ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA DA IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMA DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA EM ENFERMARIA DE HOSPITAL UNIVERSITÁRIO

ECONOMIC FEASIBILITY ANALYSIS OF THE IMPLEMENTATION OF A PHOTOVOLTAIC SOLAR ENERGY SYSTEM IN A UNIVERSITY HOSPITAL WARD

ANÁLISIS DE VIABILIDAD ECONÓMICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN UNA SALA DE UN HOSPITAL UNIVERSITARIO

10.56238/IIMultiCientifica-107

Jonas Sepulcro Guimarães
Mestre em Desenvolvimento Local
Instituição: Centro Universitário Augusto Motta (Unisuam)
E-mail: jonassgui@gmail.com

Lucio Fabio Cassiano Nascimento
Professor Doutor
Instituição: Centro Universitário Augusto Motta (Unisuam)
E-mail: lucionascimento@souunisuam.com.br

Thiago Henrique Sanches Bossa
Professor Doutor
Instituição: Instituto Militar de Engenharia (IME)
E-mail: bossa@ime.eb.br

Agnaldo José Lopes
Professor Doutor
Instituição: Centro Universitário Augusto Motta (Unisuam)
E-mail: alopes@souunisuam.com.br

RESUMO
A crescente demanda por fontes energéticas sustentáveis e a necessidade de modernização da gestão pública impulsionam a adoção de tecnologias limpas em instituições com elevado consumo, como hospitais universitários. Este estudo tem como objetivo analisar a viabilidade econômica da implementação de um sistema de energia solar fotovoltaica na 9ª enfermaria do Hospital Universitário Gaffréee Guinle (HUGG), no estado do Rio de Janeiro. A metodologia adotada abrangeu revisão bibliográfica, análise documental de faturas de energia, medições empíricas e cálculo de indicadores financeiros como *payback*, por meio do *software* de simulação do projeto de energia solar fotovoltaica do HUGG denominado *PV*SOL premium*. As medições indicaram consumo médio diário de 181,7 kWh; o sistema proposto é composto por 92 módulos de 550 Wp (50,6 kWp). A análise econômica estimou um investimento em torno de R$247.940,00, com economia anual aproximada de

R$79.899,70, resultando em um *payback* entre 2,8 e 3,2 anos. Os resultados demonstram que a implantação de energia solar em unidades hospitalares públicas é técnica e economicamente viável, contribuindo para a redução de custos operacionais e para a promoção da sustentabilidade institucional.

Palavras-chave: Viabilidade Econômica. Energia Solar. Hospital Universitário. Payback.

ABSTRACT
The increasing demand for sustainable energy sources and the need for modernization in public management drive the adoption of clean technologies in high-consumption institutions, such as university hospitals. This study aims to analyze the economic feasibility of implementing a photovoltaic solar energy system in the 9th ward of the Hospital Universitário Gaffrée e Guinle (HUGG), located in the state of Rio de Janeiro.The adopted methodology included a literature review, documentary analysis of energy bills, empirical measurements, and the calculation of financial indicators such as payback period, using the simulation software PV*SOL premium for the HUGG solar project.Empirical measurements indicated an average daily energy consumption of 181.7 kWh for the ward. The proposed system is composed of 92 modules of 550 Wp (50.6 kWp). The economic analysis estimated an investment of approximately R$ 247,940.00, with an estimated annual saving of around R$ 79,899.70, resulting in a payback period between 2.8 and 3.2 years.The results demonstrate that the implementation of solar energy in public hospital units is technically and economically viable, contributing to the reduction of operational costs and the promotion of institutional sustainability.

Keywords: Economic Feasibility. Solar Energy. University Hospital. Payback.

RESUMEN
La creciente demanda de fuentes de energía sostenibles y la necesidad de modernizar la gestión pública impulsan la adopción de tecnologías limpias en instituciones con alto consumo energético, como los hospitales universitarios. Este estudio analiza la viabilidad económica de implementar un sistema de energía solar fotovoltaica en la novena planta del Hospital Universitario Gaffrée Guinle (HUGG), en el estado de Río de Janeiro. La metodología empleada incluyó una revisión bibliográfica, análisis documental de facturas de energía, mediciones empíricas y cálculo de indicadores financieros como el periodo de recuperación de la inversión, utilizando el software de simulación de proyectos de energía solar fotovoltaica del HUGG, PV*SOL premium. Las mediciones indicaron un consumo diario promedio de 181,7 kWh; el sistema propuesto consta de 92 módulos de 550 Wp (50,6 kWp). El análisis económico estimó una inversión de alrededor de R$247.940,00, con ahorros anuales aproximados de R$79.899,70, lo que resultó en un periodo de recuperación de la inversión de entre 2,8 y 3,2 años. Los resultados demuestran que la implementación de la energía solar en las unidades de hospitales públicos es técnica y económicamente viable, contribuyendo a la reducción de los costos operativos y a la promoción de la sostenibilidad institucional.

Palabras clave: Viabilidad Económica. Energía Solar. Hospital Universitario. Periodo de Recuperación de la Inversión.

1 INTRODUÇÃO

A intensificação da crise climática e a crescente demanda por fontes energéticas mais limpas e eficientes têm impulsionado o uso de tecnologias sustentáveis no setor público. Dentre essas tecnologias, a energia solar fotovoltaica destaca-se como uma alternativa estratégica, especialmente em instituições com elevado consumo energético, como os hospitais universitários. Nesse contexto, a promulgação da Leinº14.300/2022, que institui o Marco Legal da Geração Distribuída no Brasil, fortalece o ambiente normativo para a adoção dessa fonte energética (Brasil, 2022). Esta legislação soma-se à Política Nacional sobre Mudança do Clima (Lei nº 12.187/2009), que estabelece princípios e diretrizes voltados à mitigação das emissões de gases de efeito estufa por meio de incentivos à sustentabilidade (Brasil, 2009).

