



**INSTALAÇÃO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO ON-GRID COMO COBERTURA PARA UM ESTACIONAMENTO UTILIZANDO CARPORT SOLAR**

**INSTALLATION OF AN ON-GRID PHOTOVOLTAIC SYSTEM AS A ROOF FOR A PARKING LOT USING SOLAR CARPORT**

**INSTALACIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO ON-GRID COMO CUBIERTA DE APARCAMIENTO MEDIANTE COCHERA SOLAR**

Eric Ribeiro<sup>1</sup>, Fabiana Florian<sup>2</sup>, Ronaldo Gomes Figueira<sup>3</sup>

e361574

<https://doi.org/10.47820/recima21.v3i6.1574>

PUBLICADO: 06/2022

**RESUMO**

Após uma pesquisa de satisfação realizada no estabelecimento, observou-se a demanda pela cobertura do estacionamento a fim de unir o útil ao agradável, economia de energia e satisfação dos clientes. Este artigo tem como objetivo descrever e analisar a instalação do sistema fotovoltaico *on-grid* como cobertura de um estacionamento e a redução no custo com energia de um supermercado na cidade de FRANCA-SP utilizando *Carport Solar*. Foi realizada pesquisa bibliográfica com base na norma técnica da ANEEL, resolução normativa 482/2012, e foram utilizados Módulos fotovoltaicos, inversor de frequência e estrutura *Carport Solar*. Os resultados obtidos foram a economia mensal aproximada de R\$ 6.741,54 (seis mil setecentos e quarenta e um reais e cinquenta e quatro centavos) no custo com a conta de energia e a satisfação dos clientes pela cobertura do estacionamento, o que demonstra que a instalação do sistema fotovoltaico utilizando *Carport Solar* atende ao objetivo proposto de cobertura para os veículos estacionados e a redução no custo com energia. Conclui-se que, no caso estudado, o sistema fotovoltaico apresentou-se de grande utilidade, gerando energia limpa e renovável e produzindo sombra para o estacionamento, atendendo a solicitação dos clientes e economia mensal na conta de energia.

**PALAVRAS-CHAVE:** Carport Solar. Energia Fotovoltaica. Engenharia Elétrica. Estacionamento Solar. Inversor *on-grid*.

**ABSTRACT**

*After a satisfaction survey conducted in the establishment, the demand for parking coverage was observed in order to unite the useful to the pleasant, energy saving and customer satisfaction. This article aims to describe and analyze the installation of the on-grid photovoltaic system as a parking lot cover and the reduction in the cost of energy of a supermarket in the city of FRANCA-SP using Carport Solar. A bibliography was carried out based on the technical standard of ANEEL, normative resolution 482/2012, and photovoltaic modules, frequency inverter and Carport Solar structure were used. The results obtained were the approximate monthly savings of R\$ 6,741.54 (six thousand seven hundred and forty-one reais and fifty-four cents) in the cost with the energy bill and customer satisfaction for parking coverage, which demonstrates that the installation of the photovoltaic system using Carport*

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia Elétrica pela Universidade de Araraquara (UNIARA). Centro Universitário de Araraquara

<sup>2</sup> Graduação em Ciências Econômicas, Mestre em Desenvolvimento Territorial e Meio Ambiente pela Universidade de Araraquara (UNIARA), Doutora em Alimentos e Nutrição pela Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (FCFAR/UNESP), Coordenadora de Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC) das Engenharias Elétrica, Civil, Computação e Sistemas de Informação. Centro Universitário de Araraquara

<sup>3</sup> Licenciatura em Matemática pela Universidade Federal de São Carlos / UFScar, Graduação em Engenharia Elétrica pelo Centro Universitário Araraquara (UNIARA), Pós-Graduação *Latu Sensu* em Engenharia de Segurança no Trabalho, Instrutor de Prática Profissional SENAI, Professor no curso de Engenharia Elétrica (UNIARA). Centro Universitário de Araraquara



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

INSTALAÇÃO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO ON-GRID COMO COBERTURA PARA UM ESTACIONAMENTO UTILIZANDO CARPORT SOLAR  
Eric Ribeiro, Fabiana Florian, Ronaldo Gomes Figueira

*Solar meets the proposed coverage goal for parked vehicles and the reduction in the cost of energy. It is concluded that, in the case studied, the photovoltaic system was very useful, generating clean and renewable energy and producing shade for parking, meeting the request of customers and monthly savings in the energy bill.*

