



INSTITUTO FEDERAL GOIANO – CAMPUS RIO VERDE

DIRETORIA DE ENSINO

GERÊNCIA DE ENSINO DE GRADUAÇÃO

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL



ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA PARA IMPLANTAÇÃO DE CARPORT FOTOVOLTAICO NO ESTACIONAMENTO DO HOSPITAL MUNICIPAL DE MONTIVIDIU-GO

Autor: João Vitor Morais Pascoal

Orientador: Prof. Dr. João Areis F. Barbosa Jr

Rio Verde - GO

Agosto - 2026

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CÂMPUS RIO VERDE
BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

**ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA PARA
IMPLANTAÇÃO DE CARPORT FOTOVOLTAICO NO
ESTACIONAMENTO DO HOSPITAL MUNICIPAL DE
MONTIVIDIU-GO**

Autor: João Vitor Morais Pascoal

Orientador: Prof. Dr. João Areis F. Barbosa Jr

Trabalho de Curso apresentado ao Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, como requisito parcial para obtenção do Grau de BACHAREL em Engenharia Civil.

Rio Verde - GO

Agosto – 2026

**Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática do Sistema Integrado de Bibliotecas do IF Goiano - SIBi**

P281e Pascoal, João Vitor Moraes
ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA PARA
IMPLANTAÇÃO DE CARPORT FOTOVOLTAICO NO
ESTACIONAMENTO DO HOSPITAL MUNICIPAL DE
MONTIVIDIU-GO / João Vitor Moraes Pascoal. Rio Verde

58f. il.

Orientador: Prof. Dr. João Areis Ferreira Barbosa Júnior.
Tcc (Bacharel) - Instituto Federal Goiano, curso de 0220084 -
Bacharelado em Engenharia Civil - Integral - Rio Verde
(Campus Rio Verde).

1. Estacionamento Fotovoltaico. 2. Energia Fotovoltaica. 3.
Viabilidade Econômica. 4. Hospital Público. I. Título.

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

- ☐ Tese (doutorado)
☐ Dissertação (mestrado)
☐ Monografia (especialização)
☒ TCC (graduação)

- ☐ Artigo científico
☐ Capítulo de livro
☐ Livro
☐ Trabalho apresentado em evento

☐ Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

JOÃO VITOR MORAIS PASCOAL

Matrícula:

2015102200840401

Título do trabalho:

ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA PARA IMPLANTAÇÃO DE CARPORT FOTOVOLTAICO NO
ESTACIONAMENTO DO HOSPITAL MUNICIPAL DE MONTIVÍDIU-GO

RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: ☒ Não ☐ Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 19 / 08 / 2026

O documento está sujeito a registro de patente? ☐ Sim ☒ Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? ☐ Sim ☒ Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

RIO VERDE – GO

Local

19 / 08 / 2026

Data

Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:

Assinatura do(a) orientador(a)

Regulamento de Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) – IF Goiano - Campus Rio Verde

ANEXO V - ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO

Aos dezessete dias do mês de agosto de dois mil e vinte e seis às quatorze horas, reuniu-se a Banca Examinadora composta por: Prof. João Areis Ferreira Barbosa Júnior (orientador), Prof. Vilmar Domingos da Silva Neto e Prof. Hevêncio Henrique Coelho Dias, para examinar o Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) intitulado “ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA PARA IMPLANTAÇÃO DE CARPORT FOTOVOLTAICO NO ESTACIONAMENTO DO HOSPITAL MUNICIPAL DE MONTIVÍDIU-GO ” de João Vitor Morais Pascoal, estudante do curso de Bacharelado em Engenharia Civil do IF Goiano – Campus Rio Verde, sob Matrícula nº 2015102200840401. A palavra foi concedida ao(à) estudante para a apresentação oral do TC, em seguida houve arguição do candidato pelos membros da Banca Examinadora. Após tal etapa, a Banca Examinadora decidiu pela APROVAÇÃO, do(a) estudante. Ao final da sessão pública de defesa foi lavrada a presente ata, que, após apresentação da versão corrigida do TC, foi assinada pelos membros da Banca Examinadora.

Rio Verde, 17 de agosto de 2026.