A administração pública, diante desse cenário, é impelida a adotar práticas mais sustentáveis e eficientes, sobretudo no uso racional dos recursos orçamentários e ambientais. Nesse sentido, o setor hospitalar, caracterizado por operação ininterrupta e elevada demanda energética, constitui um ambiente estratégico para a implementação de soluções inovadoras como os sistemas de geração de energia solar. O funcionamento contínuo de equipamentos médico-hospitalares, sistemas de climatização, iluminação e suporte técnico exige consumo energético constante e intensivo, o que implica altos custos operacionais e dependência da rede elétrica convencional. A substituição parcial dessa matriz por fontes renováveis, como a energia solar fotovoltaica, pode contribuir significativamente tanto para a redução de despesas quanto para o fortalecimento da sustentabilidade institucional (Araújo *et al.*2022).

Em termos operacionais, os sistemas fotovoltaicos convertem a radiação solar em eletricidade por meio de células semicondutoras, oferecendo vantagens como baixa emissão de poluentes, longa vida útil e manutenção reduzida (Dias, 2020; Silva, 2020). A sua aplicação em edificações públicas, particularmente hospitais universitários, apresenta-se como uma estratégia racional para a otimização de gastos em modernização da infraestrutura energética. No entanto, apesar de seu potencial, a implementação desses sistemas requer análises criteriosas sobre os investimentos iniciais e os retornos financeiros esperados, especialmente em instituições públicas marcadas por restrições orçamentárias recorrentes.

Para fundamentar essas decisões, a análise da viabilidade econômica é essencial. Entre os principais indicador e sutilizados, destacam-se o *payback*, que estima o tempo de retorno do investimento (AssafNeto,1985). Essa métrica é amplamente empregada em estudos de engenharia econômica e administração pública para aferir a atratividade de projetos de investimento em infraestrutura energética. Além disso, a adoção de sistemas fotovoltaicos por instituições públicas tem se mostrado eficiente não apenas financeiramente, mas também em termos de alinhamento às metas de desenvolvimento sustentável, em especial os ODS 7 (energia limpa e acessível) e ODS

12 (consumo e produção responsáveis), reforçando o compromisso da gestão pública com a sustentabilidade ambiental e a modernização da matriz energética (ONU, 2015).

Oliveira e Rocha (2021) destacam que os hospitais públicos, em razão de sua elevada demanda energética e operação ininterrupta, configuram-se com os ambientes especialmente propícios à adoção desistemas fotovoltaicos. Em estudo de caso conduzido pelos autores, verificou-se que projetos adequadamente dimensionados podem resultar em economias superiores a R$ 300 mil anuais, com um período de retorno do investimento *(payback)* inferior a quatro anos.

Apesar dos avanços normativos e tecnológicos que favorecem a adoção de fontes renováveis, como a energia solar fotovoltaica, nas instituições públicas brasileiras, ainda é incipiente a produção científica que analise empiricamente a viabilidade técnica e econômica da implementação desses sistemas em hospitais universitários federais situados em grandes centros urbanos. Esses hospitais, caracterizados por consumo energético elevado e funcionamento ininterrupto, representam ambientes estratégicos para a aplicação de soluções sustentáveis. No entanto, as restrições orçamentárias recorrentes e a ausência de estudos aplicados dificultam a tomada de decisão baseada em evidências. Diante disso, questiona-se: é economicamente viável implementar um sistema de energia solar fotovoltaica em uma enfermaria de hospital universitário federal, considerando os padrões reais de consumo e as condições operacionais da unidade?

Diante dessa lacuna, a presente pesquisa tem como objetivo geral analisar a viabilidade econômica da implementação de um sistema de energia solar fotovoltaica em um hospital universitário federal localizado no estado do Rio de Janeiro. Os objetivos específicos incluem:

(i) Levantar o referencial teórico sobre energia solar e consumo hospitalar.
(ii) Caracterizar o perfil de consumo energético da enfermaria selecionada.
(iii) Observar padrões reais de uso de energia no ambiente hospitalar.
(iv) Avaliar a viabilidade econômico-financeira da instalação do sistema fotovoltaico por meio do cálculo do *payback* e dimensionamento do sistema.

Justifica-se essa pesquisa pela urgência em modernizar práticas de gestão energética no setor público de saúde, promovendo a sustentabilidade fiscal e ambiental, ao mesmo tempo em que oferece evidências empíricas para orientar decisões estratégicas que conciliem inovação, eficiência administrativa e responsabilidade socioambiental.

2 METODOLOGIA

Este trabalho adota a classificação metodológica de Vergara (2006), que distingue a pesquisa quanto aos fins e aos meios. Quanto aos fins, trata-se de uma pesquisa metodológica, pois aplica técnicas de análise energética e financeira para avaliar aviabilidade de implantação de um sistema

fotovoltaico em um hospital universitário. Quanto aos meios, combina pesquisa bibliográfica, documental e estudo de caso, por meio da triangulação de dados.

A investigação tem como objeto empírico a 9ª enfermaria do prédio principal do Hospital Universitário Gaffrée e Guinle (HUGG), composta por 16 leitos e um banheiro com três chuveiros e três vasos sanitários. O HUGG, localizado no Rio de Janeiro e fundado em 1929 sob um modelo arquitetônico neocolonial e pavilhonar, sendo atualmente um patrimônio tombado (Decreto Municipal 23.236/2003). Integrado à Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO) desde 1969 e gerido pela EBSERH desde 2015, o hospital configura-se como uma unidade de ensino e assistência de média e alta complexidade vinculada ao SUS, destacando-se como referência em áreas como AIDS, câncer e ortopedia. Com uma infraestrutura que comporta 233 leitos (incluindo 19 de terapia intensiva), 12 salas cirúrgicas e mais de 100 consultórios, a instituição enfrenta o desafio metodológico de compatibilizar sua preservação histórica e arquitetônica com as constantes demandas de modernização tecnológica e adequação às normas sanitárias vigentes.

A metodologia foi estruturada em quatro etapas complementares: Na primeira etapa realizou-se uma revisão bibliográfica sobre os temas de energia solar fotovoltaica, consumo energético em edificações hospitalares e métodos de análise de viabilidade técnico-financeira. Essa etapa forneceu o embasamento conceitual necessário para fundamentar as análises subsequentes.

Na segunda etapa foram analisadas faturas de energia elétrica do HUGG referentes aos últimos24meses. A partir desses documentos, extraiu-se um conjunto de variáveis como: mês de referência, consumo em kWh (nos horários de ponta e fora de ponta), consumo total mensal e valor pago à concessionária. Esses dados possibilitaram caracterizar o perfil de consumo energético da unidade e estimar os impactos da substituição parcial da matriz energética por fontes renováveis.

