

## SISTEMA FOTOVOLTAICO DE ALTO RENDIMENTO

**Felipe Lima Francisquini, Gustavo Rodrigues Santos, Gustavo Rodrigues dos Santos, José Tiago Boaventura Gomes, Yago Oliveira de Lima, Marco Antônio Baptista de Sousa**

Faculdade de Tecnologia de São Bernardo do Campo

Felipe.francisquini@fatec.sp.gov.br, gustavo.santos269@fatec.sp.gov.br,  
gustavo.santos275@fatec.sp.gov.br, jose.gomes33@fatec.sp.gov.br, yago.lima@fatec.sp.gov.br,  
marco.sousa@fatec.sp.gov.br

**RESUMO:** O meio ambiente tem sido impactado negativamente pelo aumento da poluição resultante da queima de combustíveis fósseis. Como alternativa sustentável, destacam-se as fontes de energia renovável, entre elas a energia solar, que utiliza placas fotovoltaicas para converter a luz solar em energia elétrica. Contudo, a maioria dessas placas, instaladas em residências e indústrias, permanece em posição fixa, o que limita seu aproveitamento ao longo do dia. Diante dessa limitação, desenvolveu-se um sistema fotovoltaico de alto rendimento, capaz de movimentar automaticamente a placa solar por meio de um Controlador Lógico Programável (CLP), servo-válvula e outros componentes de controle e automação. Esse sistema assegura o alinhamento ideal da placa em relação à luz solar durante o período diurno, otimizando a geração de energia elétrica. Testes comparativos entre a posição fixa e a variável demonstraram que o sistema proposto proporciona uma maior diferença de potencial ao longo do dia. Conclui-se, portanto, que a proposta é viável e promove um uso mais eficiente da energia solar.

**Palavras-chave:** Automação. Sistema fotovoltaico. Controlador Lógico Programável. Eficiência energética.

**ABSTRACT:** The environment is being harmed by the increase in pollution generated by the use of fossil fuels. As an alternative, renewable energy sources are emerging, including solar energy, which uses photovoltaic panels to convert sunlight into electrical energy. However, most photovoltaic panels currently installed in homes and industries are fixed in position, which limits their ability to capture solar energy throughout the day. To address this issue, a high-performance photovoltaic system

was developed, allowing the panel to move automatically using a Programmable Logic Controller (PLC), a servo valve, and other control and automation components. This system ensures the optimal orientation of the photovoltaic panel toward the sun throughout the day, maximizing electrical output. Comparative tests between the fixed and adjustable positions demonstrated that the proposed system generates a higher potential difference during the day. Therefore, it is concluded that the system is feasible and enables more efficient use of solar energy.

**Keywords:** Automation. Photovoltaic system. Programmable Logic Controller. Energy efficiency.

## 1. Introdução

Ao longo dos últimos anos, a utilização de energia solar vem crescendo devido ao aumento do impacto ambiental causado no mundo inteiro por diversos fatores, inclusive fontes de energias poluentes, fato preocupante para o futuro do planeta. Como forma de reversão, surgem as fontes de energias sustentáveis, utilizando recursos naturais como o vento, água, biomassa, iluminação solar, entre outros (Lorensetti, 2023).

De acordo com Sousa (2018), a energia solar é a conversão direta da radiação solar em energia elétrica, sendo esta conversão feita através de silício, material semicondutor, que funciona através da movimentação dos elétrons pelo material fotovoltaico gerando diferença de potencial. Esse sistema não exige um ambiente ensolarado para funcionar. Porém, a quantidade de energia produzida depende das nuvens devido a umidade que há nelas, ou seja, quanto menos nuvens houver no céu, maior será a produção de eletricidade.

Gradualmente, a geração de energia solar está em crescimento no cenário brasileiro, em virtude do uso de fontes de energias renováveis e limpas, sendo ela uma das mais eficazes, menos prejudiciais para o meio ambiente e considerada inesgotável pelo ponto de vista humano (Lana *et al.*, 2020).

Segundo Bárbara (2024), um dos principais gastos em instituições de ensino é o custo de energia elétrica. Escolas que adotam o uso de energia solar, se beneficiam com a redução desse custo, possibilitando que a verba seja redirecionada para demais áreas importantes, como tecnologia da educação, capacitação de professores e infraestrutura.

O objetivo do projeto é implementar um sistema de captação e gestão de energia fotovoltaica articulado utilizando Controlador Lógico Programável (CLP),

inversor de frequência e conversor de tensão, visando aumentar a eficiência energética e reduzir os custos operacionais.

A produção de energia elétrica a partir de painéis fotovoltaicos tem crescido, promovendo o uso de fontes sustentáveis. A energia solar, por ser renovável e limpa, ajuda a diminuir a dependência de fontes poluentes e contribui para a redução das emissões de carbono, alinhando-se com práticas de sustentabilidade.

