ESTRATÉGIA DE OTIMIZAÇÃO DO POTENCIAL SOLAR FOTOVOLTAICO EM UM EDIFÍCIO PÚBLICO DE GOIÂNIA

Strategy for optimizing the photovoltaic solar potential in a public building in Goiânia

Figueiredo, Chenia Rocha[1]; Faria, Cybelle Saad[2]; Shishido, Cynthia Melo[3].

[1]Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Brasília-DF, Brasil, chenia@unb.br

[2]Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Brasília-DF, Brasil, saadcybelle@gmail.com

[3]Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Brasília-DF, Brasil, cymshi@gmail.com

RESUMO

A indústria da construção civil é reconhecida como um dos principais responsáveis pelo consumo de energia, sendo essencial repensar as estratégias de projeto para garantir menor impacto ambiental. Este estudo tem como objetivo apresentar estratégias de otimização para renovação energética através da integração de dois novos cenários, obtidos por simulação computacional, para gerar energia limpa. Inicialmente o edifício existente foi modelado e calibrado considerando as condições reais e foram propostos a remodelação dos painéis fotovoltaicos existentes, considerando que as mesmas possuem cerca de 10 anos, e ainda, proposto um segundo cenário com a ampliação de novas placas no estacionamento existente no terreno, com uso de coberturas solares que protegem os veículos e geram energia limpa. O primeiro cenário com a atualização das placas existentes gerou um aumento de 5,69% de energia em relação a atual e o segundo cenário, com a atualização das placas e ampliação de novas placas no estacionamento, gerou um aumento de 21,18% em relação ao modelo padrão. Tal fato ocorreu pelas condições de irradiação favoráveis e pelo uso de um sistema mais moderno de painéis fotovoltaicos. A estratégia proposta para o cenário 2 pode gerar uma economia de energia de 30,41 kWh/m²/ano.

Palavras-chave: Desempenho energético; Otimização; Sistema fotovoltaico; Energia elétrica.

ABSTRACT

The construction industry is recognized as one of the main contributors to energy consumption, and it is essential to rethink design strategies to ensure a lower environmental impact. This study aims to present optimization strategies for energy renewal through the integration of two new scenarios, obtained through computer simulation, to generate clean energy. Initially, the existing building was modeled and calibrated considering real conditions and the remodeling of the existing panels was proposed, considering that they are approximately 10 years old. Furthermore, a second scenario was proposed with the expansion of new panels in the existing parking lot on the site, with the use of solar carports that protect vehicles and generate clean energy. The first scenario with the update of the existing panels generated an increase of 5.69% in energy compared to the current one, and the second scenario, with the update of the panels and the expansion of new panels in the parking lot, generated an increase of 21.18% compared to the standard model. This occurred due to favorable radiation conditions and the use of a more modern system of photovoltaic panels. The proposed strategy can generate energy savings of 30.41 kWh/m²/year.

Keywords: *Energy performance; Optimization; Photovoltaic system; Electrical energy.*

1 INTRODUÇÃO

O consumo mundial de energia está crescendo rapidamente, impulsionado por fatores como o crescimento populacional, o aumento da demanda por conforto térmico interno e as mudanças climáticas globais (Santamouris, 2016). Além disso, os ambientes contemporâneos são desenvolvidos e mantidos através do uso intensivo de energia e recursos naturais não renováveis (Girardet, 2004). Observa-se a importância de adotar estratégias sustentáveis que

DOI: https://doi.org/10.46421/sispred.v4.7754

incentivem o uso responsável dos recursos naturais e da energia elétrica, sem prejuízo do conforto dos usuários, buscando não apenas reduzir custos operacionais, mas também na diminuição do impacto ambiental causado pela geração e consumo de energia.

De acordo com o relatório "Global Status Report for Buildings and Construction 2024/25" (UNEP, 2025), o setor de edificações e construção, é responsável por 34% da demanda global de energia.

Segundo Myint *et al. (*2025) entender os princípios, tecnologias e políticas que dão suporte às iniciativas de construção que causam menos impactos ambientais é essencial para profissionais da área, buscando estratégias eficazes, como projetos solares passivos, geradores de energia eficientes e sistemas de energia renovável, que contribuem significativamente para atingir a meta de net-zero no ambiente construído.

