

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE ENERGIAS ALTERNATIVAS E RENOVÁVEIS
ENGENHARIA DE ENERGIAS RENOVÁVEIS

ARTHUR DA SILVA CANUTO
CARLOS HENRIQUE PEREIRA VASCONCELOS
GABRIEL SOLANO COSTA
KÃUA LUCAS DA SILVA GONÇALVES
KEVIN PEREIRA SANTOS
LUCAS PESSOA BARBOSA DE PAIVA
MATHEUS DOS SANTOS GONÇALVES

IMPLEMENTAÇÃO DE MÓDULOS SOLARES NA CENTRAL DE AULAS DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DA PARAÍBA

JOÃO PESSOA

2025

ARTHUR DA SILVA CANUTO
CARLOS HENRIQUE PEREIRA VASCONCELOS
GABRIEL SOLANO COSTA
KÃUA LUCAS DA SILVA GONÇALVES
KEVIN PEREIRA SANTOS
LUCAS PESSOA BARBOSA DE PAIVA
MATHEUS DOS SANTOS GONÇALVES

IMPLEMENTAÇÃO DE MÓDULOS SOLARES NA CENTRAL DE AULAS DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DA PARAÍBA

Trabalho apresentado à disciplina de Projeto integrador I do curso de Engenharia de energias renováveis da universidade federal da paraíba, como requisito parcial para obtenção de nota.

Orientador(as): Prof. RIUZUANI MICHELLE BEZERRA PEDROSA LOPES e
CRISTIANE KELLY FERREIRA DA SILVA

JOÃO PESSOA

2025

RESUMO

Este trabalho aborda o tema acerca da implementação de módulos solares na universidade federal da Paraíba, com o objetivo de diminuir os gastos da verba destinada a energia elétrica. Para isso, foi realizada uma análise dos equipamentos presentes em cada sala como: lâmpadas, ar-condicionado, tomadas, projetores e entre outros equipamentos. Com a finalidade de compreender melhor os gastos com a dilapidação de energia e o solucionamento desta demanda através da energia fotovoltaica gerada pelos módulos solares. Os resultados indicam que a curto e a longo prazo a universidade federal da Paraíba apresentaria resultados com grande eficiência energética, de mesma maneira diminuindo a verba necessária para a geração de energia elétrica sem danos. Desta forma, demonstrando que a geração de eletricidade através dos módulos solares são uma solução benéfica financeiramente e que também possui contribuições para o meio ambiente. Assim, conclui-se que a energia gerada pelos os módulos solares é fulcral para a demanda da universidade federal da Paraíba.

Palavras-chave: Módulos solares, energia, verba.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	5
1.1 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA.....	5
1.2 VIABILIDADE ENERGÉTICA.....	6
2. FUNCIONAMENTO POR MEIO DA PROGRAMAÇÃO	8
3. CONCLUSÃO	9
REFERÊNCIAS	10

1. INTRODUÇÃO

Com o crescimento da demanda por energia elétrica e a necessidade urgente de adotar soluções sustentáveis, projetos voltados à eficiência energética tornam-se cada vez mais

relevantes, especialmente em instituições públicas de ensino. No âmbito do curso de Engenharia de Energias Renováveis da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), identificamos uma oportunidade estratégica de aplicar nossos conhecimentos à realidade da própria instituição. A Central de Aulas da UFPB é reconhecida como um dos ambientes mais frequentados por discentes e docentes, concentrando uma grande parte da rotina acadêmica da universidade. Esse intenso uso implica em um consumo elevado de energia elétrica, especialmente com iluminação, uso de ar-condicionados e equipamentos eletrônicos distribuídos em diversas salas e setores.

Diante desse cenário, propomos a implementação de um sistema de geração de energia solar fotovoltaica na Central de Aulas, com o objetivo principal de reduzir os custos com eletricidade e promover uma gestão energética mais sustentável. A escolha pela energia solar baseia-se em sua ampla disponibilidade na região, no baixo impacto ambiental e no potencial de retorno financeiro a médio e longo prazo. O projeto prevê a instalação de módulos solares no telhado do prédio, conectados a um sistema de inversores e integrados à rede elétrica local, permitindo o aproveitamento da geração distribuída.