O uso de energia solar contribui para a redução de carbono, alinhando-se com as práticas de sustentabilidade e responsabilidade ambiental. A integração do Controlador Lógico Programável (CLP) permite o monitoramento em tempo real da produção e consumo de energia, otimizando o uso da energia gerada pelas placas fotovoltaicas e reduzindo desperdícios, juntamente com inversor solar possibilitam o controle da potência e da frequência elétrica utilizada por equipamentos, garantindo uma melhor adaptação da energia gerada às necessidades de operações.

A captação da energia solar pode resultar em uma significativa diminuição nos custos com eletricidade, gerando economia a longo prazo e aumento da competitividade.

O sistema fotovoltaico possui pontos positivos entre eles, estão a possibilidade de instalação de baixas a elevadas potências e possui aspectos modulares, permitindo a ampliação do sistema caso seja necessário. (Costa *et al.*, 2020).

A implementação de um sistema fotovoltaico é uma solução eficiente e econômica que promove o desenvolvimento sustentável, reduzindo a dependência de fontes não renováveis e os impactos ambientais da geração convencional de eletricidade como hidrelétricas, por exemplo.

## **2. Fundamentação teórica**

### **2.1 História e desenvolvimento**

De acordo com Mariano (2022), o efeito fotovoltaico é definido como a transformação da energia contida na irradiação solar em energia elétrica. Esse fenômeno foi observado pela primeira vez por um físico francês Edmond Becquerel em 1839, quando este descobriu uma tensão resultante da ação da irradiação solar sobre um eletrodo metálico imerso em uma solução química. Dessa forma, o efeito fotovoltaico ocorre em certos materiais semicondutores, presentes na composição uma célula fotovoltaica, capazes de absorver a energia transformando-as em eletricidade, através da quebra das ligações químicas entre as moléculas presentes

em suas estruturas, as quais liberam cargas elétricas, podendo ser utilizadas para realização de trabalho.

Desde a antiguidade o Sol vem sendo usado como fonte de energia, estando presente na iluminação natural das construções, na distribuição e organização do solo urbano e agrícola. O uso dessa fonte natural de energia foi evoluindo até transformá-la em eletricidade através de um sistema de células fotovoltaicas (Costa *et al.*, 2020).

Segundo a Petrobras (2024), o aquecimento global é um fenômeno real e cientificamente validado. Para atenuar seus efeitos, é fundamental diminuir as emissões de gases de efeito estufa. Uma das estratégias mais eficazes para essa redução é a troca de combustíveis fósseis pelo uso de combustíveis renováveis que não emitem ou possuem baixa emissão de gás carbônico.

## **2.2 Benefícios da energia solar**

De acordo com Costa (2023), com o aumento da população há uma alta demanda de energia, colaborando com a carência de recursos naturais. Para a reversão desse problema, surgem as fontes de energias renováveis como sistemas de placas fotovoltaicas, tendo um regime estratégico de desenvolvimento sustentável, uma solução viável do ponto de vista econômico e conscientização das pessoas de escolher gradualmente mais o uso de energias renováveis.

A Terra é um planeta que recebe de forma abundante uma grande quantidade de energia solar. O homem, ao longo de estudos e técnicas, desenvolveu uma forma de aproveitamento dessa riqueza, criando o sistema fotovoltaico, ou seja, as placas solares que conhecemos hoje em dia, uma ótima fonte alternativa de geração de energia, pois não provoca impactos ambientais (Casagrande, Müller, Bebert, 2018).

A energia solar possui mais vantagens em relação às fontes de energia elétrica tradicionais, como carvão e gás, devido a sua produção de forma limpa e sustentável. Considerada interminável pela perspectiva humana, a energia solar é capaz de reduzir preços de faturas de energia elétrica ao se utilizar painéis fotovoltaicos (Lana *et al.*, 2020).

O Brasil possui oportunidades para o uso de placas fotovoltaicas devido sua localização geográfica. Por ser um país tropical, na maioria de seu território há presença de iluminação solar, principalmente na região nordeste (Silva, 2022).

Em 2024, o Brasil manteve uma matriz elétrica com fontes de energias renováveis, com 88,2% da energia gerada a partir de fontes limpas. As hidrelétricas continuam sendo a principal fonte, respondendo por cerca de 56% da geração. As

fontes eólica e solar cresceram significativamente e, juntas, já representam 24% da eletricidade produzida no país. A capacidade instalada total atingiu 208,9 GW, com 84,95% desse total vindo de fontes renováveis. (MME, 2025).

### **2.3 Possíveis áreas para aplicação de energia solar**

Conforme Cordeiro (2022), várias indústrias com alto consumo de energia, especialmente aquelas que operam maquinários continuamente, podem se beneficiar da adoção de sistemas fotovoltaicos. Ao optar pela energia solar, essas indústrias não só teriam economia, mas também se destacariam no mercado por utilizarem fontes de energia renováveis.

