYSIS OF DIFFERENT PHOTOVOLTAIC SOLAR TREE MODELS

**Abstract.** *The world's electric matrix is gradually changing to a more sustainable model, and solar energy has been a highlight in recent years. In Brazil, the use of solar energy has grown gradually, and it is expected that it will become one of the most important sources of electricity, given the favorable conditions of irradiance. In view of this, the present work opted to study the application of a solar photovoltaic system in isolated systems, but with a different configuration from the conventional ones, that is, instead of studying and developing a system in the same plan, it was decided to use the configuration of the solar photovoltaic tree type. Furthermore, a brief study on the tree models present in the literature was carried out and, subsequently, the operating conditions were defined for the analysis of five models with different formats and inclination of the photovoltaic modules, which were simulated using the PVsyst© software. Finally, the generated power, performance rate and solar fraction on each model were evaluated. In addition to comparing them with a conventional generation system, in the aspect of electrical generation and occupied area, and thereby concluding that solar trees occupy less space and can obtain the same performance as conventional models.*

**Key words:** *Solar Tree, Solar Energy, Solar Tree, Off-grid system.*