A terceira etapa foram realizadas medições diretas de consumo energético na 9ª enfermaria ao longo de seis dias consecutivos (de 8 a 13 de maio de 2025), em horários fixos (06h00, 09h00, 12h00, 18h00, 21h00 e 00h00). As medições foram realizadas com amperímetro tipo alicate, e voltímetro nas três fases. Utilizou-se um formulário padronizado contendo campos específicos para o registro de: data, horário, equipamentos em funcionamento, potência e corrente elétrica, condições ambientais (temperatura), ocupação dos leitos e atividades em curso.

A quarta e última etapa consistiu na análise de viabilidade econômico-financeira, com base nos dados históricos e empíricos coletados, realizou-se a avaliação da viabilidade da implantação do sistema fotovoltaico. Os dados foram organizados em planilhas eletrônicas, no *Excell* e após utilizou-se o*software* para a simulação do projeto de energia solar fotovoltaica do HUGG denominado *PV*SOL premium* (Valentin, 2025). Este *software* é uma ferramenta profissional de planejamento e

simulação para sistemas fotovoltaicos, utilizado na indústria solar para o dimensionamento, modelagem 3D e cálculo de sistemas fotovoltaicos conectados à rede ou autônomos. Permite simular de forma precisa o desempenho energético e a viabilidade econômica do sistema, considerando fatores como sombreamento, orientação do telhado, dados climáticos da localização e as especificações técnicas de módulos e inversores.

Aplicou-se o método do *payback*, que estima o tempo necessário para recuperação do investimento inicial a partir da economia gerada nas contas de energia elétrica. Também foi realizado o dimensionamento do sistema fotovoltaico, considerando a demanda energética verificada e a capacidade de geração estimada.

O Quadro 4 apresenta a matriz metodológica da pesquisa, explicitando os objetivos específicos, os procedimentos adotados, as fontes de dados utilizadas, os instrumentos de coleta empregados e as técnicas de análise aplicadas.

Quadro 4 – Matriz metodológica

Objetivos específicos	Procedimento Metodológico	Fonte de Dados	Instrumentos	Análise
Caracterizar o perfil de consumo energético da enfermaria selecionada	Pesquisa documental	Faturas de energia do HUGG (últimos 24 meses)	Extração de dados de faturas, planilhas eletrônicas (Excel)	Análise quantitativa descritiva
Observar padrões reais de uso de energia no ambiente hospitalar	Estudo de caso com coleta empírica	9ª Enfermaria do HUGG	Medições com alicate amperímetro, termômetros, formulário padronizado	Análise descritiva, identificação de padrões e correlações
Avaliar a viabilidade econômico-financeira	Análise financeira	Dados históricos e empíricos coletados, pesquisas de preços	Cálculo de *Payback* Simples, dimensionamento do sistema	Análise quantitativa de custo-benefício

Fonte: elaborado pelo autor (junho, 2025).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos dados obtidos durante a investigação empírica permitiu traçar um panorama do consumo energético da 9ª enfermaria do Hospital Universitário Gaffrée e Guinle (HUGG), além de fundamentar tecnicamente o dimensionamento e a viabilidade da implementação de um sistema fotovoltaico trifásico.

3.1 PERFIL DE CONSUMO MEDIDO E CARGA INSTALADA

As medições realizadas entre os dias 08 e 13 de maio de 2025 evidenciaram variações expressivas no consumo horário (Tabela 2). O maior pico de potência foi registrado no dia 09/05/2025 (sexta-feira), totalizando 191.4 kWh, com destaque para os horários de 09h00 e 18h00,

com potências de 22.815 W.

Tabela 2- Amostra das medições de corrente (A) e potência total (W) — 08/05/2025 a 13/05/2025

DATA	HORÁRIO	FASEA(A)	FASEB(A)	FASEC(A)	POTÊNCIATOTAL(W)
08/05/2025	06h	1,2	1,0	1,4	**790**
08/05/2025	09h	5,0	9,0	7,2	**4750**
08/05/2025	12h	7,6	5,0	9,0	**4750**
08/05/2025	18h	30,1	25,0	37,3	**21790**
08/05/2025	21h	8,2	11,8	13,8	**6700**
08/05/2025	24h	0,6	1,8	1,2	**790**
09/05/2025	06h	50,73	41,46	45,00	**17400**
09/05/2025	09h	63,00	60,29	51,58	**22250**
09/05/2025	12h	13,07	15,00	17,14	**5750**
09/05/2025	18h	58,43	61,15	55,29	**22250**
09/05/2025	21h	16,00	15,21	14,07	**5750**
09/05/2025	24h	1,23	1,20	1,26	**470**
10/05/2025	06h	15,50	30,50	25,63	**17215**
10/05/2025	09h	5,01	3,18	4,09	**4675**
10/05/2025	12h	3,00	5,27	4,00	**4675**
10/05/2025	18h	25,30	33,00	29,95	**21815**
10/05/2025	21h	4,65	4,65	4,65	**5315**
10/05/2025	24h	0,50	0,76	0,63	**715**
11/05/2025	06h	0,40	0,83	0,63	**715**
11/05/2025	09h	6,09	2,00	4,19	**4675**
11/05/2025	12h	4,09	4,09	4,18	**4675**
11/05/2025	18h	20,15	37,85	30,00	**22815**
11/05/2025	21h	6,35	2,95	4,65	**5315**
11/05/2025	24h	0,40	0,83	0,66	**715**
12/05/2025	06h	0,50	0,73	0,66	**715**
12/05/2025	09h	3,10	5,00	4,19	**4675**
12/05/2025	12h	2,29	3,00	7,00	**4675**
12/05/2025	18h	25,95	33,35	29,65	**16315**
12/05/2025	21h	3,65	3,35	7,00	**5315**
12/05/2025	24h	0,43	0,80	0,66	715
13/05/2025	06h	0,93	0,60	0,36	715
13/05/2025	09h	3,04	1,64	2,34	2675
13/05/2025	12h	2,34	3,14	1,54	2675
13/05/2025	18h	17,18	37,00	27,90	19815
13/05/2025	21h	2,90	2,90	2,90	3315
13/05/2025	**24H**	**0,63**	**0,63**	**0,63**	**715**

Fonte: Autores.