A indústria de vestuário teria com a implementação da energia solar uma vantagem principal que seria pela economia de custo, pois é uma área que demanda de muita energia, contudo, teria a valorização da marca, pois é considerada uma ação sustentável e os incentivos do governo estarão disponíveis para quem utilizar de energia renovável.

A indústria alimentícia é um dos que mais consomem energia no Brasil e no mundo. Em fábricas de bebidas alcoólicas, por exemplo, precisam garantir que a fermentação não se contamine com demais microrganismos que podem afetar o processo, para isso, é necessário manter máquinas funcionando a todo o momento. Com a energia solar nesse cenário, empresas podem se beneficiar com redução de custos de energia elétrica.

O uso da energia solar no Agronegócio gera vantagens na produção, como por exemplo o desenvolvimento de poços artesianos para sistemas de irrigação e bombeamento de água, especialmente em regiões com longos períodos de seca. Além de ser útil para lugares que demandam controle de temperaturas, como armazenamento de produtos, diminuindo contas de energia.

A indústria mecânica utiliza comumente máquinas de grande porte em seus processos, gerando um elevado custo de energia elétrica, com o uso de sistema fotovoltaico há a redução desse custo e a possibilidade de monitorar em tempo real a quantidade de energia elétrica produzida pelo sistema da conversão.

### **2.4 Dificuldades para energia solar**

De acordo com Lana *et. al* (2020), a aplicação de sistemas fotovoltaicos até então não é largamente utilizada por conta do alto custo e baixa exploração. As placas solares convencionais são instaladas em uma posição fixa, não há como gerar energia durante o período noturno e há falta de incentivo para a população

para o uso dessa energia renovável por parte do governo, fazendo com que essa solução não seja acessível para todos. Outro fator é a ausência de incidência solar, devido ao período noturno e fenômenos meteorológicos como nuvens do tipo *stratus* (nuvens cinzas que encobrem o céu e há presença de garoa), nevoeiros, entre outros. Vale lembrar também que, painéis solares mais atuais possuem conectividade *Wi-fi*, e são alvos fáceis para hackers (Express VPN, 2024).

Segundo Alves (2019), para a produção de células fotovoltaicas, é preciso utilizar substâncias químicas que prejudicam o meio ambiente. Todavia, a produção é controlada e os resíduos são tratados, com isso, o impacto ambiental se torna mínimo.

De acordo com Ottonelli (2021), o Governo Federal tem desencorajado o setor de usinas fotovoltaicas, restringindo o avanço de projetos inovadores que poderiam trazer contribuições significativas para a melhoria da matriz energética do país. Outro fator é o setor privado que enfrenta dificuldades em manter crescimentos, afetando a comercialização de usinas no mercado.

Os painéis solares perdem a eficiência em 10 anos e depois desse período podem ter seu funcionamento prejudicado. Existe uma dificuldade em relação ao descarte inadequado, em que podem prejudicar o meio ambiente devido aos metais pesados de sua construção. Por esse motivo, é essencial que o seu descarte seja feito de forma correta. (Olsen, 2020).

Outro fator importante, é que com valores elevados de temperatura, a célula fotovoltaica acaba sendo prejudicada, causando perdas de calor, diminuindo a eficiência do sistema. Com a elevação da irradiação solar, a temperatura das células também se eleva, resultando em maior dissipação de energia na forma de calor (SIMIONI, 2017).

Em conformidade com Energia Total (2024), as placas fotovoltaicas possuem uma manutenção preventiva regular de duas a quatro vezes no ano, com o objetivo de limpar a placa, verificar corrosão na estrutura de suporte, rachaduras nos painéis e qualquer outra anomalia visível. Além disso, pode ocorrer danos em cabos e inversores necessitando de substituições imprevistas e em localidades urbanas e costeiras podem precisar de um cuidado maior em relação à manutenção devido a poluição e salinidade.

### 3. Metodologia

Observa-se a falta de um sistema fotovoltaico que capta a maior incidência de raios solares possíveis durante o dia, em virtude de existir comumente placas fotovoltaicas convencionais que captam maiores incidências solares somente em uma determinada hora do dia devido ao alinhamento do Sol com a placa. Para que haja um fornecimento maior de energia, o sistema fotovoltaico de alto rendimento aparenta ter um melhor resultado.

