



AUTOMATIZAÇÃO DO PROCESSO DE RESFRIAMENTO E HIGIENIZAÇÃO DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS NO IFRN - CAMPUS NATAL CENTRAL.

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2025.6109

Autores: KÁTIA KELLEN MARTINS DE FRANÇA, FLÁVIA DO NASCIMENTO PEREIRA, LUÍSA FLORÊNCIO DE OLIVEIRA, ANTONIO MARQUES DOS SANTOS, BENTO PEREIRA DA COSTA NETO

Resumo: Este estudo destaca a importância de integrar sistemas de resfriamento e limpeza em usinas fotovoltaicas, trazendo benefícios econômicos e ambientais significativos para o IFRN Natal Central. O uso da água proveniente da condensação dos aparelhos de ar-condicionado para esses fins ilustra uma abordagem sustentável e eficiente na gestão de recursos hídricos e energéticos. Considerações ambientais desempenham um papel crucial na promoção do uso de energias renováveis, como a solar. Neste estudo, é proposto um sistema automatizado para resfriar e limpar painéis solares usando a água proveniente da condensação dos aparelhos de ar condicionado localizada no campus IFRN Natal Central. O intuito é melhorar a eficiência energética dos painéis solares, que pode ser comprometida pelo calor e pela sujeira acumulada. A metodologia inclui a coleta e o armazenamento da água condensada, seguidos por medições térmicas nos painéis e análises da relação entre temperatura e eficiência energética.

Palavras-chave: Resfriamento fotovoltaico, limpeza automatizada, água de condensação.

AUTOMATIZAÇÃO DO PROCESSO DE RESFRIAMENTO E HIGIENIZAÇÃO DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS NO IFRN – CAMPUS NATAL CENTRAL.

INTRODUÇÃO

A conversão de energia solar em eletricidade tem se consolidado como uma alternativa estratégica na diversificação da matriz energética global. Entre as diferentes tecnologias disponíveis, os sistemas fotovoltaicos se destacam por possibilitarem a geração direta de eletricidade a partir da interação da luz solar com materiais semicondutores, um processo conhecido como efeito fotovoltaico. Nesse fenômeno, fótons incidentes sobre células solares promovem a excitação de elétrons, criando uma corrente elétrica utilizável.

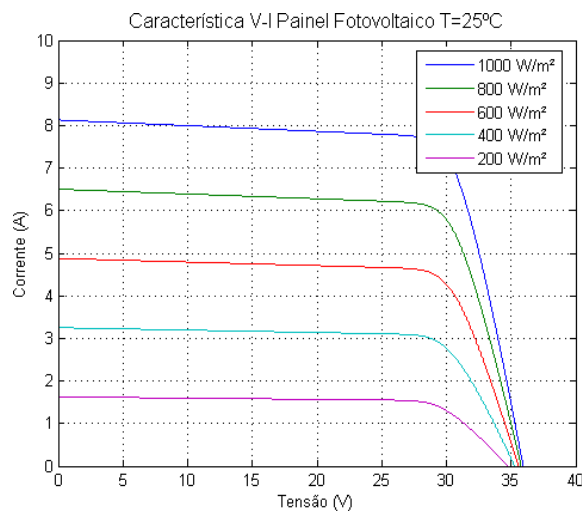
A eficiência desses sistemas depende de diversos fatores, incluindo a qualidade do material fotovoltaico, as condições ambientais e os processos de manutenção. Estudos indicam que a eficiência típica de conversão varia entre 13% e 18%, dependendo das propriedades dos semicondutores e da temperatura operacional do módulo (BENITO, 2011). No entanto, parte da radiação solar absorvida pelos módulos não é convertida em eletricidade, mas dissipada na forma de calor, o que eleva a temperatura das células e reduz sua eficiência elétrica (ABDULGAFAR, 2014).