Sobre a integração de medidas passivas e sistemas fotovoltaicos às edificações, resultados favoráveis foram obtidos por pesquisas que adotam parâmetros passivos e sistemas fotovoltaicos (Maka *et al.,* 2024; Oliveira e Viajante, 2024; Kang *et al.,* 2025).

É possível observar que vários fatores impactam a sustentabilidade dos edifícios. Nesse sentido, uma maior sustentabilidade refere-se a um consumo energético reduzido e a uma menor emissão de CO_2, sem desconsiderar a viabilidade financeira e o conforto dos ocupantes. Dessa forma, o presente estudo avaliou o desempenho energético de um edifício público na cidade de Goiânia, considerando a ampliação e a melhoria do sistema de energia renovável existente por meio de dois cenários, por simulação computacional.

2 INFLUÊNCIA DA ENERGIA RENOVÁVEL NO DESEMPENHO ENERGÉTICO

A eletricidade é a fonte de consumo final de energia mais utilizada em diversos setores de consumo do país (Brasil, 2024). Apesar de a matriz energética brasileira ser notável por sua alta porcentagem de fontes limpas e renováveis, destacando-se no cenário global a construção e manutenção das usinas hidrelétricas, envolve atividades que geram emissões, principalmente na fase de sua construção, como a produção de concreto e o uso de equipamentos pesados (Nexo, 2021).

A utilização de energia renovável em edificações representa uma oportunidade de melhoria da eficiência energética. A energia solar fotovoltaica é a tecnologia mais difundida atualmente e converte luz solar em eletricidade por meio de painéis fotovoltaicos. Os sistemas podem ser instalados em telhados, fachadas e até integrados a vidros, gerando energia para consumo próprio ou injeção na rede elétrica, segundo a NBR 6023 (2018).

Entender a irradiação solar que incide sobre a superfície dos painéis fotovoltaicos é importante para o adequado dimensionamento do sistema instalado na construção (seja no telhado ou na fachada) e para uma previsão precisa da quantidade de energia que pode ser produzida anualmente. Nesse sentido, o Atlas Brasileiro de Energia Solar (INPE, 2017) apresenta um aprimoramento da estimativa da disponibilidade do recurso solar em todo o país.

O Brasil possui um enorme potencial para ampliar a geração distribuída de energia solar fotovoltaica em larga escala, impulsionado pela alta incidência de irradiação solar e pelas tarifas de energia elétrica que se comparam aos países líderes em geração de energia

fotovoltaica. Em 2024, a capacidade instalada de geração fotovoltaica no território brasileiro alcançou 43,6 GW, representando aproximadamente 18,7% do total nacional o que, conforme dados da *PV Magazine Brasil* (PV Magazine Brasil, 2024), posiciona a energia solar como a segunda maior fonte energética do país em termos de potência instalada.

Segundo o mapa de irradiação solar que na Tabela 4 apresenta as regiões com mais irradiação no Brasil, pode-se destacar a região Nordeste, bem como parte das regiões Sudeste e Centro-Oeste (INPE, 2017).

Nesse cenário, o estudo dos elementos que influenciam a eficiência energética das edificações é um tema de crescente importância. A aplicação de simulações computacionais tem ganhado destaque ao permitir a predição do comportamento energético de construções, oferecendo bases para intervenções mais precisas e eficazes.

3 METODOLOGIA

O presente estudo avaliou o desempenho energético de um edifício público do poder judiciário localizado na cidade de Goiânia. Inicialmente foi realizado o levantamento das características físicas da edificação, permitindo criar um modelo padrão, considerando a coleta das suas propriedades dos materiais do envelope, condições de uso, padrões de ocupação, condições ambientais e a descrição das condições técnicas do sistema de condicionamento de ar, equipamentos, iluminação e geração de energia fotovoltaica.

3.1 Estudo de caso

O edifício avaliado é o Fórum Cível Dr. Heitor Moraes Fleury, um edifício público, administrado pelo Poder Judiciário do Estado de Goiás, inaugurado em 2016 e localizado na cidade de Goiânia. O edifício é composto por uma torre principal, possui geometria retangular, com abaulado na face da fachada frontal e área construída de 40.706,25 m², composta por 13 pavimentos (Figura 1).

Figura 1 - Fachadas frontal e lateral da edificação.



Fonte: Os autores (2025).