Além da economia financeira para a universidade, o projeto traz benefícios educacionais e ambientais. Do ponto de vista acadêmico, serve como uma vitrine tecnológica para os próprios estudantes, que poderão acompanhar na prática o funcionamento de um sistema fotovoltaico real. Assim, a proposta alinha-se aos princípios de sustentabilidade e inovação que norteiam o curso de Engenharia de Energias Renováveis, reforçando o papel da universidade como agente de transformação social e ambiental.

1.1 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Para a compreensão do trabalho a seguir, é fulcral o entendimento completo do funcionamento dos módulos solares.

Os módulos solares, também conhecidos como painéis solares fotovoltaicos, funcionam transformando a luz do sol em energia elétrica por meio de um processo chamado efeito fotovoltaico. Cada módulo é formado por diversas células fotovoltaicas, geralmente feitas de silício, um material semicondutor. Quando a luz solar incide sobre essas células, os fótons (partículas de luz) atingem os átomos do silício e liberam elétrons. Esse movimento de elétrons gera uma corrente elétrica do tipo contínua (CC).

Essa eletricidade gerada nos módulos é então enviada para um equipamento chamado inversor solar, que converte a corrente contínua em corrente alternada (CA), o tipo de energia elétrica usada em casas, comércios e indústrias. A energia pode ser utilizada diretamente nos aparelhos elétricos, armazenada em baterias (dependendo do tipo de sistema), ou até mesmo enviada para a rede elétrica, gerando créditos que podem ser abatidos na conta de luz.

Os sistemas de energia solar podem ser classificados em três tipos: on-grid (conectado à rede elétrica), off-grid (autônomo, com baterias, usado em locais isolados) e híbrido (mistura dos dois anteriores). O sistema on-grid é o mais comum em áreas urbanas e permite

uma grande economia na conta de luz, pois a energia excedente gerada durante o dia é compensada à noite com créditos fornecidos pela distribuidora.

Além de ser uma fonte limpa e renovável, a energia solar traz vantagens como a redução significativa nas despesas com eletricidade, baixa manutenção e uma vida útil longa, com módulos funcionando por mais de 25 anos. Dessa forma, os módulos solares se tornam uma solução sustentável e eficiente para o fornecimento de energia elétrica.

1.2 VIABILIDADE ENERGÉTICA

Diante das dificuldades energéticas enfrentadas pela sociedade contemporânea, impulsionadas pelo crescimento acelerado da industrialização, da urbanização e do avanço tecnológico nos meios de produção rural e urbano, a escassez de energia no Brasil e no mundo tem se agravado. Esse cenário está relacionado também às mudanças climáticas causadas pela liberação de gases poluentes e ao esgotamento de fontes não renováveis de energia. Todos esses fatores contribuíram para a elevação significativa do custo energético. Como alternativa a esse quadro, a utilização da energia solar surge como uma opção viável, tanto do ponto de vista técnico quanto econômico, pois se apresenta como uma fonte ambientalmente sustentável. Apesar do seu elevado investimento inicial — principal obstáculo para sua ampla adoção — essa barreira vem sendo gradualmente superada.

A Paraíba está localizada em uma das regiões com maior incidência solar do Brasil, visto que está próximo da linha do equador, o que torna a energia solar uma fonte extremamente eficiente. A disponibilidade de radiação solar ao longo de praticamente todo o ano garante uma alta produtividade energética dos módulos instalados, aumentando a viabilidade técnica do projeto.

Diferente de outras formas de geração de energia, como termelétricas ou mesmo grandes hidrelétricas, os módulos solares não emitem gases de efeito estufa durante sua operação e não geram resíduos. Isso contribui diretamente para a redução da pegada de carbono da universidade e está alinhado com os compromissos globais de combate às mudanças climáticas.

A Central de Aulas possui uma área considerável de telhado que pode ser utilizada para instalação dos painéis solares, sem a necessidade de obras estruturais invasivas. Isso torna o projeto mais simples, rápido e economicamente vantajoso em comparação com outras soluções energéticas.