**KEYWORDS:** Carport Solar; Photovoltaic energy; Electrical Engineering; Solar Parking; On-grid inverter.

### RESUMEN

*Después de una encuesta de satisfacción realizada en el establecimiento, se observó la demanda de cobertura de estacionamiento con el fin de unir lo útil a lo agradable, el ahorro de energía y la satisfacción del cliente. Este artículo tiene como objetivo describir y analizar la instalación del sistema fotovoltaico en la red como cobertura de estacionamiento y la reducción en el costo de energía de un supermercado en la ciudad de FRANCA-SP utilizando Carport Solar. Se realizó una bibliografía basada en la norma técnica de ANEEL, resolución normativa 482/2012, y se utilizaron módulos fotovoltaicos, variador de frecuencia y estructura Carport Solar. Los resultados obtenidos fueron el ahorro mensual aproximado de R\$ 6.741,54 (seis mil setecientos cuarenta y un reales y cincuenta y cuatro centavos) en el costo con la factura de energía y la satisfacción del cliente para la cobertura de estacionamiento, lo que demuestra que la instalación del sistema fotovoltaico utilizando Carport Solar cumple con la meta de cobertura propuesta para vehículos estacionados y la reducción en el costo de la energía. Se concluye que, en el caso estudiado, el sistema fotovoltaico fue muy útil, generando energía limpia y renovable y produciendo sombra para el estacionamiento, atendiendo la solicitud de los clientes y ahorrando mensualmente en la factura energética.*

**PALABRAS CLAVE:** Carport Solar. Energía fotovoltaica. Ingeniería eléctrica. Estacionamiento solar. Inversor on-grid.

### INTRODUÇÃO

A geração de energia limpa no Brasil nos últimos anos vem crescendo através da popularização, principalmente da energia fotovoltaica, por trazer economia financeira, rápido retorno do investimento e o baixo custo de manutenção (SILVA, 2018). Essa forma de geração de energia proporcionou a instalação de Módulos Fotovoltaicos em ambientes residenciais, comerciais e industriais.

De acordo com Villalva (2012), o sistema de energia fotovoltaico tem apresentado bons resultados na geração de energia elétrica, por utilizar o sol como fonte de energia, sendo uma fonte limpa em um país com altos índices de irradiação solar.

Segundo Luna (2022), a capacidade de energia fotovoltaica instalada no Brasil já atinge 14 gigawatts (GW), considerada a mesma capacidade de produção da usina hidroelétrica de Itaipu.

De acordo com Fortunato (2021), Carport Solar é um tipo de estrutura desenvolvida para estacionamentos fotovoltaicos, composto por estrutura metálica e módulos fotovoltaicos fixados na parte superior, tendo assim dupla função, com a geração de energia e sombra para os veículos estacionados.

A instalação do sistema solar fotovoltaico denominado *on-grid* funciona conectando-se o sistema a rede elétrica de distribuição, e o excedente de energia produzida é injetada na rede energia



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

INSTALAÇÃO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO *ON-GRID* COMO COBERTURA PARA UM ESTACIONAMENTO UTILIZANDO *CARPORT SOLAR*  
Eric Ribeiro, Fabiana Florian, Ronaldo Gomes Figueira

da distribuidora, gerando créditos que podem ser utilizados no período em que o consumo for maior que o produzido no mês (ANEEL, 2012). Este, associado a uma cobertura veicular para estacionamento, denominada *Carport Solar*, como estrutura de suporte para os Módulos Fotovoltaicos, justifica-se, como indicado na pesquisa de Fontes (2021), para aproveitar o espaço do estacionamento para a geração de energia e também como cobertura para os veículos.

A instalação do sistema fotovoltaico como cobertura de estacionamentos pode impactar na geração de energia, trazendo principalmente ganhos econômicos e aproveitamento da sombra gerada pelos módulos fotovoltaicos para cobertura dos veículos estacionados, foco de estudo deste trabalho.

A necessidade de se criar uma cobertura nesse estacionamento de um supermercado em FRANCA-SP foi resultado de uma pesquisa de satisfação realizada no estabelecimento a fim de unir o útil ao agradável, ou seja, economia de energia e satisfação dos clientes, podendo estacionar seu veículo com maior comodidade sem que o veículo fique sujeito às intempéries.

Este artigo tem como objetivo descrever e analisar a instalação do sistema fotovoltaico *on-grid* como cobertura de um estacionamento e a redução no custo com energia de um supermercado na cidade de FRANCA-SP, utilizando *Carport Solar*.

### MATERIAL E MÉTODO

Foi realizada pesquisa bibliográfica e estudo em um estacionamento de um empreendimento comercial localizado na cidade de FRANCA-SP. Como referência principal foi utilizada a norma técnica ANEEL, Resolução Normativa nº 482/2012 - Condições Gerais para o Acesso de Microgeração e Minigeração.

Para o funcionamento do sistema como um todo foi utilizado: Módulos Fotovoltaicos; Inversor Frequência *on-grid* e Estrutura *Carport Solar*.

Módulos Fotovoltaicos tem seu princípio de funcionamento transformando a luz solar em energia elétrica, em sua composição há materiais semicondutores, tais como o silício tipo P e N, que absorvem a luz solar e que ao se colidirem geram um deslocamento de elétrons, resultando uma corrente elétrica contínua (CC) (PINHO; GALDINO, 2014).