(Assinado eletronicamente)

João Areis Ferreira Barbosa Júnior

Orientador(a)

(Assinado eletronicamente)

Vilmar Domingos da Silva Neto

Membro da Banca Examinadora

(Assinado eletronicamente)

Hevêncio Henrique Coelho Dias

Membro da Banca Examinadora

Documento assinado eletronicamente por:

- **Joao Areis Ferreira Barbosa Junior**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO , em 17/08/2026 15:09:38.
- **Vilmar Domingos da Silva Neto**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO , em 17/08/2026 15:22:02.
- **Hevencio Henrique Coelho Dias**, PROF ENS BAS TEC TECNOLOGICO-SUBSTITUTO , em 17/08/2026 15:22:28.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 11/08/2026. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 846856

Código de Autenticação: e8b920b1da



AGRADECIMENTOS

Antes de tudo, agradeço ao Divino Pai Eterno, por sempre interceder nos momentos difíceis e conceder as forças necessárias para concluir as etapas mais importantes da minha vida.

Agradeço à minha mãe pelo seu apoio incondicional, que foi fundamental para que eu chegasse até aqui.

Um agradecimento especial ao meu orientador, Prof. Dr. João Areis F. Barbosa Jr., que não mediu esforços e demonstrou enorme dedicação durante todo o desenvolvimento deste trabalho.

Por fim, agradeço aos professores membros da banca examinadora por aceitarem o convite e se prontificarem a participar deste momento tão importante da minha trajetória.

RESUMO

PASCOAL, João Vitor Moraes. **ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA PARA IMPLANTAÇÃO DE UM ESTACIONAMENTO CARPORT FOTOVOLTAICO NO HOSPITAL MUNICIPAL DE MONTIVIDIU-GO**. 2026. 58p. Monografia (Curso Bacharelado em Engenharia Civil). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – *campus* Rio Verde, Rio Verde, GO, 2026.

O presente trabalho analisou a viabilidade econômica da implantação de um estacionamento fotovoltaico no Hospital Municipal de Montividiu–GO, por meio da estimativa dos investimentos necessários e da avaliação de seus respectivos retornos financeiros. Para isso, foi realizado o levantamento do consumo médio mensal de energia elétrica da unidade, o dimensionamento das vagas de estacionamento e a obtenção de orçamentos junto a empresas especializadas. As análises econômicas foram realizadas utilizando os indicadores de Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR) e Payback descontado. Os resultados demonstraram que todas as propostas analisadas apresentaram viabilidade econômica, com Valor Presente Líquido positivo, Taxa Interna de Retorno superior à taxa mínima de atratividade e período de retorno do investimento (Payback) máximo de quatro anos e 1 mês. Com base no resultado, conclui-se que a implantação de um estacionamento fotovoltaico constitui como uma alternativa técnica e economicamente viável, contribuindo para a redução dos gastos com energia elétrica, melhoria da infraestrutura hospitalar e maior eficiência na aplicação dos recursos públicos.

PALAVRAS-CHAVE: Estacionamento Fotovoltaico, Energia Fotovoltaica, Viabilidade Econômica, Hospital Público.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Histórico mensal de consumo	26
Tabela 2 - Dados da unidade consumidora.....	27
Tabela 3 - Informações módulo fotovoltaico Tsun	30
Tabela 4 - Composição de custos	41
Tabela 5 - Informações dos sistemas propostos	44
Tabela 6 - Indicadores empresa 01	45
Tabela 7 - TIR mensal empresa 01	45
Tabela 8 - Indicadores empresa 02	46
Tabela 9 - TIR mensal empresa 02	47
Tabela 10 - Indicadores empresa 03	48
Tabela 11 - TIR mensal empresa 03	49

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Arranjo Fotovoltaico.....	19
Figura 2 - Tipo de inversores.....	20
Figura 3 – Esquema de ligação utilizando bateria e controlador de carga.	21
Figura 4 - Esquema de ligação SFI e SFCR	22
Figura 5 - Exemplo de ligação SFH	22
Figura 6 - Estrutura carport	23
Figura 7 - Localização do município de Montividiu e do hospital municipal.....	25
Figura 8 - Área do Hospital Municipal de Montividiu.....	26
Figura 9 - Planta estacionamento.....	38

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Histórico de consumo	36
Gráfico 2 - Comparação de consumo e geração o de energia	41
Gráfico 3 - Comparativo das propostas	43
Gráfico 4 – Comparativo custos x orçamentos.....	50