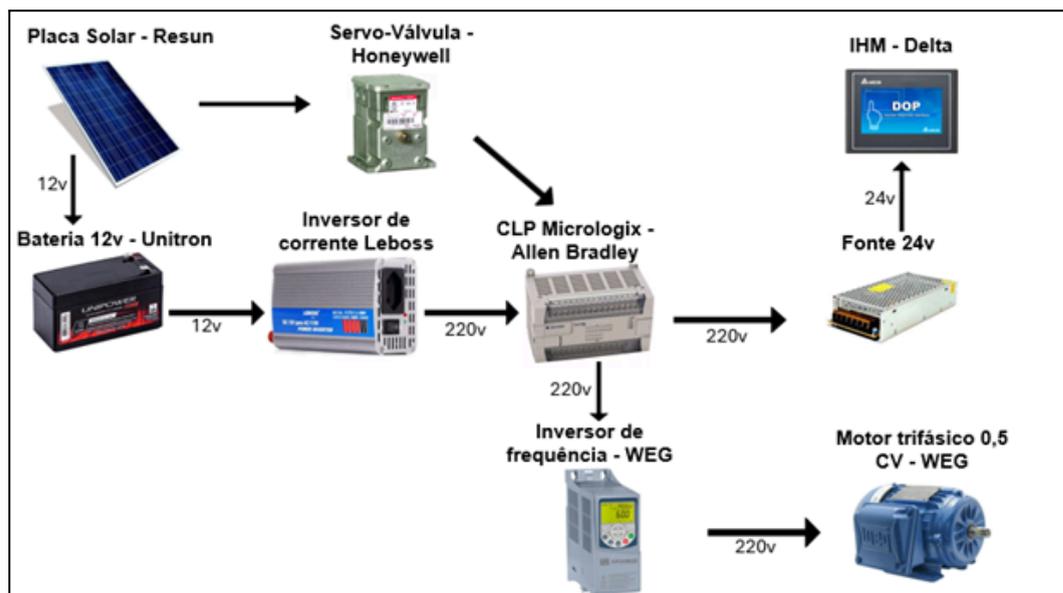
A implementação do sistema fotovoltaico de alto rendimento requer a integração de diversos componentes, conforme listado a seguir:

- Uma placa fotovoltaica, para captação de energia solar e transformação em energia elétrica;
- Uma bateria, para armazenar a energia captada;
- Um conversor de tensão, que converte a tensão contínua vinda da placa para uma tensão alternada;
- Um Controlador Lógico Programável para o controle do sistema;
- Uma servo válvula, para movimentar a placa solar;
- Um motor elétrico de corrente alternada de 0,5 CV, com o objetivo de ser a carga do sistema;
- Um inversor de frequência, para o acionamento do motor elétrico;
- Uma fonte de tensão de 220 volts para 24 volts, com a finalidade de alimentar uma IHM para monitorar e interagir com o usuário, possibilitando que os operadores consigam visualizar de forma clara e objetiva os dados fornecidos, possíveis falhas e até mesmo fazer o controle manual do painel.

Após a montagem da estrutura física, foram realizados testes para comparar a taxa de tensão gerada pela placa fotovoltaica instalada na posição convencional com a do sistema articulado, com o objetivo de identificar qual configuração proporciona um melhor aproveitamento da energia solar.

O sistema tem seu procedimento através do controle de tensão que a placa fotovoltaica fornece. Com o cartão de entrada analógica do CLP é possível ter o recebimento da tensão gerada pela placa, isso permite que o sistema trabalhe com a maior taxa de tensão possível. O cartão de saída analógica é capaz de dar condições de movimentação da placa solar acoplada na servo válvula. A Figura 1 a seguir apresenta a topologia do sistema.

Figura 1 - Topologia do sistema fotovoltaico de alto rendimento



Fonte: Autoria própria (2024)

A escolha por componentes robustos visa simular um ambiente industrial e aplicar na prática os conhecimentos adquiridos ao longo do curso, uma vez que dentro da indústria não é aplicado o uso de alguns microcontroladores pois as aplicações exigem redundâncias, maior controle, confiabilidade do sistema, maior velocidade para detecção de falhas e agilidade para a parada de máquinas, entre outros.

#### 4. Desenvolvimento do projeto

A movimentação da placa fotovoltaica inicia-se diariamente às 08h00, na direção leste (nascido do Sol), encerrando o ciclo às 18h00, na direção oeste (pôr do Sol). Este intervalo de funcionamento ocorre devido à presença da radiação solar nesse período, essencial para a geração de energia.

O controle do sistema é realizado por meio de um Controlador Lógico Programável (CLP), que utiliza seu relógio interno e comandos programados em linguagem LADDER para acionar os componentes. O processo inicia com a placa fotovoltaica posicionada em 0% de seu curso. A cada hora transcorrida, o CLP envia um sinal à servo válvula, determinando um avanço de 10% no deslocamento da placa. Assim, às 09h00, o deslocamento atinge 10% do curso, às 10h00, atinge 20% do curso, e assim sucessivamente, até atingir 100% do curso às 18h00.

Às 19h00, o CLP envia um novo comando à servo válvula, retornando a placa para a posição inicial (0% do curso), preparando-a para o início do ciclo no dia seguinte, garantindo maior captação de luz solar ao amanhecer.