Os Inversores de Frequência *on-grid* têm o seu princípio de funcionamento a conversão da Corrente Contínua (CC), produzida pelo Módulo Fotovoltaico, em Corrente Alternada (CA) e faz o sincronismo do sistema com a rede elétrica da distribuidora de energia, utilizando a energia produzida instantaneamente, no local da instalação e a energia excedente introduzida na rede da distribuidora, gerando créditos que poderão ser abatidos nas contas futuras (ANEEL, 2012).

O Inversor de Frequência utilizado foi modelo SOLIS TRIFÁSICO 60K HV (Figura 1).



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

INSTALAÇÃO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO *ON-GRID* COMO COBERTURA PARA UM ESTACIONAMENTO UTILIZANDO *CARPORT SOLAR*  
Eric Ribeiro, Fabiana Florian, Ronaldo Gomes Figueira

**Figura 1. Inversor SOLIS TRIFÁSICO 60K HV.**



Fonte: GINLONG (2022).

As principais especificações do inversor SOLIS TRIFÁSICO 60K HV são apresentadas na Tabela 1.

**Tabela 1. Dados do inversor.**

SOLIS TRIFÁSICO 60K HV	
<i>Especificações entrada CC</i>	
Máxima Tensão de Entrada CC (V)	1100 V
Intervalo de Tensão MPPT (V)	200...1000 V
Número MPPT/Número Máximo de Sequências de Entrada	4/12
Corrente de Entrada Máxima (A)	4*28,5 A
Corrente Máxima de Entrada de Curto-Circuito (A)	4*44,5 A
<i>Especificações saída CA</i>	
Tensão Nominal da Rede (V)	3/PE, 480 V
Corrente Máxima de Saída (A)	80 A
Frequência Nominal da Rede (Hz)	60 Hz
Potência Máxima de Saída (W)	66000 W

Fonte: GINLONG (2022).

Os Módulos Fotovoltaicos utilizados são da marca HELIUS, modelo HMF144M (Figura 2), com potência nominal de 410W e foram utilizados 150 módulos, com produção estimada em 61,5 kWp (HELIUS, 2022).



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

INSTALAÇÃO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO *ON-GRID* COMO COBERTURA PARA UM ESTACIONAMENTO UTILIZANDO *CARPORT SOLAR*  
Eric Ribeiro, Fabiana Florian, Ronaldo Gomes Figueira

**Figura 2. Módulo fotovoltaico HELIUS HMF144M 410W.**



Fonte: Helius (2022).

As principais especificações dos Módulos Fotovoltaicos HELIUS HMF144M 410W são apresentadas na Tabela 2, essas especificações foram obtidas da folha de dados dos Módulos Fotovoltaicos fornecida pelo fabricante.

**Tabela 2. Dados do inversor.**

<i>HELIUS HMF144M 410W</i>	
Classe de Potência (W)	410 W
Tensão Potência Máxima STC (V)	40,7 V
Corrente Potência Máxima STC (A)	10,07 A
Tensão Circuito Aberto STC (V)	49,4 V
Corrente Curto-Circuito STC (A)	10,59 A
Eficiência do Módulo (%)	20,17
Temperatura de Funcionamento (°C)	-40°C a +85°C

Fonte: HELIUS (2022).

Para a fixação dos Módulos Fotovoltaicos, foi utilizada uma estrutura tipo *CARPORT* de estrutura metálica. A área total de cobertura do estacionamento é de 305 m<sup>2</sup>, contendo 150 Módulos Fotovoltaicos dispostos em 5 fileiras com 30 Módulos Fotovoltaicos cada uma delas. A (Figura 3), ilustra





## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

INSTALAÇÃO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO *ON-GRID* COMO COBERTURA PARA UM ESTACIONAMENTO UTILIZANDO *CARPORT SOLAR*  
Eric Ribeiro, Fabiana Florian, Ronaldo Gomes Figueira

os Módulos Fotovoltaicos instalados sobre a estrutura de cobertura do estacionamento do estabelecimento comercial em FRANCA-SP.

