

Colégio Técnico De Campinas - Unicamp - COTUCA

**Análise da Capacidade e Aproveitamento de Geração Fotovoltaica
em Áreas Urbanas Centrais de Campinas**

Campinas, SP

2025



Leonardo Colombo

Renan Paulo Santos

Pedro Policano Falsetti

Heloisa Helena Muller

**Análise da Capacidade e Aproveitamento de Geração Fotovoltaica
em Áreas Urbanas Centrais de Campinas**

Relatório apresentado à 9ª FEMIC - Feira
Mineira de Iniciação Científica.

Orientação da Profa. Dra. Heloisa Helena
Muller

Campinas, SP

2025



RESUMO

O uso da energia fotovoltaica em áreas urbanas pode ser menos promissor devido às dificuldades de implantação de seus projetos, considerando fatores como limitação de espaço para a instalação de painéis, a necessidade de integração com a infraestrutura existente, o sombreamento por edifícios, a poluição atmosférica, altas temperaturas, e a modelagem urbana 3D. Estes desafios provocaram interesse e objetivo de estudar a prospecção e previsão do uso de energia fotovoltaica OFF-GRID em alguns pontos do centro da cidade, mapeando tais endereços e verificando as possibilidades de geração de energia fotovoltaica, inclusive no COTUCA. Será instalada uma bomba d'água, disponibilizado um quiosque de carregamento de celulares e lâmpadas de emergência, construído um rastreador solar portátil para coleta de dados de radiação solar, e uma base de informações para a divulgação do uso de energia fotovoltaica e do uso sustentável de energia. Os resultados obtidos foram a criação de base de prédios no entorno do centro da cidade de Campinas, com informações de área de terraço disponível, altura e localização para cálculos da possibilidade de instalação de bombas d'água fotovoltaicas. Houve, também, a criação de base de dados de bombas d'água e de modelos de painéis, e cálculo da viabilidade de instalação. Além disso, criamos um extrator de dados do controlador e temperatura para avaliar o desempenho dos módulos, construção do mini rastreador portátil que envia dados para uma nuvem com informações angulares, de tensão e corrente de PETG (Polietileno Tereftalato Glicol). Por fim, todos os dados técnicos do projeto foram reunidos em um site (www.epvcotuca.com) com artigos, manuais de instrução, bases de dados, códigos, desenhos do rastreador, arquivo de impressão 3D, e sua disponibilização pública.

Palavras-chave: Geração fotovoltaica off-grid, Áreas urbanas, Bombas d'água.



SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	5
2 JUSTIFICATIVA	6
3 OBJETIVO GERAL	7
4 METODOLOGIA	8
5 RESULTADOS OBTIDOS	9
6 CONCLUSÕES OU CONSIDERAÇÕES FINAIS	10
REFERÊNCIAS	11



1 INTRODUÇÃO

A energia solar fotovoltaica (PV) é uma tecnologia modular que pode ser obtida em grandes plantas de geração, o que remete a uma economia de escala, mas também pode ser obtida em escalas inferiores aos grandes parques de geração. Isto permite uma variedade de aplicações, desde pequenos sistemas residenciais até instalações de geração de energia em grande escala. Embora ocorra um crescimento nos custos de investimento devido ao aumento dos preços das matérias-primas e impostos, a PV ainda é uma excelente opção considerando os custos de geração. Pode ser considerada à escala dos serviços básicos, a opção menos dispendiosa para a geração de eletricidade numa maioria significativa de países em todo o mundo. No Brasil, a fonte solar ultrapassa 42,4 GW de capacidade instalada no país. A energia solar fotovoltaica distribuída, como a energia solar nos telhados dos edifícios, também deverá registar um crescimento acelerado devido aos preços mais elevados da eletricidade e ao apoio político às novas opções de geração de energia sustentáveis.

As áreas de grande concentração urbana possuem um crescimento vertical expansionista devido à oferta de residências, em contrapartida, os centros das grandes cidades tornaram-se desertos com diversos problemas que não limitam-se ao consumo de energia. As dificuldades do aproveitamento energético da luz solar foram vivenciadas em um projeto anterior onde as áreas de sombra urbana no COTUCA juntamente com as restrições impostas pelo CONDEPHAAT - Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico, Arqueológico, Artístico e Turístico do Estado de São Paulo, criaram dificuldades para o aproveitamento da luz solar de forma efetiva. Os centros urbanizados e verticais das cidades inviabilizam a colocação de painéis fotovoltaicos nas poucas residências ou comércios com plantas térreas ou com uma verticalização menor. O aproveitamento da luz solar para geração de energia passa a ter mais desafios combinados com a disponibilização de áreas expostas ao Sol de forma a ter-se um aproveitamento adequado.