O impacto térmico sobre as células fotovoltaicas é um dos principais desafios na maximização do desempenho desses sistemas. O aumento da temperatura operacional reduz a tensão de circuito aberto dos módulos, levando a uma perda de potência e, consequentemente, a uma menor eficiência energética. Esse comportamento pode ser analisado por meio das curvas características de tensão-corrente e tensão-potência sob diferentes condições de temperatura, conforme ilustrado nas Figuras 1, 2 e 3.

Diante desse cenário, o desenvolvimento de estratégias para mitigar os efeitos térmicos nas células solares tem se tornado essencial para garantir o desempenho ideal dos sistemas fotovoltaicos. Entre as soluções adotadas destacam-se o uso de materiais semicondutores com maior estabilidade térmica, o emprego de revestimentos seletivos que minimizam o aquecimento excessivo e a integração de sistemas de resfriamento, tanto passivos (como dissipadores de calor e ventilação natural) quanto ativos (como circuitos fluidodinâmicos ou refrigeração termoelétrica).

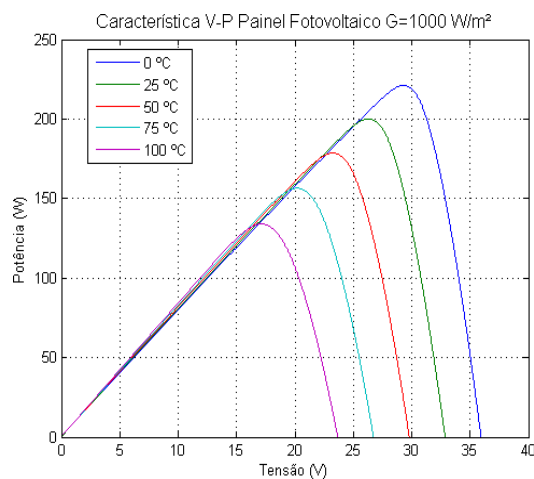
Além disso, pesquisas recentes têm explorado tecnologias híbridas, como os sistemas fotovoltaico-térmicos (PV/T), que possibilitam o aproveitamento simultâneo da energia elétrica e térmica, promovendo maior eficiência global do sistema. Tais abordagens não apenas reduzem os impactos negativos da temperatura sobre o desempenho elétrico, mas também ampliam a sustentabilidade e a viabilidade econômica da geração de energia solar em diversas regiões e aplicações.

Figura 1: Curvas de corrente-Tensão de um painel fotovoltaico a 25°C, sob diferentes níveis de irradiância



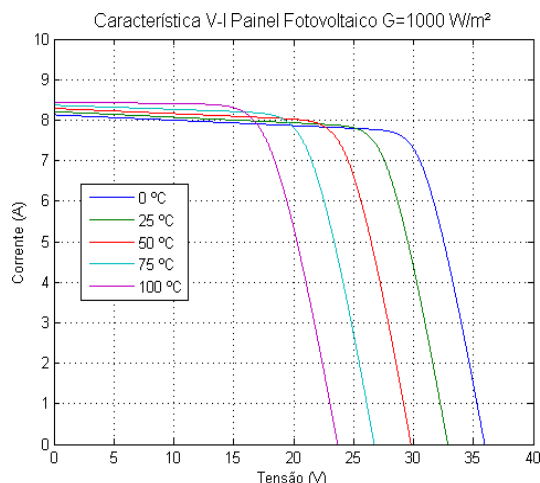
Fonte: : [MENDES, B. E. S.; DOMINGOS, J. L.; ALVES, A. J. Estudos da melhoria da eficiência energética de um sistema de geração fotovoltaica por meio de arrefecimento de painéis solares com água de reuso](#)

Figura 2: Curva Tensão-corrente em diferentes temperaturas (Irradiância de 1000W/m²).