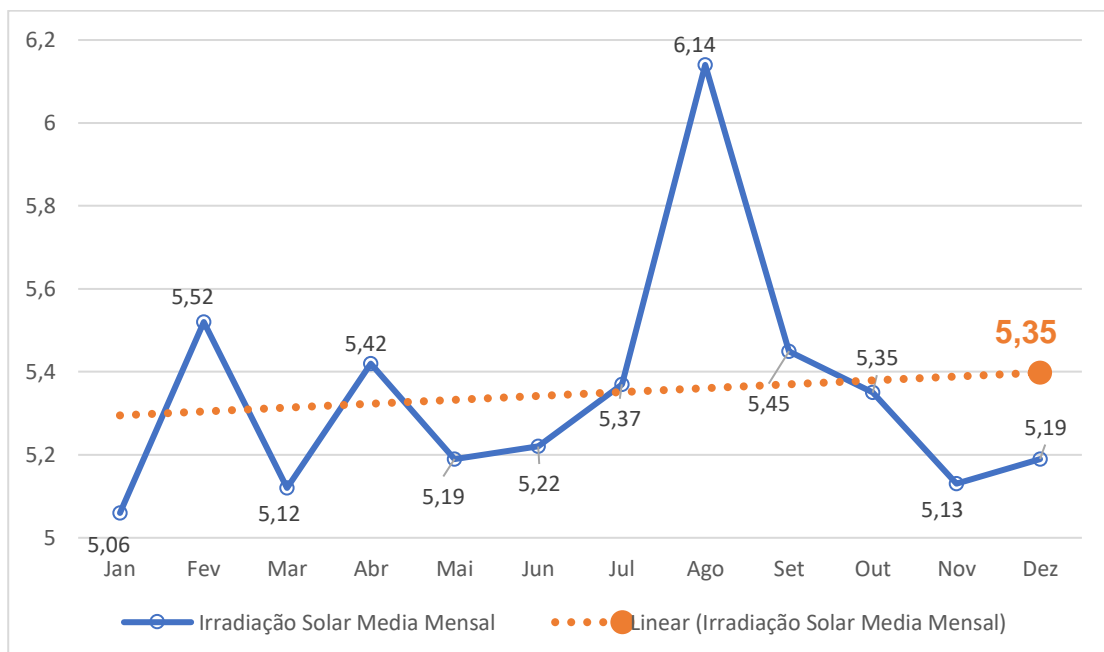
**Figura 3. Módulos Fotovoltaicos sobre o *CARPORT SOLAR***



Fonte: Autor.

Para o dimensionamento do sistema fotovoltaico há a necessidade de se observar parâmetros relacionados ao nível de irradiação solar na localidade onde o sistema será instalado, essa informação pode ser obtida no site da CRESESB (Centro de referência para as Energias Solar e Eólica Sérgio de S.Brito) (CRESESB, 2022), adicionando as coordenadas geográficas do local. A Figura 4 apresenta informações da irradiação solar para a cidade de FRANCA-SP, foco do estudo desta pesquisa.

**Figura 4. Gráfico de Irradiação Solar Média Mensal.**



Fonte: CRESESB.



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

INSTALAÇÃO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO *ON-GRID* COMO COBERTURA PARA UM ESTACIONAMENTO UTILIZANDO *CARPORT SOLAR*  
Eric Ribeiro, Fabiana Florian, Ronaldo Gomes Figueira

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a potência nominal dos Módulos Fotovoltaicos de 410W definida e os dados do Gráfico de irradiação solar média de 5,35 kWh/m<sup>2</sup> da Figura 4, é possível obter a estimativa de energia produzida pelos Módulos Fotovoltaicos de acordo com a sua eficiência, pelo período de 30 dias utilizando a Equação 1 (VILLALVA, 2012).

$$E_M = P_M \times I_{rr} \times \eta_M \times N_{dias} \quad (1)$$

Sendo:

$E_M$  = Energia gerada pelo Módulo Fotovoltaico [kWh].

$P_M$  = Potência do Módulo Fotovoltaico [W].

$I_{rr}$  = Irradiação Solar Média [kWh/m<sup>2</sup>].

$\eta_M$  = Eficiência do Módulo Fotovoltaico [%].

$N_{dias}$  = Número de dias no mês.

$$E_M = (410 \times 5,35 \times 0,8) \times 30 = 52,64 \text{ kWh/mês}$$

De acordo com a energia estimada gerada por cada Módulo Fotovoltaico, é possível calcular o valor total de energia de acordo com a quantidade de Módulos Fotovoltaicos utilizados na instalação do *Carport Solar* contendo 150 placas, pela Equação 2, (VILLALVA, 2012).

$$E_t = E_M \times N_{módulos} \quad (2)$$

Sendo:

$E_t$  = Energia total gerada pelos Módulos Fotovoltaicos [kWh/mês].

$E_M$  = Energia gerada pelo Módulo Fotovoltaico [kWh]

$N_{módulos}$  = Quantidade de Módulos Fotovoltaicos.

$$E_t = 52,64 \times 150 = 7.896 \text{ kWh/mês}$$

Com base nos resultados das equações 1 e 2, e os dados do inversor apresentados na Tabela 1 e dos Módulos Fotovoltaicos da Tabela 2 é possível determinar a configuração das conexões *strings*, que são um conjunto de módulos fotovoltaicos ligados em série e paralelo, conforme ilustrado na Figura 5.