A edificação possui um sistema de geração de energia solar fotovoltaico (SFV) na cobertura do tipo *on grid*, isto é, conectado à rede de energia elétrica que funciona desde 2021.

O consumo energético do edifício foi obtido através de simulação computacional no programa *EnergyPlus*, denominado de cenário CEZ-0. Todos os parâmetros utilizados nessa simulação fazem parte de um estudo mais amplo realizado por Faria (2025), como sistema construtivo, zonas climatizadas, dados climáticos, perfil de ocupação e dados de iluminação e equipamentos. O modelo foi parametrizado e calibrado.

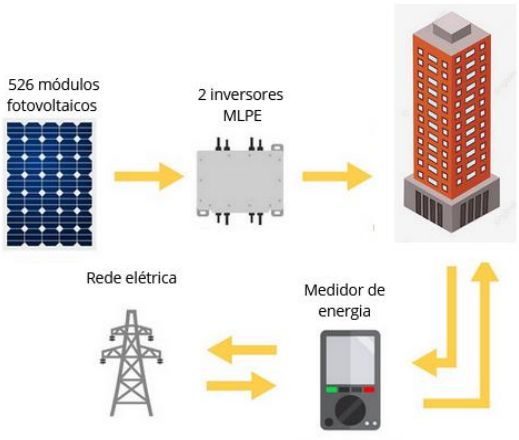
3.2 Simulação computacional

A simulação computacional foi realizada pelo *software SolarView* para obter o consumo de energia do edifício de forma geral, levando em consideração as cargas presentes na edificação. Para a simulação adotou-se um período anual completo, totalizando 8760 horas. A usina atual ocupa uma área de 1.157,20 m² e é composto de dois inversores *Sungrow,* do tipo *String* e 526 módulos fotovoltaicos. A usina tem 160 kW de potência de corrente alternada dos inversores (CA) e 189,36 kW de potência em corrente contínua (CC). O inversor 1 tem 20 entradas e em cada entrada há 20 módulos interligados em série, totalizando 360 módulos. O inversor 2 possui 8 entradas, sendo que, nas entradas de 1 a 6 há 21 módulos conectados em série e nas entradas 7 e 8, há 20 módulos por entrada, totalizando 166 módulos.

3.2.1 Cenário CEZ-1

O SFV é formado por equipamentos com a função de converter a energia solar em eletricidade e ocupa uma área de 1157,20 m². A Figura 2 apresenta a estratégia adotada para a definição do cenário CEZ-1, onde foi proposto o *retrofit* da usina existente, aproveitando-se os módulos fotovoltaicos e acrescentando novos módulos compostos por inversores do tipo MLPE (*SolarEdge*), os quais permitem a operação individual de cada módulo.

Figura 2 - Cenário CEZ-1.

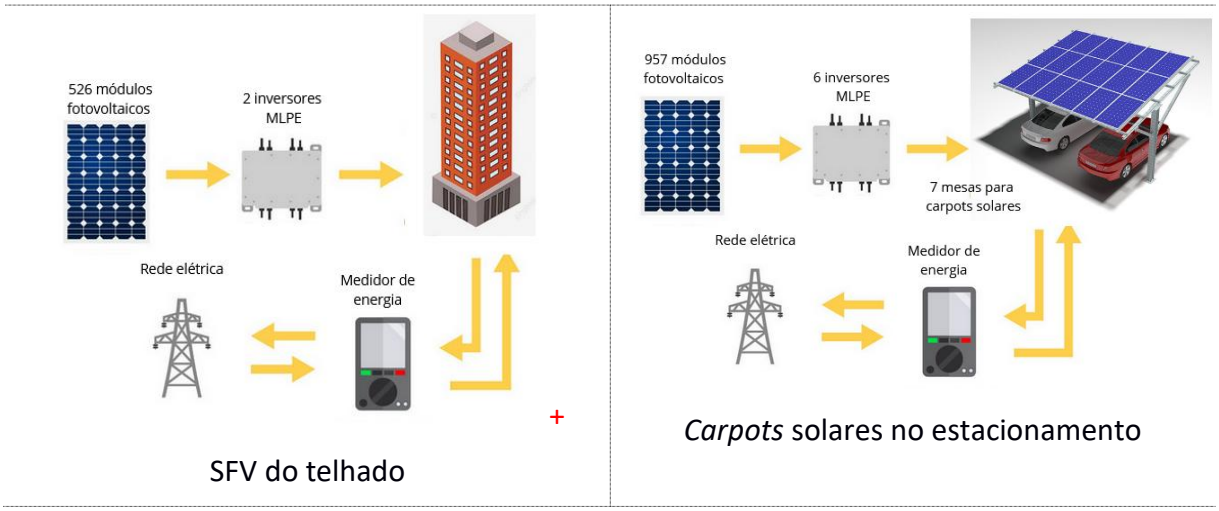


Fonte: Os autores (2025).