Fonte: : [MENDES, B. E. S.; DOMINGOS, J. L.; ALVES, A. J. Estudos da melhoria da eficiência energética de um sistema de geração fotovoltaica por meio de arrefecimento de painéis solares com água de reuso](#)

Figura 3: Curva tensão-Potência em diferentes temperaturas (irradiância de 1000W/m²).



Fonte: [MENDES, B. E. S.; DOMINGOS, J. L.; ALVES, A. J. Estudos da melhoria da eficiência energética de um sistema de geração fotovoltaica por meio de arrefecimento de painéis solares com água de reuso.](#)

Além da temperatura, outro fator crítico que compromete a eficiência dos módulos fotovoltaicos é a acumulação de sujeira em sua superfície. A deposição de partículas como poeira, cinzas e resíduos orgânicos pode reduzir significativamente a absorção da luz solar, uma vez que essas impurezas atuam como barreiras à incidência da radiação sobre as células fotovoltaicas. A intensidade desse efeito depende das condições ambientais, incluindo precipitação pluviométrica, umidade relativa do ar e velocidade do vento. Em locais com alta deposição de partículas e baixa frequência de chuvas, a eficiência dos módulos pode sofrer perdas expressivas devido ao acúmulo de sujeira.

Esse fenômeno, conhecido como "soiling", pode afetar de maneira ainda mais acentuada determinadas tecnologias fotovoltaicas, como os módulos de filme fino, que apresentam maior sensibilidade à obstrução parcial da superfície ativa. Além disso, a frequência e a complexidade dos procedimentos de limpeza influenciam diretamente os custos de operação e manutenção, especialmente em instalações de grande porte e em áreas remotas.

Diante desses desafios, torna-se essencial a adoção de estratégias que mitiguem os efeitos térmicos e a deposição de partículas nos módulos fotovoltaicos. Métodos de resfriamento têm sido propostos como soluções para minimizar as perdas de eficiência causadas pelo aquecimento excessivo, enquanto sistemas de limpeza contribuem para evitar a degradação da absorção luminosa ao longo do tempo. Tais estratégias devem considerar aspectos técnicos, econômicos e ambientais, a fim de garantir sua viabilidade e sustentabilidade em longo prazo. Nesse contexto, a automatização desses processos se apresenta como uma alternativa promissora para garantir a manutenção da eficiência dos painéis solares de forma contínua e com menor demanda de intervenção manual.

Este trabalho propõe a implementação de um sistema automatizado de resfriamento e higienização dos módulos fotovoltaicos do IFRN – Campus Natal Central, utilizando a água proveniente da condensação dos sistemas de ar-condicionado do campus. Essa abordagem visa não apenas a melhoria do desempenho dos módulos solares, mas também a utilização sustentável de recursos hídricos, reduzindo custos operacionais e promovendo maior eficiência energética de forma sistemática e otimizada. Além disso, espera-se que a solução proposta contribua para a construção de uma cultura institucional voltada à

eficiência energética, integrando práticas sustentáveis com ações pedagógicas e de pesquisa no contexto da educação profissional e tecnológica.