LISTA DE ABREVIações E SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica

CA - Corrente Alternada

CBMGO - Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Goiás

CC - Corrente Contínua

CIGS - Seleneto de Cobre, Índio e Gálio

CIS - Sulfeto de Cobre e Índio

CO₂ - Dióxido de Carbono

CPV - Fotovoltaico Concentrado

CRESESB - Centro de Referência para as Energias Solar e Eólica Sérgio de Brito

DPS - Dispositivo de Proteção Contra Surtos

EPE - Empresa de Pesquisa Energética

FDI - Fator de Dimensionamento do Inversor

FV – Fotovoltaico

GOINFRA - Agência Goiana de Infraestrutura e Transportes

GW - Gigawatt

HSP - Horas de Sol Pleno

kWh - Quilowatt-hora

kWp - Quilowatt-pico

MME - Ministério de Minas e Energia

NVI - Número de Vagas para Idosos

NVPCD - Número de Vagas para Pessoas com Deficiência

OPV - Célula Fotovoltaica Orgânica

PCA - Potência Nominal em Corrente Alternada

PD - Payback Descontado

SFI - Sistema Fotovoltaico Isolado

SFCR - Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede

SFH - Sistema Fotovoltaico Híbrido

SINAPI - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil

TIR - Taxa Interna de Retorno

TMA - Taxa Mínima de Atratividade

TSD - Taxa Social de Desconto

VPL - Valor Presente Líquido

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
1.1. Objetivo Geral	15
1.2. Objetivos Específicos.....	15
1.3. Justificativa	15
2. REVISÃO TEÓRICA.....	17
2.1. Matriz elétrica do brasil e avanço de energia fotovoltaica	17
2.2. Energia fotovoltaica	18
2.3. Módulo fotovoltaicos	18
2.4. Inversores, controladores de carga e baterias	19
2.5. Configurações de sistemas fotovoltaicos.....	21
2.6. Estacionamento fotovoltaico.....	23
2.7. Viabilidade econômica de projetos fotovoltaicos.....	24
3. MATERIAIS E MÉTODOS	25
3.1. Caracterização da área de estudo	25
3.2. Levantamento de dados de consumo	26
3.3. Dimensionamento das vagas do estacionamento	28
3.4. Pré-dimensionamento do sistema fotovoltaico.....	29
3.5. Orçamento do estacionamento fotovoltaico	32
3.6. Avaliação do custo-benefício da implantação do estacionamento fotovoltaico	33
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	36
4.1. Consumo do hospital	36
4.2. Dimensionamento estacionamento.....	36
4.3. Pré-Dimensionamento do sistema fotovoltaico	39
4.4. Análise de viabilidade econômica	41

5. CONCLUSÃO	51
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52

1. INTRODUÇÃO

A energia elétrica desempenha um papel fundamental no modo de vida que conhecemos, sustentando processos nas mais diversas áreas, como indústrias, agricultura e serviços essenciais, como saúde, educação, transporte e alimentação, essa dependência torna a eletricidade um elemento crucial para o funcionamento da sociedade moderna (CURY et al., 2021). Logo, a segurança energética, compreendida como a capacidade de assegurar o fornecimento contínuo e confiável de energia, com tarifas acessível, respeitando questões ambientais, constitui elemento essencial para garantir o desenvolvimento socioeconômico sustentável (Kocaslan, 2014).

No Brasil, a matriz elétrica permanece dependente das usinas hidrelétricas, modelo esse suscetível à variabilidade climática e às oscilações nos custos de geração. Essas limitações têm impulsionado a busca por alternativas capazes de diversificar a matriz e fortalecer o sistema. (Paim et al., 2019).

Nesse cenário, a energia fotovoltaica vem se consolidando como alternativa fundamental, ampliando sua participação na matriz elétrica e contribuindo para a redução de emissões de gases do efeito estufa e o aumento da segurança energética. Esse avanço está associado a abundância do recurso solar no país, políticas de incentivo e custos mais acessíveis, viabilizando sua implantação. (SILVA et al., 2024).

Mesmo com o avanço na diversificação da matriz elétrica no Brasil, o consumo de energia elétrica é um desafio recorrente, logo a adoção de sistema fotovoltaicos se apresenta como uma estratégia para economia de gastos em diversos tipos de ambientes. Como no caso de hospitais, que desenvolvem funções de alta complexidade e funcionam sem interrupções, juntamente com a utilização de equipamentos de alto desempenho, como aparelhos de suporte à vida e sistemas de climatização. Em razão disso, esses locais consomem uma alta quantidade de energia elétrica, impactando diretamente na gestão financeira dessas instituições (Azevedo, 2011; EDP, 2025)

Fato esse que se assemelha a realidade do Hospital Municipal de Montividiu (GO), que apresenta elevados custo na conta de energia elétrica. Em razão disso o presente trabalho irá abordar o estudo de implantação de um estacionamento fotovoltaico no local, ou seja, um estacionamento coberto com placas solares, a fim de verificar seu potencial em reduzir despesas e suprir uma necessidade de infraestrutura da instituição.