A coleta de dados permitiu identificar padrões de uso energético, evidenciando horários de pico e períodos de menor atividade, essenciais para compreender a dinâmica do sistema elétrico analisado. Observando essas medições, é possível detectar variações significativas entre dias úteis e finais de semana.

A Tabela apresentada mostra a variação da corrente elétrica em amperes nas três fases (A, B e C) e a potência total consumida (em watts) ao longo de diferentes horários em cinco dias distintos, incluindo dias úteis (segunda-feira, terça-feira e quinta-feira) e finais de semana (sábado e domingo). Essa distribuição permite uma análise temporal do perfil de consumo energético, destacando as diferenças entre os dias e os momentos do dia.

Os horários das manhãs (06h e 09h) e da noite (21h e 24h) apresentam consumo reduzido, com

correntes significativamente menores e potências totais inferiores, evidenciando um padrão típico de uso residencial ou comercial em que a demanda é mais baixa fora do horário comercial ou de atividade intensa.

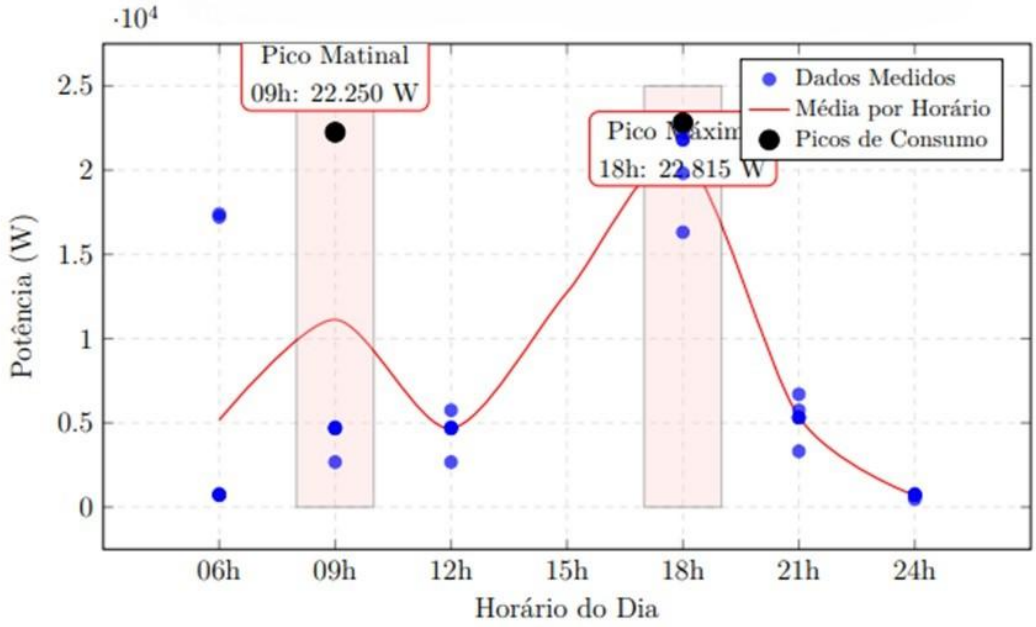
Além disso, as três fases mostram desequilíbrios em alguns horários, com diferenças relevantes na corrente medida entre as fases A, B e C, o que pode indicar cargas não uniformemente distribuídas ou equipamentos com consumo variado por fase, algo que pode ser avaliado para otimização do sistema elétrico e redução de perdas.

Estudos indicam que unidades hospitalares apresentam padrão de consumo energético contínuo, com picos ao longo do dia, o que reforça a atratividade da geração distribuída fotovoltaica (Borges *et al*., 2023; Souza, 2023; Oliveira, 2021). Tais padrões são compatíveis com a curva de geração solar, maximizando o autoconsumo e viabilizando economicamente os projetos, conforme observado também por Santos (2023), em estudo realizado em hospital público do Nordeste brasileiro.

Em síntese, os dados demonstram um perfil típico de consumo energético com picos de demanda no final da tarde, menor consumo nos horários noturnos e matutinos, além de variações diárias que refletem padrões de uso diferenciados entre dias úteis e finais de semana. Essa análise pode subsidiar estratégias de gestão energética, como o balanceamento de cargas e a adoção de medidas para redução do consumo nos horários de pico.

A análise gráfica dos dados medidos permite visualizar claramente os padrões de consumo energético. Conforme apresentado no Gráfico 1, observa-se que os picos de consumo ocorrem predominantemente nos horários das 09h e 18h com valor máximo registrado de 22.815 W. A curva suavizada demonstra a tendência de aumento progressivo do consumo ao longo do dia.

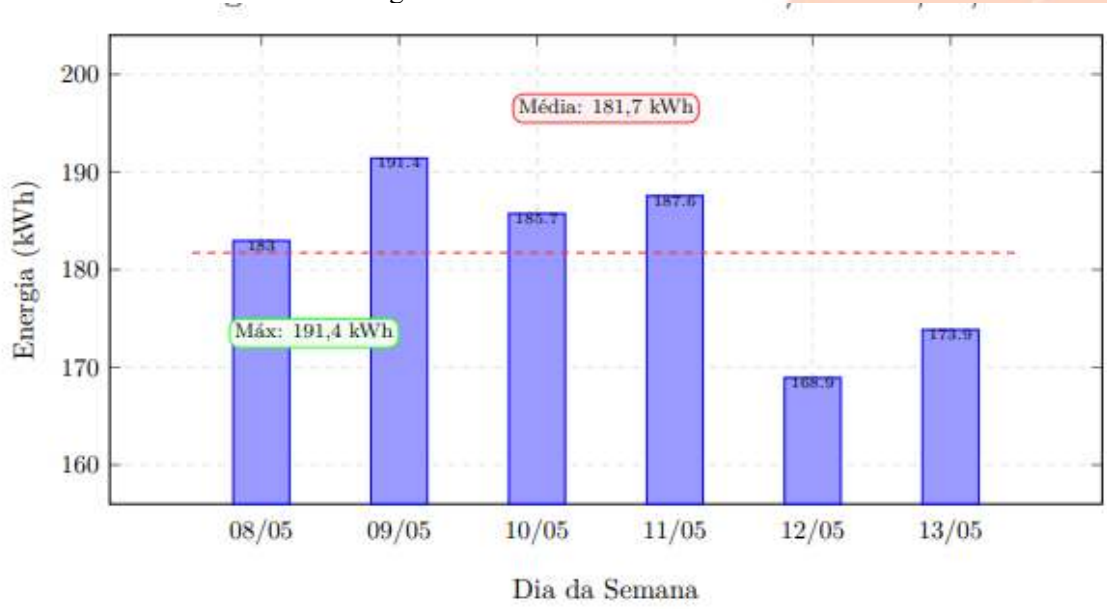
Gráfico 1 – Perfil de Potência por Horário-Período 08/05 a 13/05/2025



Fonte: Autores.