OBJETIVO

Desenvolver e implementar um sistema automatizado de resfriamento e higienização de módulos fotovoltaicos, utilizando jateamento de água proveniente da condensação de sistemas de ar-condicionado, com o objetivo de mitigar as perdas de eficiência associadas ao acúmulo de sujeira e ao aumento da temperatura operacional. O sistema proposto será projetado para otimizar a conversão de energia solar em eletricidade, reduzindo os impactos térmicos e melhorando a absorção da radiação solar incidente, contribuindo para o desempenho e a longevidade da usina fotovoltaica do IFRN – Campus Natal Central.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Dimensionar o sistema de captação e armazenamento da água condensada proveniente dos sistemas de climatização do setor de Indústria (DIACIN) do IFRN – Campus Natal Central, considerando a vazão disponível, a demanda hídrica do sistema e a eficiência na reutilização desse recurso no processo de resfriamento e higienização dos módulos fotovoltaicos.
- Monitorar a evolução térmica dos módulos fotovoltaicos ao longo do ciclo diário de operação, por meio de medições com câmera termográfica (especificar marca e modelo) e análise dos dados fornecidos pelo sistema de monitoramento da usina fotovoltaica, a fim de caracterizar o impacto das variações térmicas na conversão fotovoltaica de energia.
- Analisar a correlação entre a temperatura dos módulos fotovoltaicos e a eficiência energética da usina, avaliando a influência das condições ambientais e da deposição de partículas na superfície dos painéis sobre o desempenho elétrico do sistema.
- Projetar o sistema de controle automatizado para acionamento do resfriamento e higienização dos módulos fotovoltaicos, especificando os critérios de operação com base em parâmetros térmicos, controle de nível de água e acionamento programado por temporização, visando otimizar a eficiência do processo e minimizar o consumo de recursos.
- Realizar um estudo de viabilidade técnica e econômica para a implementação do sistema automatizado, considerando o dimensionamento dos componentes necessários, os custos de instalação e operação, além da estimativa do retorno energético e econômico proporcionado pela melhoria da eficiência da usina fotovoltaica.

JUSTIFICATIVA

A crescente demanda por energia elétrica no Campus Natal Central do IFRN exige soluções sustentáveis que promovam maior eficiência energética e reduzam o desperdício de recursos. Nesse contexto, os sistemas fotovoltaicos desempenham um papel essencial na diversificação da matriz energética, fornecendo uma alternativa limpa e renovável para suprir parte do consumo elétrico da instituição.

Atualmente, o campus conta com uma usina fotovoltaica composta por 1.035 módulos solares, distribuídos entre diferentes fabricantes e potências, totalizando 290,78 kWp de potência instalada. A geração média mensal estimada é de 35,32 MWh, sendo

convertida e injetada na rede por meio de um conjunto de 38 inversores de diferentes capacidades.

Essa estrutura permite uma contribuição significativa para a redução do consumo de energia da concessionária, promovendo economia financeira e ambiental para a instituição. Entretanto, a eficiência de conversão dos módulos fotovoltaicos é diretamente influenciada pela temperatura de operação das células solares. Quando a temperatura dos módulos aumenta, a tensão de circuito aberto diminui, resultando em perdas significativas de eficiência. Estudos indicam que, para cada aumento de 1°C na temperatura da célula fotovoltaica, há uma redução na eficiência de aproximadamente 0,5% (OLIVEIRA, 2017). Assim, em regiões de alta insolação, onde as temperaturas dos módulos podem ultrapassar 60°C, as perdas energéticas podem se tornar expressivas, comprometendo a produção de energia elétrica.

Esse impacto térmico pode ser agravado em superfícies sem ventilação adequada, especialmente quando os módulos estão instalados em telhados com baixa circulação de ar ou sem dispositivos de resfriamento. Além do efeito térmico, a presença de partículas de poeira, cinzas e outros contaminantes sobre os módulos reduz a absorção da irradiância solar, atuando como uma barreira para a conversão fotovoltaica e impactando negativamente a geração de energia. A limpeza periódica dos módulos é fundamental para mitigar essa perda, mas métodos convencionais exigem grandes volumes de água e mão de obra, aumentando os custos operacionais.

Nesse cenário, a implementação de sistemas automatizados de monitoramento e manutenção, incluindo sensores de temperatura e acúmulo de sujeira, pode otimizar a gestão da usina fotovoltaica. Tais sistemas permitem identificar em tempo real as condições críticas de operação, acionando procedimentos corretivos de forma inteligente e econômica.

Além disso, a integração dessas soluções com práticas pedagógicas do IFRN pode fortalecer a formação técnica e científica dos estudantes, ao mesmo tempo em que se promove a sustentabilidade institucional.