As entradas MPPTs (*Maximum Power Point Tracking*) do inversor de frequência tem como sua principal função maximizar a potência fornecida pelos módulos fotovoltaicos aumentando a sua

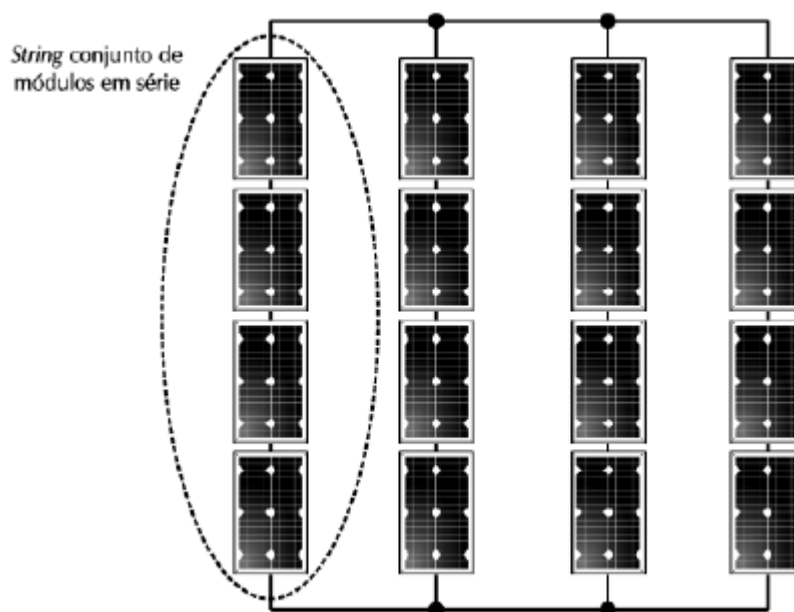


## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

INSTALAÇÃO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO *ON-GRID* COMO COBERTURA PARA UM ESTACIONAMENTO UTILIZANDO *CARPORT SOLAR*  
Eric Ribeiro, Fabiana Florian, Ronaldo Gomes Figueira

eficiência através da equalização dos arranjos dos módulos fotovoltaicos, melhorando assim o desempenho do sistema VILLALVA (2012).

**Figura 5. Ligação dos Módulos Fotovoltaicos série e paralelo.**



Fonte: VILLALVA (2012).

Para estabelecer o limite de Módulos Fotovoltaicos que deve ser ligado em cada conexão *string*, são necessários parâmetros de tensões do Inversor e do Modulo Fotovoltaico das tabelas 1 e 2, referente a tabela 1, deve-se utilizar o parâmetro de Máxima Tensão de Entrada CC (V) e o parâmetro de Intervalo de Tensão MPPT (V), para a Tabela 2 deve-se utilizar os parâmetros de Tensão Potência Máxima STC (V) e o parâmetro de Tensão Circuito Aberto STC (V).

A Equação 3 (PERUZZO, 2021) apresenta a quantidade máxima de módulos por *string* de acordo com a tensão máxima de entrada do Inversor e a tensão de circuito aberto do módulo.

$$Q_{tme} = \frac{M_{TE}}{T_{CA}} = [Módulos] \quad (3)$$

Sendo:

$Q_{tme}$  = Quantidade máxima de módulos por *string* de tensão máxima de entrada.

$M_{TE}$  = Máxima Tensão de Entrada CC [V]

$T_{CA}$  = Tensão Circuito Aberto STC (V)

$$Q_{tme} = \frac{1100}{49,4} = 22,27 [Módulos]$$





## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

INSTALAÇÃO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO *ON-GRID* COMO COBERTURA PARA UM ESTACIONAMENTO UTILIZANDO *CARPORT SOLAR*  
Eric Ribeiro, Fabiana Florian, Ronaldo Gomes Figueira

A Equação 4 (PERUZZO,2021) apresenta a quantidade máxima de módulos por *string* de acordo com o intervalo de tensão MPPT do Inversor e a tensão potência máxima do módulo.

$$Q_{it} = \frac{IT_{MPPT}}{T_{PM}} = [\text{Módulos}] \quad (4)$$

Sendo:

$Q_{it}$  = Quantidade máxima de módulos por *string* no intervalo de tensão MPPT.

$IT_{MPPT}$  = Intervalo de Tensão MPPT [V]

$T_{PM}$  = Tensão Potência Máxima STC [V]

$$Q_{it} = \frac{1000}{40,7} = 24,57 [\text{Módulos}]$$

Na Equação 5 (PERUZZO, 2021) há a corrente máxima suportada de curto-circuito por *string* de acordo com a corrente máxima de entrada de curto-circuito do Inversor e a corrente de curto-circuito módulo fotovoltaico.

$$Q_{MCC} = \frac{C_{EMCC}}{C_{CCm}} [A] \quad (5)$$

Sendo:

$Q_{MCC}$  = Quantidade máxima de *string* curto-circuito [A].

$C_{EMCC}$  = Corrente máxima de entrada de curto-circuito [A]

$C_{CCm}$  = Corrente curto-circuito STC [A]

$$Q_{MCC} = \frac{44,5}{10,59} = 4,20 [A]$$

Com os dados obtidos da quantidade máxima de módulos por conexão *string* e MPPT, é possível distribuir a quantidade de módulos para cada conexão *string* e MPPT. Na Tabela 3 é apresentada a quantidade de módulos para cada arranjo.