3.2.2 Cenário CEZ-2

O cenário CEZ-2 é composto pela mesma proposta do CEZ-1 acrescido de um sistema de cobertura solar no estacionamento (Figura 3). Estes são compostos por uma estrutura de estacionamento coberta com painéis solares fotovoltaicos que geram energia elétrica e apresentam a vantagem de proteger os veículos e contribuir para a sustentabilidade gerando energia.

Figura 3 - Cenário CEZ-2.



Fonte: Os autores (2025).

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

O cenário padrão, modelado segundo os dados coletados *in loco* no edifício existente, denominado CEZ-0, onde o estudo completo é apresentado por Faria (2025), obtidos através da simulação energética utilizando o *EnergyPlus*, mostra que a edificação consome 5.519.867,37 kWh/ano, sendo a maioria do sistema de ar condicionado. A energia total consumida é de 135,60 kWh/m^2/ano. O SFV gerou, no ano de 2024, um total de 264.526,90 kWh/ano.

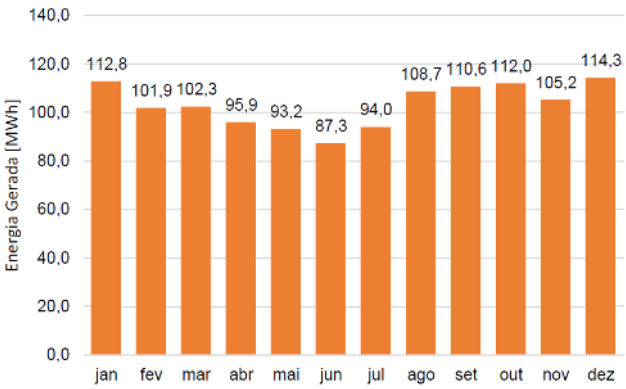
Na simulação aqui apresentada, o cenário CEZ-1 gerou um total de 314.480,00 kWh/ano, o que representa um acréscimo de 18,88% em relação à capacidade do SFV existente, utilizando dados obtidos do edifício no ano de 2024. Assim, considerando o consumo energético anual do cenário padrão, equivale dizer que o cenário CEZ-1 poderá produzir 5,7% da energia consumida anualmente no edifício avaliado.

A Figura 4 apresenta o sistema fotovoltaico proposto para o cenário CEZ-2, com o aumento expressivo de painéis fotovoltaicos no estacionamento, e os resultados da geração de energia obtida pela simulação computacional.

Figura 4 – Resultado do CEZ-2.

Cenário CEZ-2





Fonte: Os autores (2025).

O valor obtido para a geração de energia para o cenário CEZ-2 foi de 1.238.200 kWh/ano, o que representa quase cinco vezes a geração de energia do sistema fotovoltaico do edifício avaliado no ano de 2024, o que corresponde à produção de 22,43% de consumo de energia elétrica da edificação.

A Figura 5 apresenta o mapa de irradiância do edifício e do estacionamento, considerando o acréscimo das placas para as vagas de garagem cobertas. As áreas onde se observa a presença de cores próximas ao lilás indicam maior presença de sombras.

Figura 5 – Mapa de irradiância para o cenário CEZ-2.