Diante desse cenário, este projeto propõe o desenvolvimento de um sistema automatizado de resfriamento e limpeza dos módulos fotovoltaicos, utilizando a água condensada proveniente dos aparelhos de ar-condicionado do campus. Essa água, normalmente descartada, apresenta características ideais para esse uso, pois:

- Possui temperatura inferior à do ambiente, favorecendo a dissipação térmica dos módulos e reduzindo suas temperaturas operacionais.
- É quimicamente pura e livre de sais minerais, o que evita a formação de incrustações nos painéis solares e preserva sua durabilidade.
- Possui propriedades similares à água destilada, tornando-a um recurso adequado para a higienização das superfícies sem comprometer a integridade dos materiais.

A aplicação desse método de resfriamento ativo pode resultar em um aumento de eficiência da conversão de energia da ordem de 10% a 15%, conforme demonstrado por Cazzaniga et al. (2017). No entanto, um dos desafios dessa abordagem é a demanda hídrica do sistema, uma vez que cada módulo pode requerer entre 1 a 2 litros de água por minuto, o que implicaria no consumo de 100 m³ para o resfriamento de 1.000 módulos durante uma hora. Esse volume, se não for adequadamente gerido, pode comprometer a sustentabilidade hídrica da instituição, especialmente em períodos de escassez.

Por outro lado, estudos sobre reaproveitamento da água condensada indicam que um aparelho de ar-condicionado de 12.000 BTU pode produzir aproximadamente 1 litro de água por hora. Em um edifício com 100 unidades, a captação diária pode ultrapassar 2.400 litros, demonstrando um potencial significativo para a reutilização desse recurso (PRESTRELO, 2022).

Essa água, em geral descartada, representa uma fonte alternativa viável, limpa e constante, podendo ser integrada de forma inteligente aos sistemas fotovoltaicos por meio de infraestrutura simples de coleta e armazenamento. Portanto, a implementação desse sistema não apenas contribui para a sustentabilidade e eficiência energética do campus, mas também apresenta viabilidade técnica e econômica, aproveitando um recurso hídrico subutilizado para mitigar perdas energéticas na usina fotovoltaica.

A proposta também estimula o desenvolvimento de soluções sustentáveis de baixo custo, fomentando a cultura de inovação e a formação de estudantes em áreas estratégicas como energias renováveis, automação e gestão ambiental. Ao integrar um controle automatizado para resfriamento e limpeza das placas solares, com sensores de temperatura e fluxo hídrico, o projeto propõe uma solução inovadora, escalável e alinhada com as diretrizes de eficiência energética, redução de desperdícios e otimização do desempenho dos sistemas fotovoltaicos.

Além disso, essa iniciativa está em consonância com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente os relacionados à energia limpa e acessível (ODS 7), consumo e produção responsáveis (ODS 12) e combate às mudanças climáticas (ODS 13).

METODOLOGIA

A metodologia deste estudo consiste em uma abordagem experimental e analítica para o desenvolvimento de um sistema automatizado de resfriamento e limpeza das placas fotovoltaicas, utilizando a água condensada dos condicionadores de ar instalados no Diretoria Acadêmica de Indústria (DIACIN) do IFRN Natal-Central. Inicialmente, será realizada a identificação e catalogação de todos os condicionadores de ar presentes no setor, coletando dados técnicos, como capacidade de refrigeração e volume médio de condensação de água por unidade. Essa etapa permitirá a estimativa da quantidade total de água disponível para o sistema, garantindo um dimensionamento preciso dos reservatórios de armazenamento.

Também serão mapeados os pontos de drenagem e possíveis adaptações estruturais necessárias para a captação eficiente da água condensada. A quantificação da água condensada será realizada por meio de medições diretas ao longo de um período representativo, considerando variações sazonais e operacionais dos equipamentos. Os valores médios obtidos permitirão definir a capacidade necessária dos reservatórios, bem como a escolha de materiais adequados para sua construção, levando em consideração aspectos como durabilidade, resistência térmica e compatibilidade com o sistema de bombeamento.