Para fins de demonstração do sistema, foi configurado que o movimento da placa ocorra a cada 10 segundos, totalizando cerca de dois minutos para simular o ciclo completo. A seleção entre o modo de horário real ou simulado é realizada por meio da Interface Homem-Máquina (IHM).

Com o sistema em operação, é possível conectar uma carga elétrica, como um motor trifásico de 5 CV, cuja partida é realizada por um inversor de frequência. Também há a possibilidade de conectar cargas como lâmpadas, possibilitando o uso da energia solar para iluminação durante o dia e contribuindo para a redução do consumo energético da rede elétrica em uma residência.

O projeto também permite o controle manual da movimentação da placa fotovoltaica. Nesse modo, o deslocamento pode ser ajustado gradualmente entre 0% e 100%, conforme necessidade do operador. A seleção é feita pela IHM.

Quanto à geração de energia, a placa fotovoltaica alcançou uma tensão máxima de 21 Volts em dias ensolarados, medida entre 11h00 e 13h00 com o uso de um multímetro. Em condições climáticas adversas, como dias nublados ou chuvosos, a tensão máxima observada foi de 12 Volts. Além da radiação solar, a placa também é capaz de converter luz artificial em energia, atingindo tensões de até 12 Volts sob iluminação de lâmpadas.

## **5. Testes e resultados**

Foram realizados os ensaios com a placa fotovoltaica na posição convencional, ou seja, a placa fixa em uma posição e também foram realizados os ensaios com a placa no sistema fotovoltaico de alto rendimento, ou seja, a placa se movimentando para captar a maior incidência solar durante o dia. Esses testes foram realizados no telhado de uma residência com o clima ensolarado, mas com possíveis interferências em relação ao contato da luz solar pela placa devido a prédios e casas nas proximidades. Os valores das tensões obtidas durante os processos encontram-se nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1 - Placa fotovoltaica na posição convencional

HORÁRIO	TENSÃO (V)
08:48	13,6
09:49	19,1
10:49	20,2
11:49	19,5
12:49	20
13:49	18,2
14:49	18,9
15:49	19,9
16:49	18,8
17:49	6,3
18:49	0

Fonte: Autoria própria (2025)

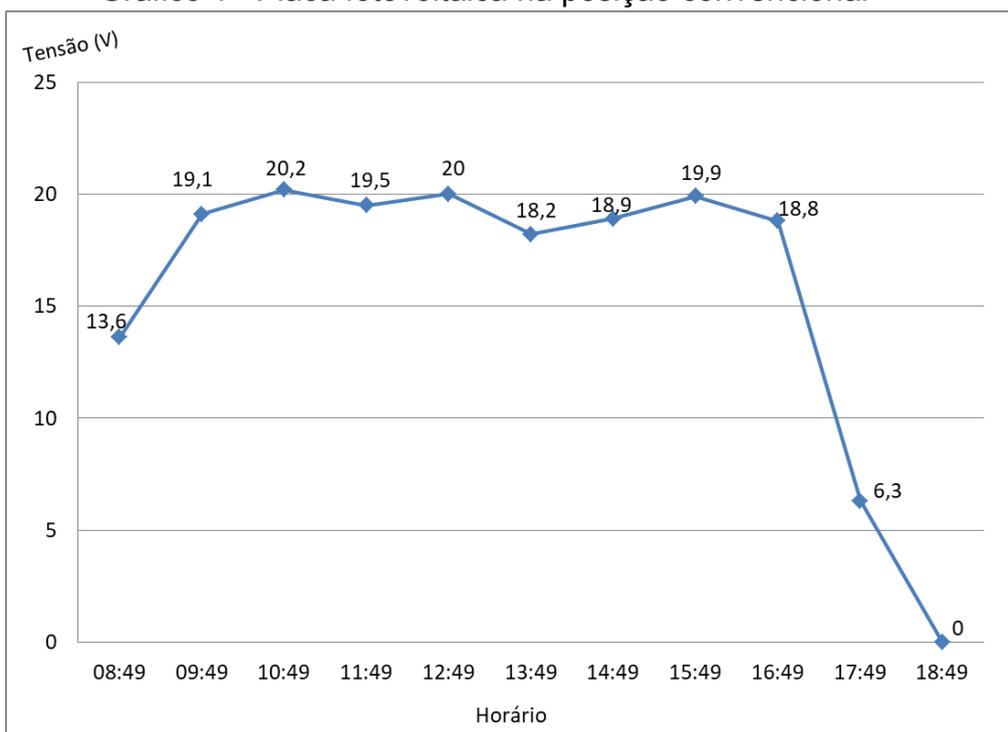
Tabela 2 - Placa fotovoltaica no sistema automático

HORÁRIO	TENSÃO (V)
08:04	17,7
09:04	18
10:04	20,5
11:04	20,4
12:04	20,1
13:04	20,2
14:04	20,2
15:04	20,5
16:04	20,2
17:04	17,3
18:04	0,1