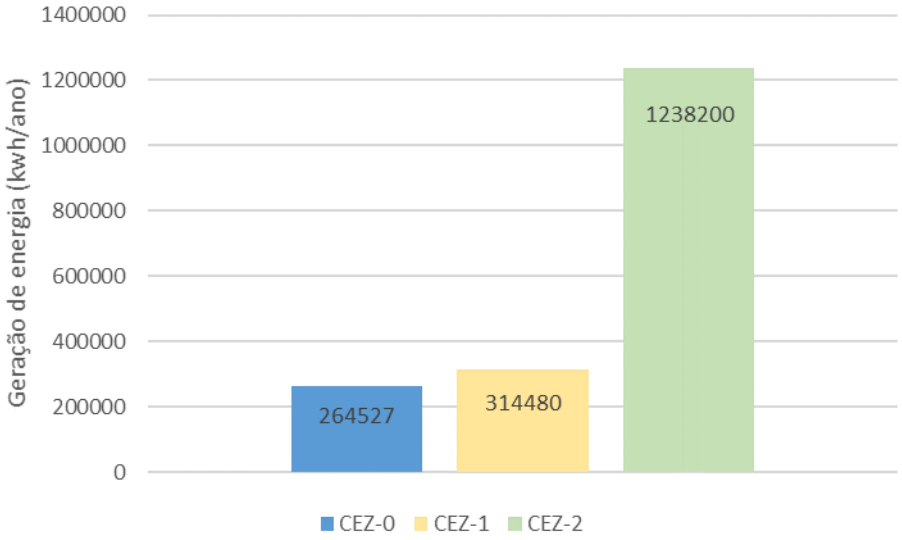
Fonte: Os autores (2025).

4.2.1 Avaliação dos cenários CEZ-1 e CEZ-2

Pode-se observar que o potencial de geração de energia fotovoltaica na edificação é relevante. O cenário CEZ-1 gerou um acréscimo de 18,88% de energia quando comparado com a geração de 2024 e o cenário CEZ-2 gerou uma melhoria de mais de 4,5 vezes em relação à geração de energia obtida no ano de 2024. A Figura 6 apresenta a energia atual, medida no edifício, no

ano de 2024 (denominada de CEZ-0) em comparação com os resultados para os cenários CEZ-1 e CEZ-2.

Figura 6 - Geração de energia, em kWh/ano, obtida para os cenários CEZ-0, CEZ-1 e CEZ-2.



Fonte: Os autores (2025).

Para calcular a redução total em termos de consumo em kWh/m²/ano deve-se considerar a área construída da edificação (40.406,25 m²). Considerando o consumo atual de 143,57 kWh/m²/ano a redução seria de 30,41 kWh/m²/ano para o cenário CEZ-2. A Tabela 1 apresenta dos resultados dos cenários e as reduções relativas a cada um deles.

Tabela 1 – Cenários de estudo e resultados, em percentual, de economia de energia gerados em relação ao cenário padrão (CEZ-0).

Cenário	Descrição	Economia de energia	Redução consumo (kWh/m²/ano)
CEZ-1	Atualização do sistema fotovoltaico	5,69%	-
CEZ-2	Atualização e ampliação do sistema fotovoltaico	21,18%	- 30,41

Fonte: Os autores (2025).

O estudo mostrou que a utilização de energia renovável no edifício representa uma oportunidade de melhoria da eficiência energética, atingindo uma economia de 21,18% e uma redução de 30,41 kWh/m^2/ano para o cenário CEZ-2 em relação ao cenário padrão proposto.

A energia gerada pode ser utilizada diretamente no edifício para atender às diversas demandas, reduzindo a necessidade de utilizar a energia da rede distribuidora. Diversas são as vantagens desses sistemas, como a elevada produtividade, ausência de banco de baterias e custos mais acessíveis (Sokka *et al.,* 2016).

Os sistemas fotovoltaicos surgem como uma disponibilidade interessante num cenário onde a diversificação do setor energético é recomendada para garantir uma matriz energética

equilibrada e adaptável, que seja capaz de lidar com desafios climáticos e flutuações na oferta de recursos (Forlin e Rossi, 2025).

Myint *et al.* (2025) ponderam que integrar soluções de energia renovável, como painéis fotovoltaicos, pode aumentar a eficiência energética e reduzir as emissões operacionais de carbono, particularmente quando se combina a implementação com materiais de construção com eficiência energética e estratégias de projeto solar passivo. O uso de materiais de isolamento avançados, geometria de construção otimizada e sistemas com eficiência energética, como ar-condicionado e projeto de fachada, desempenha papéis importantes na minimização do consumo de energia e na melhoria da sustentabilidade geral.