Será considerada, ainda, a possibilidade de reutilização de materiais recicláveis, contribuindo com práticas sustentáveis e redução de custos. Paralelamente, será conduzida uma análise detalhada da variação térmica das placas fotovoltaicas ao longo do dia. Utilizando uma câmera térmica de alta precisão (modelo a ser definido), serão registradas as temperaturas superficiais dos módulos em diferentes horários, associando esses valores às condições climáticas e à irradiância solar incidente. Esses dados serão comparados com as informações extraídas do sistema de monitoramento da usina fotovoltaica, permitindo correlacionar o aquecimento das placas com variações na eficiência energética do sistema.

Essa etapa também fornecerá subsídios para a modelagem térmica do comportamento dos módulos, auxiliando na previsão de desempenho em diferentes condições ambientais.

A implementação do sistema de resfriamento será realizada com base nas correlações estabelecidas entre temperatura e eficiência dos módulos fotovoltaicos. Sensores de temperatura serão instalados para monitoramento contínuo, fornecendo dados em tempo real para um sistema automatizado de controle. Além disso, sensores de nível serão empregados nos reservatórios para garantir um gerenciamento eficiente da água armazenada, evitando transbordamentos ou déficits de suprimento. O sistema de controle será desenvolvido com base em dois possíveis métodos: acionamento por temperatura, em que a pulverização será ativada quando os módulos atingirem um limiar térmico crítico, ou acionamento por temporização, no qual a frequência do resfriamento será programada com base em padrões estabelecidos durante a fase experimental. Será avaliada a viabilidade de integração do sistema com plataformas IoT (Internet das Coisas), permitindo o controle remoto e a análise dos dados via interface web ou aplicativo. Além disso, será previsto um modo manual de operação, garantindo o funcionamento mesmo em situações de falha na automação.

Para viabilizar a implementação do sistema, será realizada uma análise de custo detalhada, incluindo a listagem dos materiais e equipamentos necessários, estimativa de despesas com instalação e mão de obra, e previsão de eventuais custos adicionais. Esses dados serão consolidados em um relatório técnico, que também apresentará um cronograma detalhado para a execução do projeto, garantindo que todas as etapas sejam cumpridas de maneira estruturada e eficiente.

Também serão propostas estratégias de manutenção preventiva e corretiva, assegurando a longevidade e a confiabilidade do sistema ao longo do tempo. Dessa forma, a metodologia proposta não apenas assegura a viabilidade técnica do sistema, como também possibilita uma análise quantitativa do impacto da estratégia de resfriamento na eficiência da usina fotovoltaica, fundamentando cientificamente a importância da implementação dessa tecnologia no contexto do IFRN Natal-Central.

Adicionalmente, o projeto poderá servir como base para aplicações futuras em outros setores da instituição ou em contextos semelhantes, favorecendo a replicabilidade e incentivando a inovação tecnológica no ambiente educacional.

CONCLUSÃO

A elevação da temperatura operacional das placas fotovoltaicas e o acúmulo de partículas poluentes na superfície dos módulos são fatores amplamente documentados na literatura científica como responsáveis pela redução da eficiência na conversão de energia solar. Diante desse contexto, este estudo investigou a viabilidade da reutilização da água proveniente da condensação dos aparelhos de ar-condicionado como um meio sustentável e eficiente para mitigar esses efeitos adversos.

A água condensada, caracterizada por sua baixa concentração de sais minerais e impurezas, é frequentemente desperdiçada e, quando descartada de forma inadequada, pode impactar negativamente o solo. Ao ser reaproveitada no resfriamento e limpeza das placas fotovoltaicas por meio de um sistema automatizado de jateamento, essa água possibilita a redução da temperatura dos módulos e a remoção de sujeiras superficiais, resultando em um aumento do rendimento energético do sistema.