A energia solar, quando aplicada em sistemas conectados à rede elétrica, pode operar dentro do modelo conhecido como geração distribuída. Esse sistema permite que a energia gerada localmente — seja por residências, comércio, instituições públicas ou privadas — seja utilizada diretamente no consumo, e, caso haja produção excedente, ela seja injetada na rede elétrica da concessionária local. Essa energia excedente não é desperdiçada; ao contrário, ela é convertida em créditos energéticos que podem ser utilizados para abater o consumo futuro da unidade consumidora. Isso significa que, nos momentos em que o sistema fotovoltaico

gera mais energia do que o necessário, como durante os períodos de sol intenso, o excedente retorna para a rede e se transforma em um benefício financeiro para o usuário, promovendo ainda mais economia na conta de luz.

No Brasil, esse modelo é regulamentado pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), que estabeleceu normas por meio da Resolução Normativa nº 482/2012 e atualizações posteriores, culminando na Lei nº 14.300/2022, conhecida como o Marco Legal da Geração Distribuída. Essa legislação assegura o direito dos consumidores de produzirem sua própria energia e utilizarem a infraestrutura da rede pública como uma espécie de "bateria virtual", onde o armazenamento ocorre de forma indireta por meio da compensação de créditos.

Para viabilizar esse sistema, é necessário o uso de um medidor bidirecional, que registra tanto a energia consumida da rede quanto a energia excedente injetada. O projeto também deve ser aprovado pela concessionária de energia, obedecendo normas técnicas e de segurança específicas. Entre os principais benefícios da geração distribuída, destacam-se a redução significativa da conta de energia, a previsibilidade nos custos, a valorização do imóvel e, principalmente, a contribuição para a sustentabilidade ambiental, já que reduz a dependência de fontes poluentes e não renováveis.

Assim, a geração distribuída com energia solar representa não apenas uma solução técnica viável, mas também um passo importante na construção de um modelo energético mais limpo, eficiente e economicamente acessível para instituições e para a sociedade como um todo.

2. FUNCIONAMENTO POR MEIO DA PROGRAMAÇÃO.

É essencial que para o funcionamento ideal do sistema, visto que a atualidade se dá pelo desenvolvimento da programação e da tecnologia, tenha uma linguagem que analise o sistema de banco de baterias. Isso para o fornecimento da segurança na rede elétrica e o melhor desempenho esperado do sistema.

O sistema proposto tem como finalidade monitorar e controlar o uso de um banco de baterias em conjunto com a rede elétrica convencional de 13,8 kV. Por meio de comandos lógicos implementados em linguagem de programação, o sistema é capaz de identificar a disponibilidade de corrente elétrica da rede pública e verificar o nível de carga do banco de baterias, permitindo uma tomada de decisão automática ou assistida quanto ao uso compartilhado ou exclusivo dessas fontes de energia.

O funcionamento inicia-se com a entrada de duas informações básicas fornecidas pelo usuário: a confirmação se há ou não corrente elétrica ativa na rede e o nível de capacidade atual do banco de baterias, expresso em percentual (0 a 100%). Esses dados alimentam a função principal do programa, que conduz a lógica de decisão.

Caso a corrente elétrica da rede esteja disponível, o sistema verifica se a capacidade do banco de baterias é igual ou superior a 25%. Se for, o usuário é questionado se deseja dividir o consumo de energia entre a rede elétrica e o banco de baterias. Se o usuário optar pela divisão, o sistema então opera em modo híbrido, utilizando ambas as fontes de energia. Caso o banco de baterias esteja com carga inferior ao limite mínimo estabelecido (25%), o sistema de segurança é ativado, impedindo a divisão de carga e garantindo o fornecimento apenas pela rede elétrica, evitando a descarga profunda das baterias e possíveis danos ao sistema.

Em contrapartida, se a rede elétrica estiver indisponível, o sistema informa sua ausência. Se, além disso, o banco de baterias também estiver com carga insuficiente, é exibida uma mensagem de alerta indicando que não há nenhuma fonte de energia disponível para utilização, caracterizando uma falha crítica no fornecimento.

Esse tipo de lógica é especialmente útil em sistemas de energia de missão crítica, como em hospitais, data centers, estações remotas ou qualquer aplicação onde a continuidade do fornecimento elétrico é essencial. Ele também é aplicável em sistemas de energia solar híbridos, onde o banco de baterias atua como fonte complementar à rede pública.