As áreas em vermelho destacam os períodos de maior consumo. O Gráfico 2 apresenta a energia total demandada por dia, calculada a partir das medições de potência. O dia 09/05/2025 apresentou o maior consumo (191,42 kWh), enquanto o dia 12/05/2025 registrou o menor consumo (168,93 kWh), com média geral de 181,74 kWh para o período analisado. Essas variações podem estar relacionadas a diferentes níveis de ocupação da enfermaria e condições climáticas. Na data da coleta dos dados, a temperatura estava entre 18 a 24ºC e a taxa de ocupação da enfermaria era de 14 leitos.

Gráfico 2 – Energia Diária Demandada-Período 08/05 a 13/05/2025



Fonte: Autores.

A energia total demandada por dia, calculada a partir das medições de potência, com base nos dados medidos, foi possível obter um consumo médio diário de 181,7 kWh para a enfermaria, o que representa um consumo mensal de 5.451 kWh. A análise das contas de energia de 2024, considerando que o HUGG é um consumidor de alta tensão com tarifação azul com duas demandas contratadas (ponta e fora de ponta), permitiu projetar o impacto do sistema fotovoltaico proposto de 50,6 kWp, composto por 92 módulos de 550 Wp.

A análise gráfica revela aspectos fundamentais para a viabilidade econômica do projeto. O Gráfico 3 demonstra a relação entre o consumo total do hospital e o consumo específico da enfermaria, evidenciando que, embora a enfermaria represente uma fração modesta do consumo global, seu padrão de consumo segue consistentemente a sazonalidade hospitalar. O segundo Gráfico quantifica o impacto percentual que o sistema fotovoltaico teria no consumo total do HUGG, com reduções mensais entre 1,52% e 2,16% e média anual de 1,75%.

3.2 DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA FOTOVOLTAICO

Combasenamédiadiáriadeconsumode181,7kWh,considerandoumamédiade4,5horas de sol pleno por dia (CRESEBS - Potencial Solar - SunData v3.0), foi dimensionado um sistema com potência de 50,6 kWp considerando um rendimento de 80% (Gonzalez; Martins,2024), composto por 92 placas fotovoltaicas de 550Wp cada, ocupando cerca de 240m2. ATabela 3 especifica o sistema fotovoltaico projetado para atender a demanda de consumo da 9ª enfermaria do prédio principal do Hospital Universitário Gaffrée e Guinle (HUGG).

Tabela 3 – Especificações do sistema fotovoltaico projetado

Item	**Especificação**
Energia média diária	181,7 kWh/dia
Energia média mensal	5317,0kWh/mês
Potência do sistema	50,6 kWp
Módulos solares	92 placas de 550 Wp
Inversor	2 de 25 kW (trifásicos)
Áreaestimada	240m2

Fonte: Autores.

Para estimar o custo de implantação de um sistema fotovoltaico destinado ao fornecimento de energia elétrica para aquecimento de água no Hospital Universitário Gaffrée Guinle, foram consideradas referências técnicas e comerciais amplamente reconhecidas no setor de energia solar no Brasil.

A Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR), principal entidade representativa do setor, publica periodicamente boletins e relatórios com os custos médios por quilowatt-pico (kWp) instalados. Em 2024, o valor médio para sistemas conectados à rede (*on-grid*) variava entre R$ 4.000 e R$ 5.000 por kWp, considerando variações regionais e o porte do sistema.

Complementarmente, foram analisados orçamentos simulados e públicos de empresas instaladoras como Solfácil, Aldo Solar, SolarZ, Portal Solar e Ecori Energia Solar, as quais oferecem *kits* completos com ou sem instalação (Tabela 4). Esses *kits*, quando vendidos sem serviços adicionais, apresentam preços médios entre R$ 3800 e R$ 4800/kWp, valor que se eleva ao incluir projeto, mão de obra, homologação, transporte e margem da empresa, atingindo a mesma faixa de R$ 4.000 a R$ 5.000/kWp verificada pela ABSOLAR.

Tabela 4 – Estimativa de custo por fonte consultada

Fonte/Plataforma	Tipodesistema	Capacidade(kWp)	Faixa estimada (R$/kWp)	Custototales-timado (R$)
PortalSolar	Comercial	12	4.200–4.300	63.000–64.500
Greener/PortalSolar	Equipamento+instalação	15	5.000	75.000
Habitissimo(RI)	Residencial	-	4.000–4.500	60.000–67.500
MercadoLivre - Kits	Apenasequipamentos	-	3,80–4,80	-
ABSOLAR	Referênciainstitucional	-	4.000–5.000	-

Fonte: Autores.

Com base nas referências acima, adotou-se como base para este estudo uma faixa média realista entre R$ 4.300 e R$ 4.900 por kWp, aplicada a um sistema trifásico comercial de 50,6 kWp, adequado às necessidades da unidade hospitalar (Tabela 5).

Tabela 5-Estimativa de custo do sistema fotovoltaico (15,3kWp)

Custo por kWp(R$)	Capacidade Total (kWp)	Valor estimado (R$)
4.300	50,6	217.580,00
4.900	50,6	247.940,00

Fonte: Autores.