1.1. Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo analisar a viabilidade econômica da implantação de um estacionamento do tipo carport, coberto com placas solares no Hospital Municipal de Montividiu – GO, verificando os investimentos necessários e seus respectivos retornos financeiros.

1.2. Objetivos Específicos

1. Estimar o consumo médio mensal de energia elétrica do hospital;
2. Dimensionar o número de vagas do estacionamento coberto;
3. Orçar o custo de implantação do estacionamento fotovoltaico;
4. Avaliar o custo-benefício da implantação do estacionamento fotovoltaico.

1.3. Justificativa

Estudos indicam que o Brasil apresenta elevado potencial de geração de energia fotovoltaica, não apresentando grandes variações na oferta de radiação solar, fato que posiciona o país em situação de destaque, quando se trata de disponibilidade solar, a região centro-oeste em especial, apresenta irradiação solar média anual de 5,20 kWh/m²/dia (PEREIRA et al., 2017). Nesse contexto, explorar a abundância do recurso solar representa uma estratégia que atende a diversificação da matriz elétrica e a sustentabilidade energética.

Além disso, a adoção de sistemas fotovoltaicos pode reduzir de maneira expressiva os custos com eletricidade de diversos tipos de edificações, como no caso de hospitais, que em particular apresentam elevado consumo de energia elétrica devido ao seu funcionamento contínuo. Para que o sistema seja eficiente, deve-se analisar de forma criteriosa o local a ser atendido, respeitando suas especificidades e a sua demanda de energia elétrica, possibilitando assim o correto funcionamento do sistema e garantindo economia com a eletricidade. (OLIVEIRA; RAMOS, 2021).

No que diz respeito ao Hospital Municipal de Montividiu – GO, o elevado custo com o fornecimento de energia elétrica e a inexistência de estacionamento coberto, representa uma oportunidade de implantação de um estacionamento fotovoltaico, onde módulos solares funcionam

simultaneamente como geradores de energia elétrica e cobertura de vagas, resultando assim em produção de energia limpa, conforto térmico para usuários e veículos e melhoria na infraestrutura do hospital. Diante disso, a realização deste estudo, que consiste em analisar a viabilidade econômica dessa alternativa é justificada devido o potencial solar da região, a contribuição ambiental, a possibilidade de redução de custos na conta de energia, a eficiência do fornecimento de energia e a utilização sustentável do espaço público.

2. REVISÃO TEÓRICA

2.1. Matriz elétrica do Brasil e avanço de energia fotovoltaica

O Brasil se destaca por possuir uma das matrizes elétricas mais renováveis do mundo, resultado de décadas de investimentos em hidrelétricas e da incorporação crescente de alternativas sustentáveis como a energia solar, eólica e biomassa (EPE, 2025). Apesar disso a estrutura da matriz elétrica ainda é marcada pela predominância da geração hidrelétrica, que responde por 44,5% da capacidade instalada de geração, segundo o boletim de monitoramento do sistema elétrico brasileiro (MME, 2025). A predominância das hidrelétricas torna o sistema vulnerável a oscilações climáticas, especialmente em períodos de estiagem, quando há necessidade de acionamento das termelétricas, elevando os custos e as emissões de gases de efeito estufa. (Burnquist, Denny, 2021; SILVA ET AL., 2025).

Nesse contexto, a adoção de novas fontes de energias renováveis vem se consolidando como um caminho para a diversificação da matriz elétrica, contribuindo assim para o fortalecimento e segurança do setor energético. Exemplo disso é a energia solar, que apresentou taxas de crescimento expressivas, impulsionadas pelos altos níveis de irradiação solar, custos mais atraentes e políticas públicas de incentivo (David ET AL., 2024).

O Brasil apresenta níveis de irradiação entre 4,9 e 6,0 kWh/m²/dia, no qual representa um alto potencial energético solar, configurando com um dos maiores no mundo. (Moreira Júnior; Souza, 2020). Considerando a extensão territorial e a abundância desse recurso natural, há amplo espaço para que a energia fotovoltaica assuma papel ainda mais relevante na composição energética brasileira (PINHEIRO ET AL., 2023).