Além disso, o uso dessa água contribui para a redução da demanda por água potável nos processos de manutenção, promovendo práticas mais responsáveis e ambientalmente conscientes no gerenciamento dos recursos hídricos do campus.

O projeto apresentou dados preliminares acerca do dimensionamento e construção do protótipo, que se encontra em desenvolvimento. A conclusão dessa etapa permitirá a comprovação experimental dos dados teóricos levantados, possibilitando análises mais

aprofundadas sobre a eficiência do sistema proposto. O protótipo foi concebido com base em critérios de baixo custo, facilidade de instalação e integração com a estrutura já existente da usina fotovoltaica, o que amplia sua aplicabilidade em outros contextos institucionais e residenciais. Além disso, espera-se que os resultados obtidos possam ser validados por meio de testes contínuos, subsidiando futuras publicações científicas e apresentações em eventos acadêmicos.

Esses testes incluirão medições comparativas de desempenho energético antes e depois da aplicação do sistema, levando em consideração variáveis como temperatura, irradiância, umidade relativa e níveis de sujeira. Os achados deste estudo indicam que a implementação de um sistema automatizado de resfriamento e limpeza baseado no reuso da água condensada representa uma alternativa viável e sustentável para a otimização do desempenho das placas fotovoltaicas, alinhando-se às diretrizes de eficiência energética e preservação dos recursos hídricos.

Adicionalmente, a proposta reforça o compromisso do IFRN com a inovação tecnológica e a sustentabilidade ambiental, estimulando a articulação entre pesquisa aplicada, ensino técnico e responsabilidade socioambiental.

RESULTADOS ESPERADOS

O presente projeto tem como expectativa a comprovação da viabilidade técnica e funcional de um sistema automatizado de resfriamento e higienização de módulos fotovoltaicos, utilizando a água proveniente da condensação dos aparelhos de ar-condicionado do IFRN – Campus Natal-Central. Com a implementação do sistema proposto, espera-se uma redução significativa da temperatura média dos módulos fotovoltaicos durante os períodos de maior incidência solar, o que contribuirá diretamente para o aumento da eficiência na conversão de energia. Espera-se que a solução proposta contribua diretamente para a mitigação dos efeitos térmicos e da sujeira superficial, promovendo um aumento significativo na eficiência energética dos módulos solares, com ganhos estimados entre 10% e 15% na conversão fotovoltaica, a depender das condições ambientais e da frequência do resfriamento, conforme indicam estudos correlatos.

Além da redução térmica, a higienização periódica das superfícies dos painéis, promovida pelo jateamento automatizado com água condensada, tende a minimizar o acúmulo de sujeira, favorecendo o desempenho energético e prolongando a vida útil dos equipamentos. Além da melhoria no desempenho energético, espera-se promover o uso racional dos recursos hídricos, com a reutilização de um subproduto comumente descartado — a água condensada —, reforçando práticas sustentáveis no ambiente institucional. Essa ação representa uma medida concreta de sustentabilidade, promovendo o uso racional de recursos hídricos e incentivando práticas ambientais responsáveis no âmbito institucional. O sistema desenvolvido será projetado com foco na automação, visando a redução da intervenção manual e a minimização dos custos operacionais com manutenção de usinas fotovoltaicas.

Espera-se, ainda, uma redução nos custos operacionais relacionados à manutenção manual dos módulos, uma vez que o sistema automatizado poderá operar com autonomia, requerendo apenas inspeções periódicas.

Do ponto de vista pedagógico e institucional, o projeto poderá fortalecer a cultura de inovação e sustentabilidade no IFRN – Campus Natal-Central, além de oferecer oportunidades de aprendizagem prática para estudantes e servidores envolvidos. Como parte dos resultados acadêmicos e de impacto institucional, os autores pretendem submeter os achados do projeto a um evento científico ou revista da área de Energias Renováveis e Eficiência Energética, com o objetivo de divulgar os dados obtidos, fomentar o debate



técnico e fortalecer a produção científica do IFRN. Essa etapa será essencial para validar a metodologia aplicada, dar visibilidade ao desenvolvimento tecnológico promovido na instituição e contribuir com a comunidade científica e profissional da Engenharia.