O projeto tem como objetivo a prospecção e estimativa de geração de energia, dos principais pontos do centro da cidade do entorno do novo projeto criado pela Universidade Estadual de Campinas intitulado "Unicamp na Cidade". O objetivo é mapear estes endereços e verificar as possibilidades de geração de energia fotovoltaica, considerando o cinturão COTUCA, CIS-GUANABARA e o novo local do projeto "Unicamp na Cidade". Também possui como objetivo ampliar a geração de energia fotovoltaica no COTUCA de maneira OFF-GRID e disponibilização de um quiosque de carregamento de celular, a criação de uma base de informações para a divulgação do uso de energia fotovoltaica, e do uso sustentável de energia.

Para pavimentar estes objetivos, foi realizado a seleção e demarcação da área de estudos, e levantamento dos prédios públicos e privados, e com tais informações foram feitos registros do que foi explorado com dados de espaço, disponibilidade, situação e imagens das possíveis gerações com a inclusão do COTUCA como parte do estudo. Por fim, estes dados foram disponibilizados em websites com a previsão de geração de energia, além de informações técnicas sobre energia fotovoltaica sob a ótica dos discentes, e pequenas maquetes automatizadas em escalas menores de simulação do uso de energia para demonstrar as possibilidades e alternativas tratadas pelo projeto.



2 JUSTIFICATIVA

A geração de energia PV é uma importante modalidade de energia renovável na matriz energética. Seu impacto ambiental é muito reduzido em relação a outras fontes como os combustíveis fósseis e as hidrelétricas. A energia solar é, também, um importante instrumento na redução de emissões de gases de efeito estufa. A agenda 2030 de ações de proteção ao meio ambiente fomenta e incentiva o uso de energia renováveis. Ampliar as discussões sobre a possibilidade de uma nova perspectiva urbana onde a geração de energia em prédios do centro da cidade pode ser uma alternativa a ser explorada e incentivada pelo poder público, acarretará na preservação do meio ambiente. Por fim, conscientizar que tal estudo vai além do uso de energia, refletindo sobre a convivência, sobre espaços verdes, sobre iluminação, sobre a ação dos centros de pesquisa e de cultura da Universidade, onde a população possa participar e viver em seus locais de forma harmônica e com qualidade de vida.



3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Espera-se fomentar a discussão com a comunidade interna do COTUCA em relação à geração fotovoltaica nos centros das grandes cidades, e propagar, através do site, o conhecimento sobre tal forma de geração de uma maneira mais didática e comunicativa com a visão dos discentes sobre o assunto. Além disso, deseja-se convidar as comunidades externas do colégio a obter conhecimento do projeto e incentivar o uso desta modalidade de geração de energia.

3.2 Objetivos específicos

- Mapear prédios das regiões centrais de Campinas, sua altura e área aproveitável, inclusive o Colégio Técnico de Campinas (COTUCA), e prospectar a geração de energia fotovoltaica pelos seus terraços, considerando que áreas urbanas possuem sombras e temperaturas mais altas;
- Verificar a possibilidade técnica de instalação de bombas d'água e outros usos de energia em modo off-grid;
- Criação de um site com uma síntese dos dados obtidos, imagens e informações relevantes;
- Construção de um rastreador solar portátil que comporta uma mini placa solar para avaliar possíveis instalações e geração de energia.
- Programar um extrator de dados para comparar o rendimento da placa citada com uma já instalada no COTUCA.



4 METODOLOGIA

O estudo foi conduzido em 4 etapas principais:

- Inicialmente, foram selecionados prédios na região central de Campinas com potencial para instalação de sistemas fotovoltaicos, mapeando áreas utilizáveis via Google Earth, obtendo coordenadas geográficas (SIRGAS 2000) e estimando variáveis como altura, demanda mínima de geração e número de módulos necessários, dados colocados em POWER BI para simulações.
- Na 2ª. Etapa, foram implementados e monitorados sistemas fotovoltaicos no COTUCA, integrando painéis, inversores e controladores, com coleta de dados via protocolo Modbus RTU e armazenamento em banco de dados SQLite.
- A 3ª etapa envolveu o desenvolvimento de um rastreador solar portátil para medições em áreas de sombra, incluindo projeto, impressão 3D, montagem e integração a um ambiente IoT no MATLAB ThingSpeak.
- A 4ª. etapa onde todas as informações, ferramentas e resultados foram consolidados no site www.epvcotuca.com.br, visando difusão e apoio a futuras aplicações.