Essa alternativa tem se mostrado especialmente vantajosa pela sua modularidade, baixo custo operacional e alta durabilidade. Além de demandar áreas relativamente pequenas, possui rápida instalação e manutenção mínima, o que favorece sua adoção em diversos ambientes de forma descentralizada (Gasparin; Buhler, 2018). Estudos apontam que o custo médio de instalação dos sistemas fotovoltaicos caiu cerca de 89% nos últimos dez anos, além da ampliação das linhas de financiamento voltadas à micro e minigeração distribuída, o que tem tornado a tecnologia cada vez mais acessível, sobretudo para consumidores residenciais e pequenos empreendimentos (MOTA, 2020).

Segundo dados da Empresa de Pesquisa Energética, a capacidade instalada de geração solar fotovoltaica no país atingiu cerca de 48,5 GW em 2024, no qual representou um crescimento de 28,1% em comparação com a no de 2023, evidenciando a expansão acelerada dessa fonte na matriz elétrica brasileira (EPE, 2025). Segundo a Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR, 2024), o setor já atraiu mais de R\$ 214,9 bilhões em investimentos, criou cerca de 1,38 milhão de empregos e evitou a emissão de mais de 55,6 milhões de toneladas de CO₂.

O crescimento também foi fortemente estimulado por instrumentos regulatórios, inicialmente com a Resolução Normativa nº 482/2012 da ANEEL que estabeleceu as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída e o sistema de compensação de energia elétrica (BRASIL, 2012), e atualmente a Lei nº 14.300/2022, que instituiu o Marco Legal da Micro e Minigeração Distribuída de energia no Brasil e regulou o sistema de compensação de energia solar (BRASIL, 2022). Essas políticas possibilitaram aos consumidores a geração de sua própria energia e obtenção de créditos pelo excedente injetada na rede, marcando um avanço significativo para o setor, possibilitando a participação de pequenos produtores e consumidores no mercado energético, de maneira descentralizada, além de resultar na utilização da eletricidade de maneira mais eficiente e econômica (BEZERRA, 2022; Ribeiro et al., 2022).

2.2. Energia fotovoltaica

A energia fotovoltaica é amplamente compreendida como a conversão direta da luz solar em eletricidade, caracterizando-se como uma fonte de energia renovável limpa (Peng et al., 2013; Tyagi et al., 2013; Silveira et al., 2013). O sistema fotovoltaico no geral é composto por módulo fotovoltaico, inversor, dependendo de sua configuração, também é necessário controlador de carga e baterias, os quais esses itens atuam de forma integrada para garantir o seu funcionamento (Sampaio; González, 2017) Os módulos fotovoltaicos podem ser instalados no solo ou integrados a edificações, o que permite aliar geração elétrica e funcionalidade arquitetônica (Devabhaktuni et al., 2013).

2.3. Módulo fotovoltaicos

Os módulos fotovoltaicos são constituídos por células fotovoltaicas, e quando associado vários módulos, são chamados de arranjo, conforme representado na figura 1. Essas superfícies são responsáveis por converter a radiação solar diretamente em eletricidade. Com base nos materiais utilizados e no nível de avanço tecnológico, as células fotovoltaicas são classificadas em três gerações (IRENA, 2012).

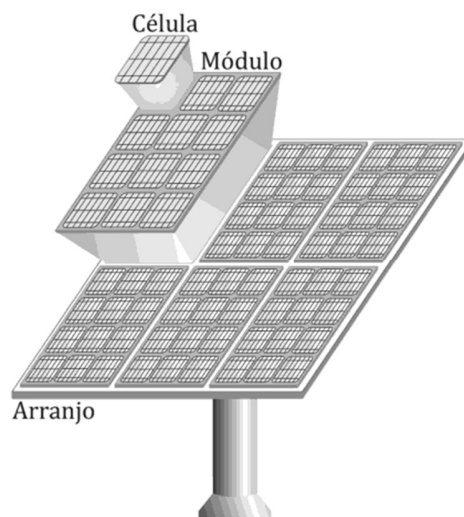


Figura 1- Arranjo Fotovoltaico
Fonte: Coelho, Schmitz e Martins (2022)

A primeira geração, composta por dispositivos de silício cristalino, sendo a tecnologia mais consolidada comercialmente, incluindo células monocristalinas e policristalinas e vida útil que chega a 25 anos. A segunda geração, conhecida como filme fino, emprega camadas semicondutoras muito finas como silício amorfo (a-Si), telureto de cádmio (CdTe), sulfeto de cobre e índio (CIS) e seleneto de cobre, índio e gálio (CIGS), o que permitiu que os módulos sejam flexíveis, possibilitando versatilidade na sua aplicação. No entanto apresentam um custo final elevado. A terceira geração engloba tecnologias emergentes, como células orgânicas (OPV), fotovoltaicos concentrados (CPV) e outros conceitos avançados que ainda se encontram em fase de pesquisa e demonstração, mas representam a busca por alternativas para superar limites de eficiência e ampliar as possibilidades de aplicação da energia fotovoltaica (Sampaio; González, 2017).