Fonte: Autoria própria (2025)

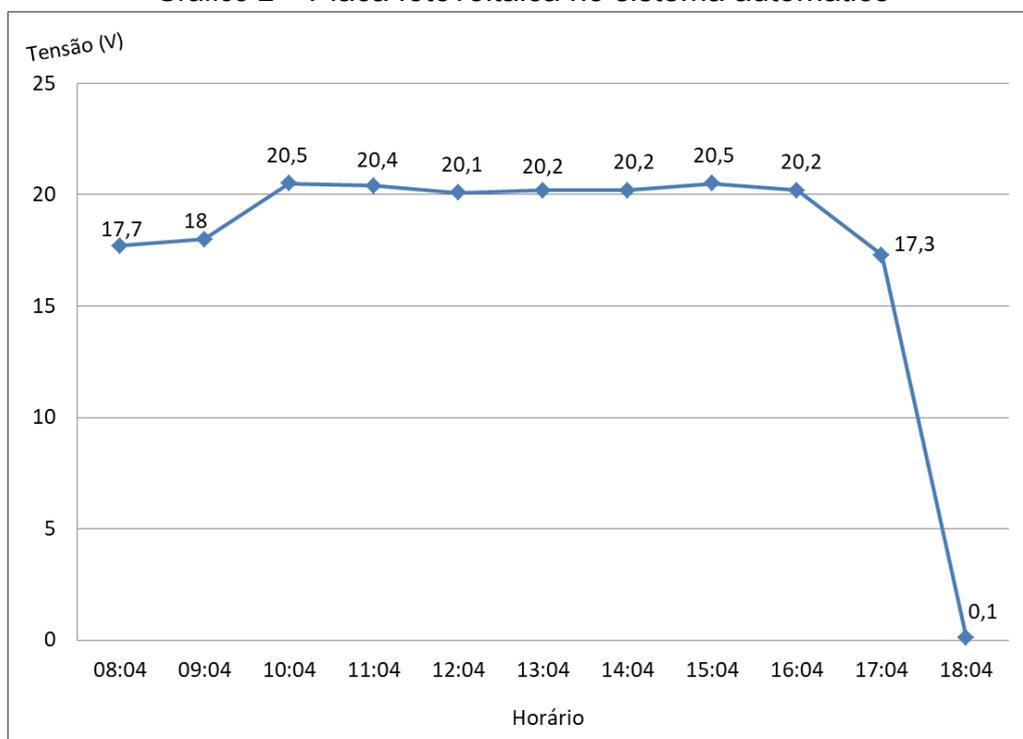
Com os valores coletados durante os testes, foram elaborados gráficos que apresentam a curva da tensão ao longo do período de análise. No Gráfico 1, é possível visualizar a curva de tensão quando a placa fotovoltaica está posicionada na configuração convencional. Já no Gráfico 2, pode-se observar a curva de tensão com a placa fotovoltaica em uma posição alternativa (ou ajustada), permitindo a comparação entre os dois cenários.

Gráfico 1 - Placa fotovoltaica na posição convencional



Fonte: Autoria própria (2025)

Gráfico 2 - Placa fotovoltaica no sistema automático



Fonte: Autoria própria (2025)

## 6. Considerações finais

O presente estudo alcançou seu objetivo de aumentar a eficiência energética de uma placa fotovoltaica por meio do uso de equipamentos industriais. Porém, ao se tratar de toda a estrutura para a montagem do sistema e o controle do mesmo, o estudo não se torna viável somente com uma placa fotovoltaica, mas com um número maior de placas a eficiência energética pode aumentar significativamente.

Foram aplicadas tecnologias que permitem o movimento da placa em relação à posição do Sol durante o dia. Com isso, melhorou-se a forma de utilização da energia renovável e contribuiu para o melhor uso do sistema.

Os valores adquiridos através dos testes mostram que a placa fotovoltaica acoplada ao sistema automático possui um ganho de aproximadamente 1,8 Volts de tensão em relação a placa fotovoltaica na posição convencional.

O controlador lógico programável do conjunto permite que sejam acopladas cerca de 20 placas fotovoltaicas, ou seja, com essa quantidade de placas ou mais, o conjunto se torna factível, podendo ter um ganho maior e ser utilizado para diversas aplicações como em usinas solares para captação e armazenamento de energia, para o bombeamento de água em poço remoto de uma fazenda para irrigação de plantações por exemplo, ou para diversas outras aplicações.

O estudo mostrou que o uso do sistema articulado para placas fotovoltaicas não é viável em residências, uma vez que os custos de implantação e instalação são elevados e também não há o aproveitamento total de incidência solar devido a outras residências próximas e edificações por causarem sombreamentos sobre a placa.