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

INSTALAÇÃO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO *ON-GRID* COMO COBERTURA PARA UM ESTACIONAMENTO UTILIZANDO *CARPORT SOLAR*  
Eric Ribeiro, Fabiana Florian, Ronaldo Gomes Figueira

**Tabela 3. Quantidade de Módulos por MPPT e *STRING*.**

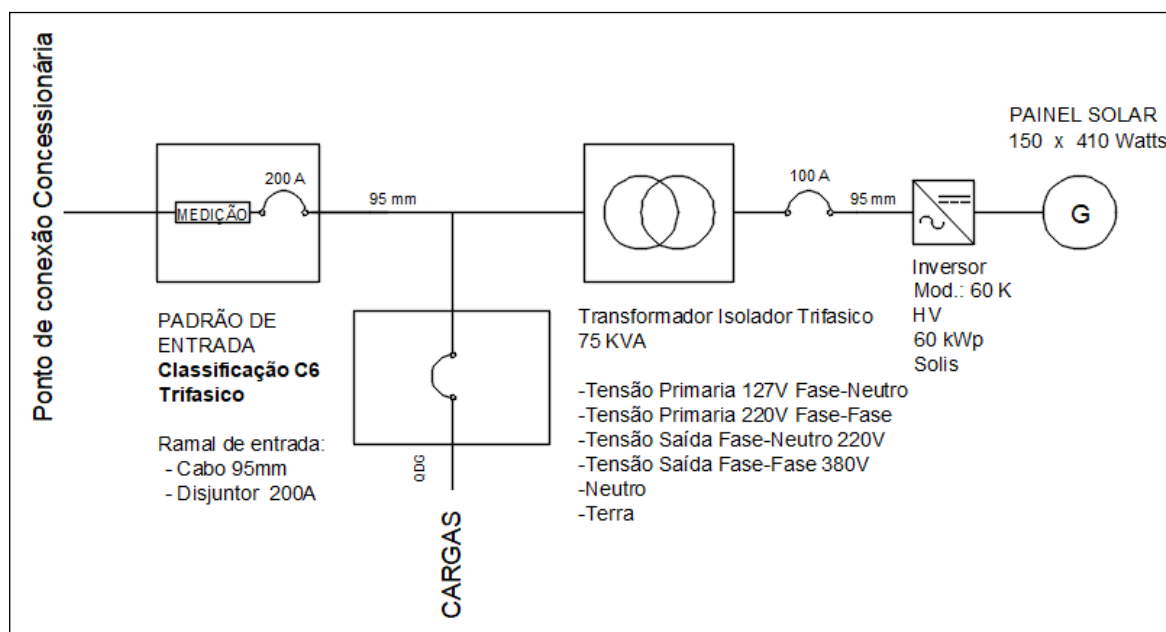
MPPT's	STRING'S	MÓDULOS
MPPT 1	STRING	20
	STRING	20
	STRING	0
MPPT 2	STRING	19
	STRING	19
	STRING	0
MPPT 3	STRING	18
	STRING	18
	STRING	0
MPPT 4	STRING	18
	STRING	18
	STRING	0

Fonte: Autor

Foi considerado para a conexão desse sistema na rede da CPFL Paulista, uma entrada padrão C6 de até 75kW e disjuntor de 200 A caixa moldada. (CPFL, 2020).

Para a conexão do inversor é necessário utilizar um transformador de 75kVA, onde a tensão de entrada é fase-neutro 127V e fase-fase 220V (conexão rede) e a tensão de saída fase-neutro 220V, e fase-fase 380V, pois a tensão de operação do inversor é trifásica 380V, conforme demonstrado na Figura 6).

**Figura 6. Diagrama Unifilar**



Fonte: Autor.

Na figura 8 é possível observar o gráfico de geração diária do sistema Fotovoltaico *Carport Solar* instalado no período de 30 dias, com variação na geração de energia diária, com pico máximo de 345 kWh/dia e mínimo de 127 kWh/dia. Essa variação é influenciada pela irradiação solar,