2.4. Inversores, controladores de carga e baterias

O inversor (Figura 2) desempenha papel essencial ao converter a corrente contínua (CC), produzida pelos módulos fotovoltaicos, em corrente alternada (CA), possibilitando que a energia gerada seja compatível com a maior parte dos equipamentos elétricos e com a rede pública. Nos sistemas conectados à rede, o inversor ainda é responsável pela sincronização da energia gerada com os padrões da concessionária, assegurando a operação adequada (Pinho; Galdino, 2014).



Figura 2 - Tipo de inversores
Fonte: Energia Solar Master (2024).

Nos sistemas isolados e híbridos (Figura 3), o controlador de carga atua na proteção e no gerenciamento do fluxo energético gerado pelos módulos fotovoltaicos, evitando a sobrecarga e a descarga profunda das baterias, fatores que podem reduzir a sua vida útil. Já as baterias garantem autonomia por meio do armazenamento de energia, sendo essencial para atender a demanda em momento que a geração de energia fotovoltaica é insuficiente ou nula. (Brasil, 2022; Pinho; Galdino, 2014).



Figura 3 – Esquema de ligação utilizando bateria e controlador de carga.
Fonte: DGTec (2026).

2.5. Configurações de sistemas fotovoltaicos

Os sistemas fotovoltaicos podem ser definidos a partir da sua forma de conexão, classificando-se em sistemas fotovoltaicos isolados (SFI) e sistemas fotovoltaicos conectados à rede (SFCR) e sistemas fotovoltaicos híbridos (SFH). Os SFI funcionam de forma independente da rede elétrica e depende exclusivamente da geração local para garantir o suprimento da demanda, normalmente é utilizado em conjunto com baterias, possibilitando armazenamento da energia gerada e o consumo em períodos que a geração não é suficiente ou existente. Já o SFCR permite a integração com a rede elétrica, no qual a energia gerada é direcionada a demanda local e caso ocorra excedente na produção, a energia é injetada na rede, podendo gerar créditos que são descontados na fatura de energia. Em situação em que a produção local é inferior a demanda, a rede elétrica faz o complemento da energia necessária, mantendo o fornecimento constante. A figura 4, traz uma exemplificação dos tipos ligação dos sistemas SFI e SFCR (Pinho; Galdino, 2014).

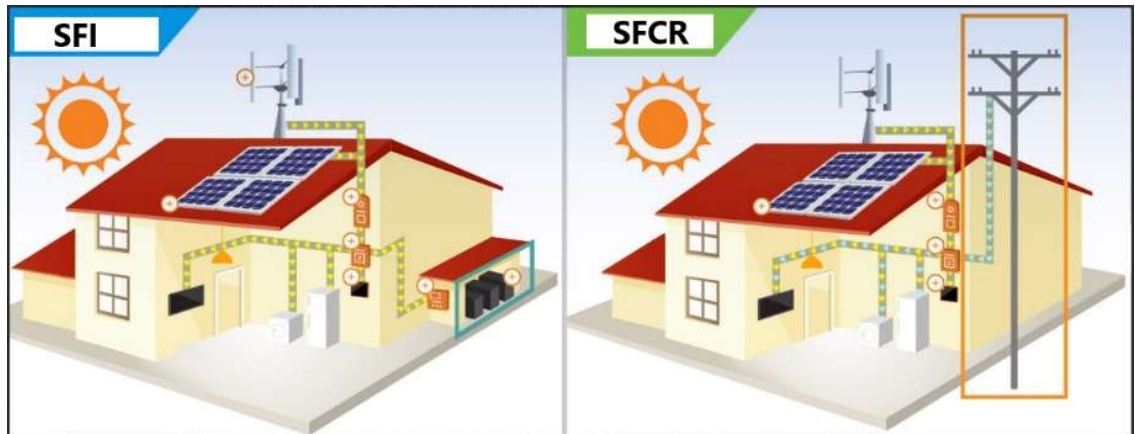


Figura 4 - Esquema de ligação SFI e SFCR
Fonte: Adaptado de Revista Potência (2026)

Já os SFH combinam energia fotovoltaica com mais de uma fonte ou armazenamento de energia, como geradores a diesel ou turbinas eólicas e baterias, podendo ser ligado ou não a rede garantindo maior confiabilidade e autonomia para demanda local (Pinho; Galdino, 2014). A figura 5 demonstra um exemplo desse tipo de configuração.