Essa estimativa é compatível com os dados de mercado para sistemas de porte semelhante instalados no estado do Rio de Janeiro, considerando condições comerciais padrão e custos operacionais típicos. Portanto, os valores utilizados neste estudo são representativos da realidade técnica e econômica atual do setor fotovoltaico nacional, o que garante solidez à análise de viabilidade do projeto em conformidade com os princípios do ODS 7 – Energia Limpa e Acessível.

3.3 ANÁLISE ECONÔMICA E INDICADORES DE VIABILIDADE

A unidade hospitalar em estudo enquadra-se no Grupo Tarifário A4, sob a modalidade Tarifa Azul, com demandas contratadas de 700 kW para o horário de ponta e 350 kW para o fora de ponta. Na Tabela 6, apresenta-se o histórico de consumo referente ao ano de 2023, distinguindo o consumo geral do consumo específico da 9ª Enfermaria.

Tabela 6 – Consumo fora de ponta e no horário de ponta de 2023

MÊS	FORA DE PONTA (KWH)	PONTA (KWH)	TOTAL MENSAL (KWH)
JANEIRO	374.746,00	5.802,10	380.548,10
FEVEREIRO	359.756,00	5.240,60	364.996,60
MARÇO	376.859,00	5.802,10	382.661,10
ABRIL	341.800,00	5.614,93	347.414,93
MAIO	340.069,00	5.802,10	345.871,10
JUNHO	268.573,00	5.614,93	274.187,93
JULHO	245.580,00	5.802,10	251.382,10
AGOSTO	264.083,00	5.802,10	269.885,10
SETEMBRO	320.487,00	5.614,93	326.101,93
OUTUBRO	325.347,00	5.802,10	331.149,10
NOVEMBRO	327.447,00	5.614,93	333.061,93
DEZEMBRO	332.851,00	5.802,10	338.653,10
TOTAL ANUAL	**3.877.598,00**	**68.814,02**	**3.946.412,02**

Fonte: Autores.

Para fins de viabilidade econômica, realizou-se a comparação entre o custo do kWh da unidade hospitalar (considerando incentivos fiscais) e uma unidade residencial convencional (Grupo B1). Para a conta residencial, foram expurgados valores relativos a multas e juros de mora para garantir a isonomia da comparação, resultando em um custo médio de R$ 1,20/kWh.

No caso hospitalar, a análise incidiu sobre a fatura de setembro, cujo valor bruto foi ajustado pela aplicação de benefícios fiscais (PIS, COFINS, IRPJ e CSLL), totalizando uma dedução de R$ 26.518,94 (7,03% de desconto sobre a fatura base). O custo médio apurado foi de R$ 1,17/kWh, conforme a equação:

$$C_{médio} = \frac{\text{Valor Total com Benefícios (R\$)}}{\text{Consumo Total (kWh)}} = \frac{375.374,44}{320.487} \approx 1,171 \text{R\$/kWh} \quad (1)$$

A composição dos benefícios fiscais aplicados ao hospital está detalhada na Tabela 7.

Tabela 7– Benefícios fiscais

BENEFÍCIOS FISCAIS	COFINS	R$ 11.261,23	42,5% DO BENEFÍCIO TOTAL
	IRPJ	R$ 9.064,03	34,2% do benefício total
	CSLL	R$ 3.753,75	14,1% do benefício total
	PIS	R$ 2.439,93	9,2% do benefício total
TOTAIS	**Desconto Total**	**R$ 26.518,94**	**7,03% de redução na fatura**

Fonte: Autores.

A comparação final entre os grupos tarifários demonstra que a tarifa do hospital universitário é 2,5% inferior à residencial. Essa vantagem competitiva é sustentada predominantemente pela manutenção dos benefícios fiscais institucionais e pela escala de consumo do Grupo A4. Com os benefícios, representando uma economia de **7%** graças ao regime fiscal especial para instituições de saúde universitárias.

O valor estimado para implantação do sistema varia entre R$ 217.580,00 e R$ 247.940,00, considerando estrutura, cabeamento, mão de obra e homologação (Tabela 8). Com base nas faturas de 2024 preço médio do kWh é R$ 1,17, a economia mensal seria de aproximadamente conforme detalhado a seguir na tabela.

Tabela 8 - Redução de Consumo e Economia com Sistema Fotovoltaico

Mês	Consumo(kWh)	Enf.(kWh)	Red. (%)	Econ.(kWh)	Econ.(R$)*
Jan	374.747	6.215	1,66	6.215	7.272
Fev	359.756	5.960	1,66	5.960	6.973
Mar	376.860	5.724	1,52	5.724	6.697
Abr	341.800	5.633	1,65	5.633	6.591
Mai	340.069	5.633	1,66	5.633	6.591
Jun	268.573	5.464	2,03	5.464	6.393
Jul	245.580	5.317	2,16	5.317	6.221
Ago	264.083	5.464	2,07	5.464	6.393
Set	320.487	5.789	1,81	5.789	6.773
Out	325.347	6.078	1,87	6.078	7.111
Nov	327.447	5.960	1,82	5.960	6.973
Dez	327.447	6.078	1,86	6.078	7.111
Total	**3.871.796**	**68.315**	**1,76**	**68.315**	**79.899**

Fonte: Autores.

$$Payback = \frac{\text{Investimento}}{\text{Economia Anual}} = \frac{217.580}{79.899} = 2,723 \text{ anos} \approx \mathbf{2, 8\ anos} \quad (2)$$

$$Payback = \frac{\text{Investimento}}{\text{Economia Anual}} = \frac{247.940}{79.899} = 3,103 \text{ anos} \approx \mathbf{3, 2\ anos} \quad (3)$$

A relação entre o investimento e a economia aponta para um *payback* médio inferior a 4 anos, o que reforça a atratividade do projeto. Além disso, considerando a vida útil dos painéis (superior a 10 anos), a geração de energia se torna praticamente gratuita após o retorno do investimento.

Dessa forma, o sistema fotovoltaico projeta um tempo de retorno inferior a 4 anos, o que representa uma condição altamente atrativa, especialmente para investimentos em infraestrutura hospitalar. Conforme registrado nas estimativas técnicas, a faixa de *payback* esperada varia entre 2 anos e 8 meses a 3 anos e 2 meses, dependendo das oscilações do consumo energético e das tarifas praticadas.