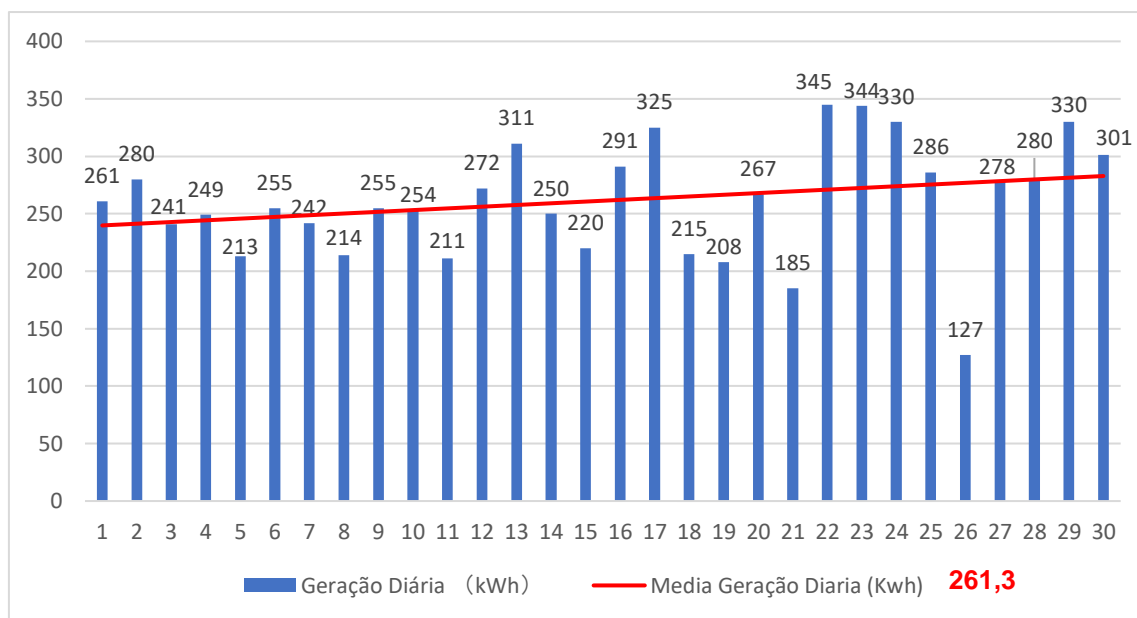


## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

INSTALAÇÃO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO ON-GRID COMO COBERTURA PARA UM ESTACIONAMENTO UTILIZANDO CARPORT SOLAR  
Eric Ribeiro, Fabiana Florian, Ronaldo Gomes Figueira

caracterizado pela presença de nuvens nos períodos mais baixos de geração, resultando em uma média de geração diária 261,3 kWh/dia.

**Figura 7. Gráfico de Geração Diária.**



Fonte: Autor.

A geração mensal total de energia solar produzida no período de 30 dias foi de 7.839 kWh/mês, comparando a energia gerada do sistema fotovoltaico com a produção estimada dada pela Equação 2 7.896 Kwh/mês, o resultado apresentou a produção esperada, ou seja, mesmo considerando a variação diária, a produção de energia atingiu o valor estimado para a quantidade de módulos fotovoltaicos utilizados na cobertura do estacionamento.

Com base na análise das últimas faturas da distribuidora local, CPFL, pode-se observar que o valor por KWh consumido, incluindo os impostos e encargos incidentes sobre o kWh, tais como, ICMS (Imposto sobre circulação de mercadoria), PIS/COFINS (Programa de integração social/ contribuição para o financiamento de seguridade social) e ECE (encargos sobre comercialização de energia), encontra-se o valor médio R\$ 0,86 kWh (oitenta e seis centavos) (BRITO; DA SILVA, 2016).

Com os dados da geração mensal de 7.839 kWh/mês e o valor do Kwh de R\$ 0,86, é possível calcular a economia gerada pela instalação do sistema fotovoltaico utilizando a Equação 6.

$$Ecomia\ mensa\ l = Gera\c{c}\tilde{a}\tilde{o}\ mensa\ l \times Valor\ kWh \quad (6)$$

$$Ecomia\ mensa\ l = 7.839 \times 0,86 = R\$ 6.741,54$$

Há uma economia mensal aproximada de R\$ 6.741,54 (seis mil setecentos e quarenta e um reais e cinquenta e quatro centavos) no custo com a conta de energia, o que demonstra que a



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

INSTALAÇÃO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO *ON-GRID* COMO COBERTURA PARA UM ESTACIONAMENTO UTILIZANDO *CARPORT SOLAR*  
Eric Ribeiro, Fabiana Florian, Ronaldo Gomes Figueira

instalação do sistema fotovoltaico utilizando *Carport Solar* como cobertura de um estacionamento comercial atende ao objetivo proposto.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do objetivo proposto, que foi o estudo sobre a instalação do sistema solar *on-grid* como cobertura de um estacionamento utilizando *Carport solar*, confirmou-se que este apresentou uma alternativa significativa para a geração de energia como também uma vantajosa cobertura para os veículos estacionados em um supermercado em FRANCA-SP.

O artigo apresentou as especificações dos equipamentos utilizados e equações para configuração das conexões MPPT's e *STRING's* e dados obtidos sobre a geração de energia.

A geração mensal total de energia solar produzida no período de 30 dias foi de 7.839 kWh/mês, comparando com a energia gerada do sistema fotovoltaico, com o a produção estimada, de acordo com a Equação 2 7.896 Kwh/mês, o resultado apresentou a produção esperada, ou seja, mesmo considerando a variação diária, a produção de energia atingiu o valor estimado.

Espera-se uma economia mensal aproximada de R\$ 6.741,54 (seis mil setecentos e quarenta e um reais e cinquenta e quatro centavos) no custo com a conta de energia, o que demonstra que a instalação do sistema fotovoltaico utilizando *Carport Solar* como cobertura de um estacionamento comercial atende ao objetivo proposto de cobertura para os veículos estacionados e para a redução no custo com energia.