## Referências

ALVES, Marliana de Oliveira Lage. **Energia solar**: estudo da geração de energia elétrica através dos sistemas fotovoltaicos on-grid e off-grid. 2019. 75 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Elétrica, Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Ouro Preto, João Monlevade, 2019. Cap. 5.

Disponível em:

[https://monografias.ufop.br/bitstream/35400000/2019/6/MONOGRRAFIA\\_EnergiaSolarEstudo.pdf](https://monografias.ufop.br/bitstream/35400000/2019/6/MONOGRRAFIA_EnergiaSolarEstudo.pdf). Acesso em: 07 mar. 2025.

BÁRBARA RUBIM (São Paulo). Fiesp. **Como a energia solar em escolas pode reduzir custos e promover sustentabilidade.** Disponível em: <https://www.weg.net/solar/blog/como-a-energia-solar-em-escolas-pode-reduzir-custo-s-e-promover-sustentabilidade/>. Acesso em: 21 fev. 2025.

CASAGRANDE, Deise; MÜLLER, Rafaela; GEBERT, Alice. **Energia solar fotovoltaica.** 2018. Disponível em: <https://publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/feiramatematica/article/view/9244/7903>. Acesso em: 09 mar. 2025.

CORDEIRO ENERGIA (Minas Gerais). **Os 5 tipos de indústrias que se beneficiam com o uso da energia solar em 2022.** 2022. Disponível em: <https://cordeiroenergia.com.br/os-5-tipos-de-industrias-que-se-beneficiam-com-o-uso-da-energia-solar-2022/>. Acesso em: 17 out. 2024.

COSTA, Andrelise Cardoso *et al.* Energia solar fotovoltaica uma alternativa viável? / photovoltaic solar energy a viable alternative? **Brazilian Journal of Development**, [S.L.], v. 6, n. 9, p. 72637-72656, 28 set. 2020. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/17385/14114>. Acesso em: 28 out. 2024.

COSTA GUIMARÃES, D.; FERREIRA DA CONCEIÇÃO, F.; LEITÃO RUSSO, S. Análise da produção científica das placas solares fotovoltaicas em telhados. **Revista COSTA, Higor Rodrigues Silva et al. (org.). impactos ambientais gerados por painéis fotovoltaicos.** 2022. Disponível em: [Impactos%20Ambientais%20Gerados%20Por%20Pain%C3%A9is%20Fotovoltaicos.pdf](#). Acesso em: 27 fev. 2025.

CPFL SOLUÇÕES (Brasil). **Desafios do descarte de equipamentos na cadeia fotovoltaica.** 2024. Disponível em: <https://cpflsolucoes.com.br/desafios-do-descarte-de-equipamentos-na-cadeia-fotovoltaica/>. Acesso em: 09 mar. 2025.

**Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**, [S. l.], v. 11, n. 2, 2023.

Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/gesta/article/view/53331>. Acesso em: 15 set. 2024.

ENERGIA TOTAL (Brasil). **Instalação de energia solar requer muita manutenção?** 2024. Disponível em:

[https://www.energiatotal.com.br/a-instalacao-de-energia-solar-requer-muita-manutencao?srsId=AfmBOoqqJ6L3BVMgv9ZGQ\\_pXPMbqHJzPBqhd0mwuFZaV9KTzhw5ewUg0](https://www.energiatotal.com.br/a-instalacao-de-energia-solar-requer-muita-manutencao?srsId=AfmBOoqqJ6L3BVMgv9ZGQ_pXPMbqHJzPBqhd0mwuFZaV9KTzhw5ewUg0). Acesso em: 18 jun. 2024.

EXPRESSVPN (São Paulo). Band.Com.Br. **Pesquisa mostra que energia solar é o futuro, mas apresenta desafios a serem enfrentados:** mas, além do alívio financeiro, a energia solar tem o potencial de tornar os consumidores mais independentes das concessionárias. Mas, além do alívio financeiro, a energia solar tem o potencial de tornar os consumidores mais independentes das concessionárias. 2024. Disponível em:

<https://www.band.uol.com.br/band-vale/noticias/pesquisa-mostra-que-energia-solar-e-o-futuro-mas-apresenta-desafios-a-serem-enfrentados-202409041611>. Acesso em: 27 fev. 2025.

LANA, Thiago Rocha *et al.* Energia solar fotovoltaica: revisão bibliográfica. **Mythos**, Cataguases, v. 14, n. 2, p. 1-10, 25 jun. 2021. Disponível em:

<https://periodicos.unis.edu.br/mythos/article/view/467/377>. Acesso em: 09 mar. 2025.

LORENSETTI, Rodrigo. **Energias renováveis:** como contribuem com a redução da poluição atmosférica?. Como contribuem com a redução da poluição atmosférica?. 2023. Disponível em:

<https://blog.coontrol.com.br/energias-renovaveis-reducao-da-poluicao-atmosferica/>. Acesso em: 20 fev. 2025.