A viabilidade econômica observada neste estudo corrobora resultados encontrados por autores como Gavioli *et al*. (2021), cujo estudo em hospital de médio porte demonstrou *payback* inferior a 3 anos, com economia anual superior a R$ 250 mil. De modo semelhante, Souza (2023)

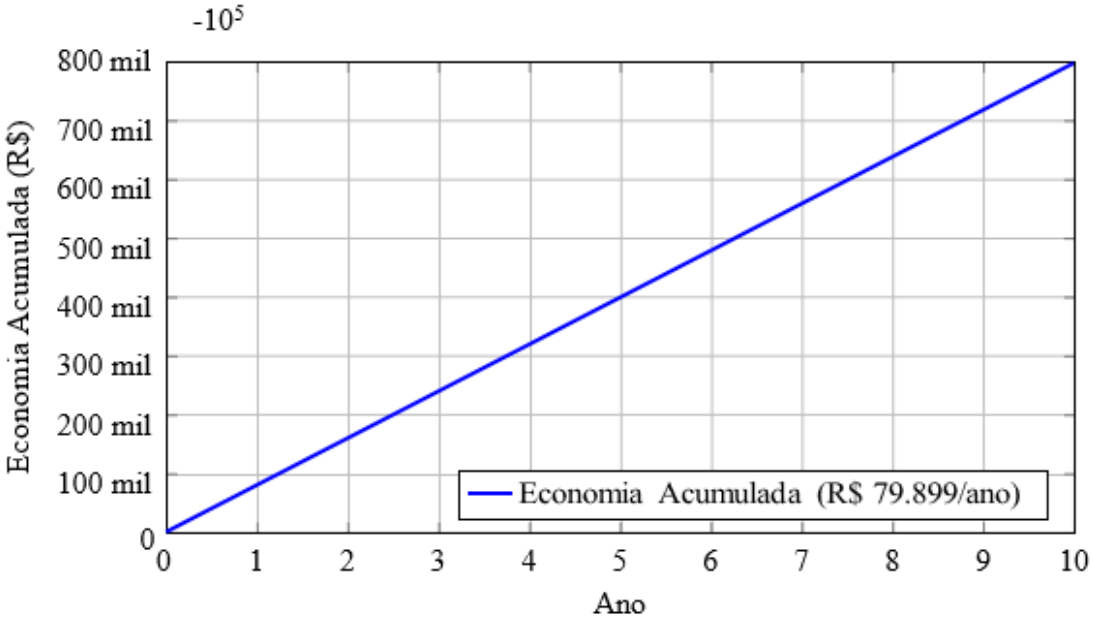
indica que o investimento inicial em sistemas fotovoltaicos pode ser amortizado em curto prazo, especialmente em edificações com alto consumo energético contínuo.

O estudo confirma que a adoção de sistemas fotovoltaicos em instituições hospitalares é técnica e economicamente viável, mesmo em ambientes com alta demanda contínua. A estabilidade do consumo, aliada à previsibilidade da geração solar e à redução de custos, posiciona os hospitais como locais estratégicos para políticas de sustentabilidade energética.

A análise empírica também evidenciou a importância do monitoramento da ocupação dos leitos e do uso eficiente dos equipamentos, sobretudo em horários de pico. Observou-se, por exemplo, que os equipamentos de climatização e aquecimento respondem por uma parcela significativa da demanda, sugerindo oportunidades de racionalização de consumo e complementação com estratégias de eficiência energética.

O Gráfico 3 mostra o cenário de economia acumulada ao longo de 10 anos com a implantação do sistema fotovoltaico. Com uma economia anual estimada de R$ 79.899,00 o sistema geraria uma economia total de aproximadamente R$ 1.597.980,00 ao final de sua vida útil (10 anos), tornando-se um investimento altamente vantajoso.

Gráfico 3– Energia Acumulada com Sistema Fotovoltaico ao longo de 10 anos



Fonte: Autores.

Em estudo realizado no Hospital HU da Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR), Dualk *et al*. (2020) demonstraram que a implantação de sistema fotovoltaico resultou em redução de 28% na fatura mensal de energia, com reflexos positivos na gestão orçamentária da unidade. No caso do HUGG, é de apenas 1,75%, embora aparentemente modestos, representam uma contribuição significativa considerando o porte da intervenção frente à escala total do hospital.

Estudos recentes demonstram que a adoção da energia solar fotovoltaica no setor hospitalar representa uma alternativa não apenas viável economicamente, mas estratégica sob a perspectiva da sustentabilidade ambiental, da eficiência energética e da racionalização orçamentária (Dias, 2020; Moraes, 2022; Borges *et al*., 2023). A literatura especializada tem destacado que os hospitais, por operarem de forma ininterrupta e apresentarem elevado consumo energético, configuram-se como ambientes ideais para a implantação de sistemas fotovoltaicos, especialmente quando bem dimensionados e adaptados às particularidades estruturais da edificação (Oliveira; Rocha, 2021; Souza, 2023).

Além dos ganhos financeiros, vale ressaltar que a implementação de sistemas fotovoltaicos permite ainda a geração de empregos diretos e indiretos, além de estimular a capacitação de profissionais locais e o fortalecimento da cadeia produtiva regional de energias renováveis (Melo; Almeida, 2023).

A experiência analisada neste estudo dialoga com os achados de Dias (2020), que avaliou a viabilidade técnico-financeira de um sistema fotovoltaico no Complexo Hospitalar de Niterói, observando uma economia expressiva e o potencial de expansão do sistema para maior cobertura da demanda energética. De modo similar, Borges *et al.* (2023) demonstraram que a instalação de painéis fotovoltaicos no Hospital São Sebastião (SC) gerou uma economia anual de 77,5% na fatura elétrica, evidenciando o impacto positivo do investimento.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise realizada neste estudo evidencia a viabilidade técnica e econômica da implantação de um sistema fotovoltaico em uma unidade hospitalar pública localizada em área urbana. A combinação de dados empíricos com análises energéticas e financeiras demonstrou que, mesmo em ambientes com consumo elevado e contínuo, é possível alcançar significativas reduções de custos com retorno rápido do investimento inicial. O sistema dimensionado para a 9ª enfermaria do HUGG, com potência instalada de 50,6 kWp, tem potencial de gerar economias superiores a um milhão e meio ao longo de 10 anos, consolidando-se como uma alternativa estratégica para a gestão eficiente de recursos públicos.