5 RESULTADOS OBTIDOS

Na análise das bombas fotovoltaicas OFF GRID, verificou-se que é complicado comprar painéis e bombas separadamente, os kits já são previamente concebidos e testados para maior eficiência do projeto com custos acessíveis e dimensionados para aplicações específicas. Para exemplificar as prospecções escolheu-se um prédio conforme Figura 6, e foi analisada a possibilidade de instalação de uma bomba d'água considerando a área disponível do terraço, além da potência fornecida pelos painéis e a exigida pela bomba. O rastreador nos ajudou em algumas prospecções fora do COTUCA coletando informações e enviando ao Thingspeaks conforme Figura 8. Dados foram coletados nos controladores fotovoltaicos em alguns dias do ano conforme gráfico da Figura 9. A coleta em registros em banco de dados com formato da linha com endereço, descrição, conteúdo, data/hora facilita a análise de desempenho das placas fotovoltaicas durante um período mais amplo confrontando com os dados dos fornecedores e de temperatura. A potência gerada foi 559 W para o dia 30/07/2025 e 629 W para 21/01/2025. O QR-CODE de acesso ao site do projeto está na Figura 9.



Figura 6: Prospecção de Edifícios

Análise da Capacidade e Aproveitamento de Geração Fotovoltaica em Áreas Urbanas Centrais de Campinas

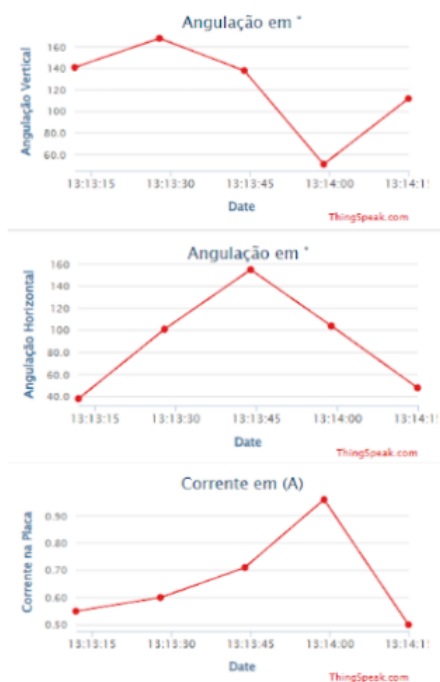


Figura 7: Dados coletados do rastreador

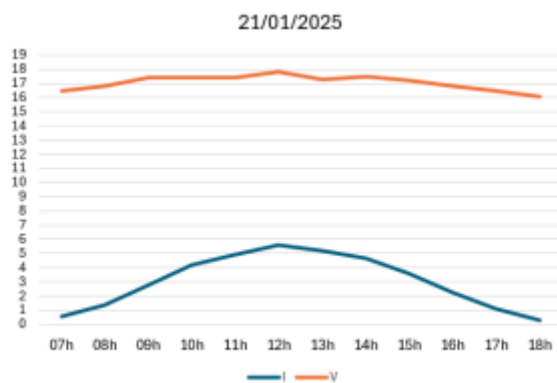


Figura 8: Gráficos da geração fotovoltaica do sistema 100Wp



Figura 9: QR-CODE do site www.epvcotuca.com



6 CONCLUSÕES OU CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa é de extrema relevância para a sociedade atual. Dado que mostra-se como uma confiável alternativa que promove a sustentabilidade e que entra em acordo com o 7º, 11º e 13º ODS. Certamente o projeto contribui para a ampliação de discussões acerca do assunto sobre geração de energia fotovoltaica off-grid em áreas urbanas.

Tratando-se de um projeto que visa analisar a aplicabilidade da energia fotovoltaica em áreas urbanas centrais de Campinas, concluímos que sim, é possível utilizá-la para, por exemplo, abastecer a caixa d'água de um prédio. Superando barreiras como: poluição de áreas urbanas, sombras feitas por outros edifícios, etc.

Espera-se com as informações obtidas com este protótipo uma perspectiva de utilização da energia fotovoltaica no Colégio Técnico de Campinas considerando sua enorme dificuldade em obter autorizações para uso de seu espaço tombado pelo Patrimônio Histórico e Cultural.