MARIANO, Juliana D'Angela; URBANETZ JUNIOR, Jair. **Energia solar fotovoltaica:** princípios fundamentais. Ponta Grossa, Pr, p. 1-123, 18 mar. 2022.

Atena Editora. <http://dx.doi.org/10.22533/at.ed.752221803>. Disponível em:

<https://www.voltimum.com.br/sites/www.voltimum.com.br/files/pdflibrary/energiasolarfotovoltaica.pdf>. Acesso em: 10 out. 2024.

MME (Brasil). Ministério de Minas e Energia (org.). **Brasil avança na renovabilidade das matrizes em 2024, aponta Balanço Energético Nacional:** documento, divulgado pelo ministério de minas e energia e a empresa de pesquisa energética, reforça liderança do país na transição energética, com participação de 88,2% e 50% de renováveis na matriz elétrica e energética, respectivamente.

Documento, divulgado pelo Ministério de Minas e Energia e a Empresa de Pesquisa Energética, reforça liderança do país na transição energética, com participação de 88,2% e 50% de renováveis na matriz elétrica e energética, respectivamente. 2025.

Disponível em:

<https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/brasil-avanca-na-renovabilidade-das-matrizes-em-2024-aponta-balanco-energetico-nacional>. Acesso em: 29 maio 2025.

OLSEN, Natasha. **O que acontece com um painel solar quando termina sua vida útil?** 2020. Disponível em:

<https://www.archdaily.com.br/br/948299/o-que-acontece-com-um-painel-solar-quando-termina-sua-vida-util>. Acesso em: 27 set. 2020.

OTTONELLI, Janaina *et al.* Oportunidades e desafios do setor de energia solar fotovoltaica no Brasil. **Econ**, Fortaleza, v. 52, n. 4, p. 8-26, out. 2021. Disponível em: <https://www.bnb.gov.br/revista/ren/article/view/1199/905>. Acesso em: 27 fev. 2025.

PETROBRAS (Brasil) (org.). **Conheça fontes de energias renováveis, seu papel e exemplos:** energias renováveis, como solar e eólica, são vitais para o futuro sustentável, ofertando alternativas limpas e inesgotáveis.. Energias renováveis, como solar e eólica, são vitais para o futuro sustentável, ofertando alternativas limpas e inesgotáveis.. 2024. Disponível em:

<https://nossaenergia.petrobras.com.br/w/transicao-energetica/conheca-quais-sao-as-fontes-de-energias-renovaveis-seu-papel-e-exemplos-1>. Acesso em: 28 out. 2024.

PETROBRAS (Brasil). **Tudo sobre Transição Energética: o que é, qual a importância:** um guia completo e fácil de entender para você tirar todas as suas dúvidas sobre o que é transição energética e para que ela serve.. Um guia completo e fácil de entender para você tirar todas as suas dúvidas sobre o que é Transição Energética e para que ela serve. 2024. Disponível em:

[https://nossaenergia.petrobras.com.br/w/transicao-energetica/tudo-sobre-transicao-energetica-o-que-e-qual-a-importancia-principais-beneficios-e-mais?gad\\_source=1&g](https://nossaenergia.petrobras.com.br/w/transicao-energetica/tudo-sobre-transicao-energetica-o-que-e-qual-a-importancia-principais-beneficios-e-mais?gad_source=1&g)

clid=CjwKCAiA5pq-BhBuEiwAvkzVZbkN5jgoA5al41Wcr0-Ku5plFdcTHYubwj5gJclHx  
yTzfUj5lzxwThoCWBcQAvD\_BwE. Acesso em: 07 mar. 2025.

SIMIONI, Tassio. **IMPACTO DA TEMPERATURA PARA O APROVEITAMENTO DO POTENCIAL SOLAR FOTOVOLTAICO DO BRASIL**. 2017. 204 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Planejamento Energético, Planejamento Energetico, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

SILVA, Heitor Marques Francelino da; ARAÓJO, Francisco José Costa. Energia solar fotovoltaica no brasil: uma revisão bibliográfica. **Revista Ibero**: Americana de Humanidades, Ciências e Educação-REASE, São Paulo, v. 8, n. 3, p. 859-869, mar. 2022. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/4654/1751>. Acesso em: 05 jan. 2025.

SOUZA, Maria Cecília Idalino de *et al.* Energias Renováveis e suas Alternativas: A Energia Solar na Indústria Brasileira. **Revista Universitária Brasileira**, Recife, v. 1, n. 2, p. 35-49, 10 ago. 2023. Disponível em: <https://unibrarub.com.br/index.php/RUB/article/view/20/15>. Acesso em: 28 out. 2024.  
SOUSA, Rafaela. "**Energia Solar**". *Brasil Escola*. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/energia-solar.htm>. Acesso em 05 de outubro de 2024.