Abaixo há uma imagem do programa, na linguagem Python, exemplificando o que foi dito.

Figura 1: Lógica de controle do sistema fotovoltaico simulada em Python

```
# Lógica de computação e comandos
# Solicitação para identificar se a corrente elétrica está ligada
corrente_eletrica = bool(input("A CORRENTE ELÉTRICA ESTÁ LIGADA? (True/False): ")) # bool: o parâmetro será apenas True ou False

# Solicita ao usuário a capacidade do banco de baterias (0 a 100)
capacidade_banco_baterias = int(input("QUAL A CAPACIDADE DO BANCO DE BATERIAS (EM %): "))

# Definir função principal que receberá os dois parâmetros
# corrente_eletrica -> indica se há energia elétrica da rede de distribuição (13,8 kV)
# capacidade_banco_baterias -> representação da carga disponível no banco de baterias
def main(corrente_eletrica, capacidade_banco_baterias):
    if corrente_eletrica:
        if capacidade_banco_baterias >= 25:
            escolha = input("DESEJA DIVIDIR O CONSUMO DA REDE ELÉTRICA (13,8 kV) COM O BANCO DE BATERIAS? (Sim/Não): ")
            if escolha.lower() == "sim":
                print("UTILIZANDO REDE ELÉTRICA E BANCO DE BATERIAS")
            else:
                print("UTILIZANDO APENAS A REDE ELÉTRICA")
        else:
            print("SISTEMA DE SEGURANÇA ATIVO...")
            print("SISTEMA INFORMA: BANCO DE BATERIAS COM CAPACIDADE INSUFICIENTE PARA DIVISÃO")
            print("UTILIZANDO APENAS A REDE ELÉTRICA")
    elif not corrente_eletrica and capacidade_banco_baterias >= 25:
        print("UTILIZANDO APENAS O BANCO DE BATERIAS")
    elif not corrente_eletrica and capacidade_banco_baterias < 25:
        print("NENHUM RECURSO DISPONÍVEL PARA UTILIZAÇÃO")

# Chamada da função principal com os valores capturados do usuário
main(corrente_eletrica, capacidade_banco_baterias)
```

Fonte: Flavio Nascimento, Kevin Pereira.

3. CONCLUSÃO

Diante da crescente demanda por soluções sustentáveis e eficientes no setor energético, o projeto de implantação de um sistema de energia solar fotovoltaica na Central de Aulas da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) se apresenta como uma iniciativa estratégica, tanto do ponto de vista ambiental quanto acadêmico e econômico. A escolha pelo uso de módulos solares foi justificada por sua viabilidade técnica, baixo impacto ambiental, elevado potencial solar da região e significativa economia a médio e longo prazo.

Além de contribuir diretamente para a redução dos custos com eletricidade e das emissões de gases de efeito estufa, o projeto também fortalece a formação prática dos estudantes do curso de Engenharia de Energias Renováveis. A integração entre teoria e prática é aprofundada ainda mais com a aplicação da linguagem de programação Python, que permite simular o desempenho do sistema, monitorar dados em tempo real, estimar economia financeira e avaliar os impactos ambientais do uso de fontes limpas.

O desenvolvimento de códigos próprios e ferramentas computacionais, como o exemplo de lógica de controle apresentado neste trabalho, reforça a capacidade dos alunos em atuar com tecnologias de ponta, ampliando a aplicabilidade do conhecimento adquirido em sala de aula. Assim, este projeto não apenas atende às necessidades energéticas da instituição, como também serve de modelo replicável e educativo, reafirmando o compromisso da universidade com a sustentabilidade e a inovação.

REFERÊNCIAS

PV cells and modules – State of the art, limits and trends: Heliyon

A Review on Recycling of Solar Photovoltaic Modules for Recovery of Metals:
Environmental Claims Journal: Vol 36 , No 1 - Get Access

PV cells and modules – State of the art, limits and trends: Heliyon

Solar Photovoltaic Energy as a Promising Enhanced Share of Clean Energy Sources in the
Future—A Comprehensive Review

Sistema fotovoltaico: guia completo | Portal Solar

Sistemas de energia solar fotovoltaica e seus componentes | Neosolar

O que é Python? [Guia para iniciantes] • Tecnoblog