Além disso, espera-se que por meio das informações disponibilizadas no site: www.epvcotuca.com (site criado para conter todas as informações do projeto) a comunidade escolar e extraescolar obtenha mais conhecimento acerca dessa emergente fonte de energia renovável e suas implicações positivas no que tange a sustentabilidade e a conservação do meio-ambiente.

Por fim, mesmo com diversas dificuldades encontradas pelo caminho, o projeto mostra-se um importante expoente para a construção de uma sociedade sustentável e energeticamente mais justa. Que, com o devido apoio governamental, pode melhorar a condição energética das áreas centrais e urbanas de Campinas.



REFERÊNCIAS

VILLALVA, Marcelo Gradella. Energia solar fotovoltaica: conceitos e aplicações. 2. ed. São Paulo, SP: Érica, 2015. 224 p., il. ISBN 9788536514895 (broch.).

HONSBURG, Christiana B.; BOWDEN, Stuart. G. Photovoltaics Education Website, Arizona State University, 2019, “Disponível em <www.pveducation.org>”, Acesso em 23/08/2023.

GEVORKIAN, P. (2011). Large-scale solar power system design: an engineering guide for grid-connected solar power generation. New York, NY, USA: McGraw-Hill.

doi:ISBN

9780071763271

The MathWorks, I. (2023). ThingSpeak for IoT Projects. Acesso em 23 de 06 de 2023, disponível em <https://thingspeak.com/>

ANEEL. (2023). ENERGIA SOLAR. Acesso em 04 de 12 de 2022, disponível em Agência Nacional de Energia Elétrica: <https://www2.aneel.gov.br/>

ENERGIA, B. (2023). Acesso em 12 de 06 de 2023, disponível em Brasil Energia: <https://cenariosolar.editorabrasilenergia.com.br/>

SANTOS, Cleverton Augusto da Silva; SILVA, Heros Augusto Antunes; CARVALHO, Jardel Leonardi de. Desenvolvimento de um mecanismo de posicionamento de placas fotovoltaicas para rastreamento solar via Raspberry PI. 2015. 107 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2015. “Disponível em: <<http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/8192>>”. Acesso em 24/08/2023.

NEOSOLAR. (2023). Acesso em 06/01/2023, disponível em NeoSolar: <https://www.neosolar.com.br/>

51

NEOSOLAR, Neosolar Energia. Simulador Solar – Calculadora Solar Fotovoltaica. “Disponível em <www.neosolar.com.br>”, Acesso em 23/08/2023.

NEOSOLAR, Neosolar Energia. Projetos - dúvidas. “Disponível em <www.neosolar.com.br>”, Acesso em 23/08/2023.



CONTEUDISTA. DO INÍCIO AO FIM SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO OFF-GRID.

Disponível em: <<https://energes.com.br/do-inicio-ao-fim-sistema-solar-fotovoltaico-off-grid/>>. Acesso em: 9 set. 2023.

FIREBITLAB. Arduino ESP32 ESP8266 RS485 SCC MPPT Epever Tracer (Indonesia)

-

YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=pED4oAd03HI>. Acesso em 12/04/2023

GITHUB a. Tracer-RS485-Modbus-Blynk-V2/Tracer-RS485-Modbus-Blynk-V2.ino at

master · tekk/Tracer-RS485-Modbus-Blynk-V2 · GitHub.

[https://github.com/tekk/Tracer-](https://github.com/tekk/Tracer-RS485-Modbus-Blynk-V2/blob/master/Tracer-RS485-Modbus-Blynk-V2.ino)

[RS485-Modbus-Blynk-V2/blob/master/Tracer-RS485-Modbus-Blynk-V2.ino](https://github.com/tekk/Tracer-RS485-Modbus-Blynk-V2/blob/master/Tracer-RS485-Modbus-Blynk-V2.ino). Acesso em

14/07/2023.

GITHUB b. Screenshot (18).png (1920×1080) (raw.githubusercontent.com).

[https://raw.githubusercontent.com/firebitlab/arduino/master/epever/Screenshot%20\(18\).](https://raw.githubusercontent.com/firebitlab/arduino/master/epever/Screenshot%20(18).png)
png. Acesso em 15/07/2023.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica.

<https://portalrelatorios.aneel.gov.br/luznatarifa/rankingtarifas> . Acesso em 15/09/2023.

EPE. MATRIZ ENERGÉTICA (epe.gov.br), Acesso em 19/09/2023