Diante da crise climática e das recorrentes restrições orçamentárias no setor público, este estudo oferece subsídios técnicos para gestores hospitalares e formuladores de políticas públicas que visam à transição energética e à modernização da infraestrutura. Recomenda- se, para estudos futuros, a ampliação da análise para outros setores hospitalares e a consideração de estratégias complementares de eficiência energética.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Richardson Salomão de Araújo; RODRIGUES, Marinaldo de Jesus dos Santos Rodrigues; BRITO, AlaanUbaiara Brito; MACÊDO, Wilson Negrão. Dimensionamento, simulação e análise econômica de um sistema fotovoltaico conectado à rede com armazenamento de energia, para um hospital em Macapá. **Anais Congresso Brasileiro de Energia Solar – CBENS**, [S. l.], p. 1–10, 2022.

ASSAF NETO, Alexandre e MARTINS, Eliseu. **Administração Financeira**. São Paulo, Atlas, 1.985

BORGES, J. L.; NIERO, T. B.; MARTINS, G. V.; TEZA, J. Análise técnica e financeira para implantação de um sistema fotovoltaico no hospital São Sebastião no município de Turvo/SC. **Revista UNICREA**, v. 1, n. 2, p. 17–51, 2023.

BRASIL. **Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009**. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 2009.

BRASIL. **Lei nº 12.550, de 15 de dezembro de 2011.** Autoriza o Poder Executivo a criar a empresa pública denominada Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares – EBSERH. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/lei/l12550.htm. Acesso em: 24 fev. 2025.

BRASIL. Lei nº 14.300, de 6 de janeiro de 2022. Institui o Marco Legal da Geração Distribuída. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2022.

CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA. **Potencial Solar** – SunData v3.0. Rio de Janeiro: CEPEL, 2025. Disponível em: https://cresesb.cepel.br/index.php#data.

DIAS, Damiana Pâmella da Silva. Estudo de implantação de um sistema de produção de energia solar através de painéis fotovoltaicos em um hospital. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento.** Ano 05, Ed. 05, Vol. 13, pp. 57-75. Maio de 2020. ISSN: 2448-0959.

DUAIK, Isis Restivo; FERRAZ, Diogo; SILVEIRA, Naijela; POLLONI, Eduardo e REBELATTO, Daisy A. N. Viabilidade Financeira da Implementação de um Sistema Fotovoltaico: O caso do HU-UFSCAR. Contribuições da Engenharia de Produção para a Gestão de Operações Energéticas Sustentáveis. In: XL **Encontro Nacional de Engenharia de Produção.** Foz do Iguaçu, Paraná, outubro, 2020.

EBSERH - Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares. **Sobre os Hospitais Universitários Federais**. 2025. Disponível em: https://www.gov.br/ebserh/pt-br/hospitais-universitarios/sobre-os-hospitais-universitarios-federais. Acesso em: 24 fev. 2025.

GAVIOLI, Ana Maria; FREDERICO, Maristela; PEREIRA, Victor Hugo; ALBAREDA, Alexandra. Viabilidade financeira para implantação de painéis fotovoltaicos em um hospital público do município de Curitiba / Financial viability for theimplantationofphotovoltaicpanels in a public hospital ofthecityof Curitiba**. BrazilianJournalofDevelopment**, [S. l.], v. 7, n. 1, p. 9644–9660, 2021.

GONZALEZ J.; MARTINS F. Performance study of a photovoltaic system operating on the southeastern coast of Brazil**. IEEE Latin America Transactions,** v. 22, Issue: 5, may 2024) 5, May 2024).

HUGG - Hospital Universitário Gaffrée e Guinle. **História. 2020**. Disponível em: https://www.unirio.br/prae/hugg_geral/front-page. Acesso em: 24 fev. 2025.

MELO, D. S. C.; ALMEIDA, A. G. S. Simulação de um sistema solar combinado em um hospital localizado no semiárido do nordeste brasileiro. **Desafios – Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins**, v. 10, n. 1, 2023.

MORAES, G. E. **Viabilidade técnica e econômica de um sistema fotovoltaico em um hospital veterinário de Dourados**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Energia) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2022.

OLIVEIRA, Joyce Éllen Santos de; RAMOS, Heidy Rodriguez. Análise da eficiência energética promovida pela implementação de placas solares em hospitais no contexto nacional e internacional. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v. 09, nº69,2021. Disponível em https://www.academia.edu/99289240/. Acesso em 01 de out. 2024.

OLIVEIRA, K. A.; ROCHA, L. S. **Análise da viabilidade econômica para implantação de um sistema fotovoltaico no Hospital de Doenças Tropicais** – HDT em Araguaína – TO. Araguaína: [s.n.], 2021. 43 f.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável.** Nova York: ONU, 2015. Disponível em: https://brasil.un.org/pt-br/91863-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustentavel. Acesso em: 16 maio 2025.

SANTOS, R. A. P. dos. **Sistema fotovoltaico aplicado a um hospital do semiárido cearense. Pau dos Ferros:** Universidade Federal Rural do Semiárido, 2023. 37 f.

SILVA, Jean Rodrigues Pompeu. Instalação de sistema fotovoltaico em unidade de saúde pública: análise de viabilidade econômica. **Revista Competitividade e Sustentabilidade**, [S. l.], v. 7, n. 1, p. 175–189, 2020.

SOUZA, Leonardo Gonçalves de. **Dimensionamento e viabilidade econômica de um sistema fotovoltaico em unidade hospitalar**.2023. Engenharia Elétrica – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - IFG, Itumbiara, 75 p. 2023.

UNIRIO – Universidade Federal do estado do Rio de Janeiro. **Relatório de gestão 2024**. Disponível em http://www.unirio.br. Acesso em: 24 fev. 2025.

VALENTIN SOFTWARE GMBH. **PV*SOL premium**. Versão 2025 (R6). Berlim: Valentin Software GmbH, 2025. Disponível em: https://valentin-software.com/en/products/pvsol-premium/. Acesso em: 21 nov. 2025.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 11. ed. São Paulo: Atlas, 2006.