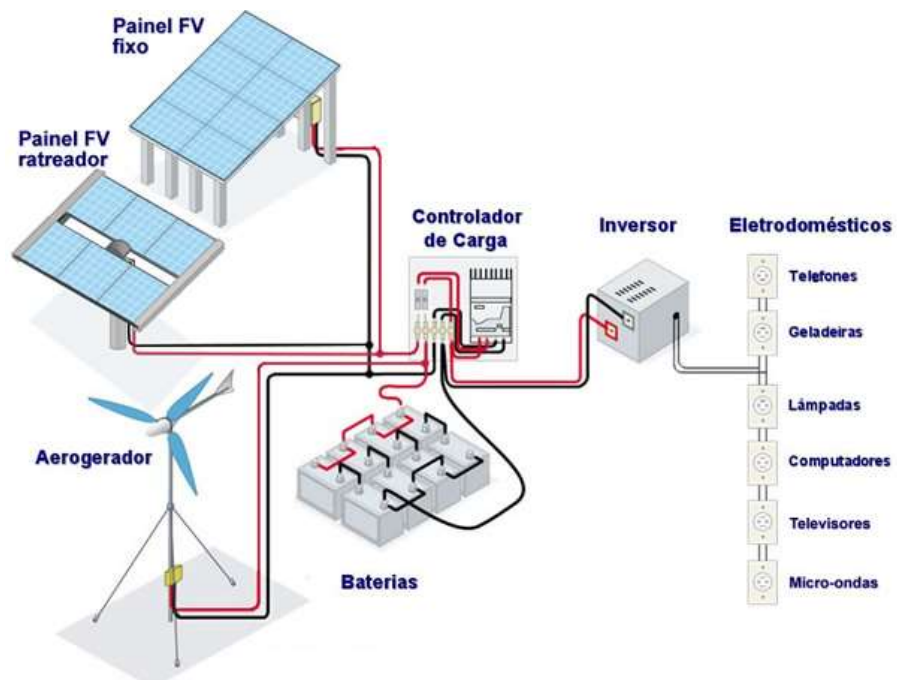


Figura 5 - Exemplo de ligação SFH
Fonte: CRESESB (2015).

2.6. Estacionamento fotovoltaico

Entende-se por carport com uma estrutura metálica coberta que abriga veículos (Figura 6), substituindo telhas convencionais por módulos fotovoltaicos, no qual transformam energia solar em eletricidade para uso institucional, comercial ou residencial (Barros; Santos, 2025).



Figura 6 - Estrutura carport
Fonte: Projetos Revit (2026)

Os carports vêm ganhando destaque como solução capaz de integrar geração distribuída e uso eficiente de áreas pavimentadas. Dessa forma, oferecem simultaneamente sombreamento e produção de energia elétrica, otimizando espaços urbanos muitas vezes subutilizados (Fortunato, 2021).

A adoção de carports leva em consideração aspectos ambientais e urbanísticos, considerando impactos no uso do solo e na valorização imobiliária. Sua implantação, no entanto, requer planejamento cuidadoso, sobretudo em estacionamentos muito utilizados, para que não haja prejuízo às manobras ou à circulação dos usuários. (Parahyba et al., 2016).

Assim, quando corretamente planejados, esses projetos atendem diretamente as políticas de sustentabilidade, estratégias de planejamento urbano e iniciativas de transição energética, representando uma solução eficiente para ampliar a autonomia energética, reduzir custos e aproveitar áreas urbanas subutilizadas. (Markwith, 2025).

2.7. Viabilidade econômica de projetos fotovoltaicos

A análise de viabilidade econômica desempenha papel central na engenharia, pois permite avaliar, de forma estruturada, se os benefícios gerados por um investimento são suficientes para justificar os custos necessários à sua execução (Zago et al., 2019). Esse processo envolve a utilização de indicadores capazes de calcular o desempenho econômico do projeto, possibilitando uma interpretação mais clara de sua atratividade. Nesse sentido, indicadores como o Valor Presente Líquido (VPL), a Taxa Interna de Retorno (TIR) e o Payback são amplamente empregadas por permitirem analisar tanto a rentabilidade quanto o tempo de retorno do capital investido, além de favorecerem a comparação entre diferentes alternativas de investimento (Rigo et al., 2019).