Atualmente, os painéis solares possuem uma eficiência maior, necessitando de menor espaço para gerar a mesma quantidade de energia elétrica, e possuem maior vida útil (Garcia, 2025). Em 2024, a capacidade instalada de geração fotovoltaica no território brasileiro alcançou 43,6 GW, o que posiciona a energia solar como a segunda maior fonte energética do país, em termos de potência instalada, destacando a região Centro-Oeste, aqui avaliada (INPE, 2017).

Estudos avaliaram o uso de energias renováveis para a redução do consumo de energia elétrica em edificações. Gan *et al.* (2023) descobriram que os sistema fotovoltaicos podem economizar até 170% no consumo de energia elétrica.

Nematchoua *et al.* (2020) introduziram painéis fotovoltaicos em uma área de 96 m^2 em edifícios de escritórios em diversas regiões da Ilha de Madagascar. Os autores observaram que combinar painéis fotovoltaicos e estratégias passivas reduziu o uso de energia em 72,7% do consumo anual.

Kang *et al.* (2025) analisaram a implantação de painéis fotovoltaicos em telhados, janelas e paredes opacas por meio de 300 cenários em um edifício de escritório em Pequim, na China. Os autores concluíram que o melhor resultado em quantidade de geração de energia foi obtido com a instalação dos painéis em telhados, com um ângulo de 30º.

Mariano (2017) estudou a implantação de energia fotovoltaica em diversas edificações do Campus da Universidade Federal do Paraná, concluindo que essa estratégia é uma solução sustentável pois aumenta a oferta de energia no sistema elétrico, promove a redução das emissões de GEE’s na matriz elétrica e adiciona a possibilidade de alteração do perfil de demanda da instituição a partir da aplicação de estratégias de eficiência energética, tornando sua operação mais efetiva.

No contexto da busca por soluções sustentáveis, este estudo propôs dois cenários buscando aprimorar a produção de energia e maximizar o aproveitamento do recurso solar disponível. Os resultados mostraram caminhos viáveis para a redução da dependência de fontes não renováveis e o avanço da eficiência energética no ambiente construído.

5 CONCLUSÕES

Considerando as condições climáticas de Goiânia, localizado na zona bioclimática 6, que demanda o uso de estratégias de resfriamento para o conforto do usuário no edifício avaliado, a estratégia de aprimoramento e ampliação do sistema fotovoltaico contribuiu para o aumento da produção de energia.

Foram propostos dois cenários como estratégia de contribuição para a redução do consumo de energia, aumentando a geração de energia na própria edificação. De acordo com a

simulação, a geração anual estimada para o cenário CEZ-2 é superior a 1,2 milhões de kWh/ano, indicando que essa configuração do sistema pode suprir 21,18% do consumo total da edificação.

Considerando que o sistema fotovoltaico depende da irradiação, das condições dos painéis fotovoltaicos e das corretas decisões de projeto, a escolha do cenário CEZ-2 proposto no presente estudo se mostrou bastante favorável para as condições avaliadas. Analisar o edifício como um todo é imprescindível para alcançar mehor eficiencia energética.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6023:2018 – Informação e documentação – Referências – Elaboração. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. **Atlas da Eficiência Energética. Relatório de indicadores,** 2024. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-857/Atlas%20da%20Efici%C3%AAncia%20Energ%C3%A9tica%20Brasil%202024.pdf, acesso em abril, 2025.

FARIA, C. S. S. F. Requalificação energética e ambiental: otimização multiobjectivos do desempenho de um edifício público na cidade de Goiânia. 2025. **Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo**) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2025.

FORLIN, C.L.; ROSSI, F.A.; Estudo experimental sobre a influência teórica de módulos fotovoltaicos aplicados em fachadas em Curitiva, PR. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 25, e141460, jan./dez. 2025. ISSN 1678

GAN, J., LI, K., LI, X., MOK, E., HO, P., LAW, J., LAU, J., KWOK, R., & YAU, R. (2023). Parametric BIM-Based Lifecycle Performance Prediction and Optimisation for Residential Buildings Using Alternative Materials and Designs. *Buildings*, *13*(4), 904. https://doi.org/10.3390/buildings13040904

GARCIA, E. F. Energia solar fotovoltaica sua eficiência energética: quem tem a maior capacidade para geração x quem mais produz. Revista FT, Engenharias, Volume 29, Edição 143, 2025.