Por fim, os resultados obtidos servirão de base para futuras otimizações do sistema proposto e poderão ser replicados em outras unidades do IFRN ou em instituições públicas com usinas fotovoltaicas similares, ampliando o alcance dos benefícios técnicos, econômicos e ambientais da pesquisa. Dessa forma, contribuirão também para o aprimoramento das políticas de eficiência energética em nível institucional.

REFERÊNCIAS

CAZZANIGA, R.; DELLA, M.; CACCAVO, D.; PONTORIERO, A.; ROSSI, D.; TURRI, S. Performance enhancement of PV panels through passive cooling. Applied Energy, v. 192, p. 194-204, 2017.

FORTES, Pedro Dattrino; JARDIM, Patrick W. Cotrim F. P. M. G. FERNANDES, Juliana Gonçalves. Aproveitamento de água proveniente de aparelhos de ar condicionado. Disponível em: <https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos15/37822430.pdf>. Acesso em: 23 jul. 2024.

JURINIC, Francesco; PALACIOS-FELIX, Jorge Luis; CASSOL, Fabiano; JURINIC, Carla Kornowski. Estudo para melhoria na performance e eficiência de placas fotovoltaicas através de um sistema de resfriamento. Disponível em: https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/gestao_ambiental/article/download/8771/7807/33232.

MENDES, B. E. S.; DOMINGOS, J. L.; ALVES, A. J. Estudos da melhoria da eficiência energética de um sistema de geração fotovoltaica por meio de arrefecimento de painéis solares com água de reuso. Disponível em: https://www.peteletricaufu.com.br/static/ceel/artigos/artigo_566.pdf.

NE10. Ar-condicionado, reaproveitamento de água. Disponível em: <http://noticias.ne10.uol.com.br>.

OLIVEIRA, A. L. Estudo teórico sobre o desenvolvimento de tecnologias de resfriamento para módulos fotovoltaicos. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, 2017.

OLIVEIRA, Andressa Lopes. Estudo teórico sobre o desenvolvimento de tecnologias de resfriamento para módulos fotovoltaicos. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstreams/6d6b6a59-0667-4e70-8c8d-24cac5f51ad6/download>.

VIEIRA JUNIOR, Afrânio Alves. Impacto da limpeza de painéis fotovoltaicos para melhor produtividade. Disponível em: <https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/bitstream/123456789/3228/1/IMPACTO%20DA%20LIMPEZA%20DE%20PAIN%20C3%89IS%20FOTOVOLTAICOS%20PARA%20MELHOR%20PRODUTIVIDADE.pdf>.



ABSTRACT

Environmental considerations play a crucial role in promoting the use of renewable energy sources such as solar power. This study proposes an automated system for cooling and cleaning solar panels using water from the condensation of air conditioning units located on the IFRN Natal Central campus. The aim is to improve the energy efficiency of solar panels, which can be compromised by heat and accumulated dirt. The methodology includes collecting and storing the condensed water, followed by thermal measurements on the panels and analyses of the relationship between temperature and energy efficiency. This automated system is activated when the panels reach a specific temperature, ensuring their cooling and, consequently, their cleaning. The proposal is both innovative and relevant, presenting a practical solution to optimize the campus's energy efficiency while promoting sustainability by reusing water that would otherwise be discarded. This study highlights the importance of integrating cooling and cleaning systems into photovoltaic plants, bringing significant economic and environmental benefits to IFRN Natal Central. The use of water from air conditioner condensation for these purposes illustrates a sustainable and efficient approach to water and energy resource management.

Keywords: photovoltaic cooling, automated cleaning, condensation water.