Conclui-se que, no caso estudado, os benefícios obtidos com o sistema fotovoltaico apresentaram-se de grande utilidade, gerando energia limpa e renovável e produzindo sombra para o estacionamento, atendendo à solicitação dos clientes com a cobertura do estacionamento e uma economia aproximada de R\$ 6.741,54 (seis mil setecentos e quarenta e um reais e cinquenta e quatro centavos) na conta de energia por mês.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

ALEXANDER, Charles K.; SADIKU, Matthew NO. **Fundamentos de circuitos elétricos**. 5. ed. Porto Alegre: AMGH, 2013.

ANEEL. **Resolução Normativa nº 482/2012 - Condições Gerais para o Acesso de Microgeração e Minigeração**. Brasília: Aneel, 2012. Disponível em: <https://www2.aneel.gov.br/cedoc/atren2012482.pdf>. Acesso em: 06 abr. 2022.

BRITO, D. de S.; DA SILVA, A. J. R. Cálculo de tarifas e tributos incidentes sobre a conta de energia elétrica: uma abordagem interdisciplinar no Ensino Médio. **REMAT: Revista Eletrônica da Matemática**, Bento Gonçalves, RS, v. 2, n. 2, p. 154–163, 2016. DOI: 10.35819/remat2016v2i2id1546. Disponível em: <https://periodicos.ifrs.edu.br/index.php/REMAT/article/view/1546>. Acesso em: 12 jun. 2022.



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

INSTALAÇÃO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO ON-GRID COMO COBERTURA PARA UM ESTACIONAMENTO UTILIZANDO CARPORT SOLAR  
Eric Ribeiro, Fabiana Florian, Ronaldo Gomes Figueira

CPFL (COMPANHIA PAULISTA DE FORÇA E LUZ). **Norma Técnica GED-13 de dezembro de 2020**. Campinas, SP: CPFL, 2020. Disponível em: <http://sites.cpfl.com.br/documentos-tecnicos/GED-13.pdf>. Acesso em: 5 maio 2022.

CRESESB (CENTRO DE REFERÊNCIA PARA AS ENERGIAS SOLAR E EÓLICA SÉRGIO DE S. BRITO). **POTENCIAL SOLAR – SunData v 3.0**. Rio de Janeiro: CRESESB, 2022. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=sundata>. Acesso em 06 maio 2022.

FONTES, R. **Carport solar: Conheça os Benefícios do Estacionamento Solar**. [S. l.]: Bluesol, 2021. Disponível em: <http://blog.bluesol.com.br/carport-solar-tudo-sobre>. Acesso em: 02 maio 2022.

FORTUNATO, Guilherme Meireles. **Análise da viabilidade econômica par implantação de um estacionamento com módulos fotovoltaicos no município de Mundo Novo - MS**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Guarapuava, 2021. Disponível em: [http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/26065/1/GP\\_COECI\\_2021\\_1\\_09.pdf](http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/26065/1/GP_COECI_2021_1_09.pdf). Acesso em: 02 maio 2022.

GINLONG TECHNOLOGIES Co. **Inversores 50-60k Trifásicos**. [S. l.: s. n], 2022. Disponível em: [https://www.ginlong.com/3p\\_inverter/23978.html](https://www.ginlong.com/3p_inverter/23978.html). Acesso em: 06 maio 2022.

HELIUS ENERGY. **MÓDULO MONOCRISTALINO 144 CÉLULAS HMF144M**. Disponível em: <https://www.heliusenergy.com.br/hmf144m/>. Acesso em: 04 maio 2022.

LUNA, D. **ABSOLAR: Geração solar atinge 14 GW no Brasil, potência equivalente à usina de Itaipu**. [S. l.]: Boadcast, 2022. Disponível em: <http://broadcast.com.br/cadernos/financeiro/?id=dkcydkFiMTdUWDhjbncwT0ZkQlozdz09>. Acesso em: 06 abr. 2022.

PERUZZO, Ezequias Silveira. **Como Calcular o Número Máximo de Módulos por Inversor**. Tubarão, SC: Solar Inove, 2021. Disponível em: <https://blog.solarinove.com.br/como-calcular-o-numero-maximo-de-modulos-por-inversor/>. Acesso em: 10 maio 2022.

PINHO, J. T.; GALDINO, M. A. **Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos**. Rio de Janeiro: CEPEL – CRESESB, 2014.

POMÍLIO, José Antenor. **Conversores CC-CA**. Campinas, SP: DSE – FEEC, 2014 Disponível em: <http://www.dsce.fee.unicamp.br/~antenor/pdf/eltpot/cap6.pdf#search=%22conversores>. Acesso em: 9 jun. 2022.

SILVA, Jardel Eugenio da et al. **Veículos elétricos e a geração distribuída a partir de sistemas fotovoltaicos**. 2018. Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2018. Disponível em: [https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/10150/1/CT\\_COELE\\_2018\\_2\\_18.pdf](https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/10150/1/CT_COELE_2018_2_18.pdf). Acesso em 09 jun. 2022.

VILLALVA, M. G. **Energia Solar Fotovoltaica: conceitos e aplicações**. 2. ed. São Paulo: Érica, 2012.