GIRARDET, H. **Cities, people, planet: urban development and climate change**. Chichester: Wiley Academy, 2004.

KANG, Y.; CUI, Y.; ZHANG, D.; XU, W.; PANG, F.; LU, S.; WU, J.; ZHAO, Y.; MAO,R.; Comprehensive photovoltaic system in roofs, opaque walls, and windows toward zero-energy buildings utilizing multi-objective optimization, **Journal of Building Engineering**, Volume 104, 2025, 112320, ISSN 2352-7102, https://doi.org/10.1016/j.jobe.2025.112320.
https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352710225005571

INPE. **Atlas Brasileiro de Energia Solar**. 2ª. Edição. São José dos Campos, 2017. Disponível em: http://doi.org/10.34024/978851700089 80p.: il. (EBOOK). Acesso em abril, 2025.

MAKA, A. O.M.; GHALUT, T.; ELSAYE, E. The pathway towards decarbonisation and net-zero emissions by 2050: The role of solar energy technology, **Green Technologies and Sustainability**,

Volume 2, Issue 3, 2024, 100107, ISSN 2949-7361, https://doi.org/10.1016/j.grets.2024.100107. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2949736124000344

MARIANO, J.D.A. Análise do potencial de geração de energia fotovoltaica para a redução dos picos de demanda e contribuição energética nas edificações da UFTPR, em Curitiba. **Dissertação (Mestrado em Engenharia) -** UFTPR, Curitiba, 2017.

MYINT, N.N.; SHAFIQUE, M.; ZHOU, X.; ZHENG, Z. *Net zero carbon buildings: A review on recent advances, knowledge gaps and research directions, **Case Studies in Construction Materials***,Volume 22,2025,e04200,ISSN 2214-5095, **https://doi.org/10.1016/j.cscm.2024.e04200.** https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214509524013524

NEMATCHOUA, M.K.; NOELSON, J.C.V.; SAADI, I.; KENFACK, H.; ANDRIANAKARINJAKA, A.F.R.; NGOUMDOUM, D.F.; SELA, J.B.; REITER, S. *Application of phase change materials, thermal insulation, and external shading for thermal comfort improvement and cooling energy demand reduction in an office building under different coastal tropical climates, **Solar Energy***, Volume 207, 2020, Pages 458-470, ISSN 0038-092X, https://doi.org/10.1016/j.solener.2020.06.110.

NEXO jornal. Expresso. Como o Brasil pode cumprir suas metas climáticas em 3 frentes. Marcelo Roubicek, novembro, 2021, atualizado em: 28/12/2023. Disponível em https://www.nexojornal.com.br/expresso/2021/11/08/como-o-brasil-pode-cumprir-suas-metas-climaticas-em-3-frentes

OLIVEIRA, M. E. de; VIAJANTE, G. P. Energia solar fotovoltaica no setor público com vistas a economicidade e desenvolmento tecnológico: o caso do instituto federal de goiás. **Anais Congresso Brasileiro de Energia Solar - CBENS**, *[S. l.]*, 2024. DOI: 10.59627/cbens.2024.2444. Disponível em: https://anaiscbens.emnuvens.com.br/cbens/article/view/2444. Acesso em: 16 abr. 2025.

PV MAGAZINE BRASIL. Geração solar abasteceu 84% da demanda do Nordeste no último sábado. 5 jul. 2024. Disponível em: <...>. Acesso em: fev. 2025.

SANTAMOURIS, M. *Cooling the buildings – past, present and future*. ***Energy and Buildings***,Volume 128, 2016, Pages 617-638, ISSN 0378-7788, https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.07.034. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778816306314

SOKKA, L.; SINKKO,T.; HOLMA, A.; MANNINEN, K.; PASANEN, K.; RANTALA, M.; LESKINEN, P.; Environmental impacts of the national renewable energy targets – A case study from Finland, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 59, 2016, Pages 1599-1610, ISSN 1364-0321, https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.12.005. (https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S136403211501388X

UNEP- United Nations Environmental Programe 2025. Global Status Report for Buildings and Construction 2024/25. **Not just another brick in the wall.** The solutions exist. Scaling them will build on progress and cut emissions fast. Paris, 2025. Disponível em: https://www.unep.org/resources/report/global-status-report-buildings-and-construction-20242025, acesso em abril, 2025.