Do ponto de vista metodológico, a análise de investimentos em energia solar utiliza majoritariamente esses indicadores: VPL, TIR e Payback, que permitem comparar alternativas e escolher a opção economicamente mais sólida, sendo estes amplamente aceitos por instituições financeiras e empresas integradoras (Rigo et al., 2019). No caso de projetos fotovoltaicos, a aplicação dessas ferramentas é especialmente relevante, uma vez que auxilia na verificação da viabilidade do sistema, diante dos custos iniciais de sua implantação e das perspectivas de benefícios econômicos ao longo do tempo.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Caracterização da área de estudo

O Hospital Municipal Dona Zebina fica localizado na Rua Carlos Barromeu Peres, S/N, Setor Centro, na cidade de Montividiu-GO, conforme mostrado na figura 7, localizado sob as coordenadas geográficas 17° 26' 57,51" S e 51° 10' 44,30" O (Latitude: -17,4493°; Longitude: -51,1790°) obtido via Google Earth. O local apresenta um fator de irradiação solar média de 5,15 kWh/m².dia, considerando o plano inclinado, conforme verificado na ferramenta SundData.

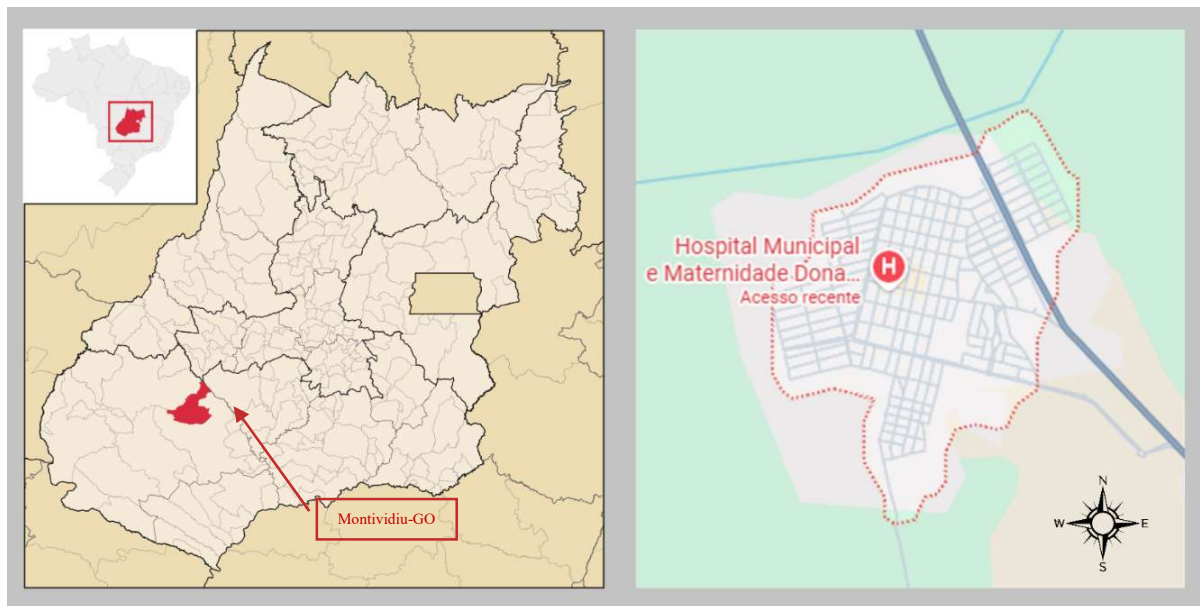


Figura 7 - Localização do município de Montividiu e do hospital municipal.
Fonte: Abreu (2006); adaptado de Google Maps (2026).

O hospital, sob administração pública, oferece diversos serviços, desde atendimentos básicos até complexos, conta com sala de emergência, centro cirúrgico e maternidade, atendendo a população da cidade em tempo integral. O Hospital está passando por reformas e ampliação, que futuramente contará com mais um bloco destinado para atendimento do público, um bloco destinado para cozinha, um bloco para lavanderia e um bloco administrativo. Logo o presente trabalho se limitou a atender a necessidade de consumo de energia elétrica da edificação que já se encontra em funcionamento, sendo a mesma denominada Bloco B, possuindo uma área total de

1.010,72m² área em um terreno com 8.172,5m². A figura 8 apresenta a localização do Bloco B e os locais definidos para implantação do estacionamento.

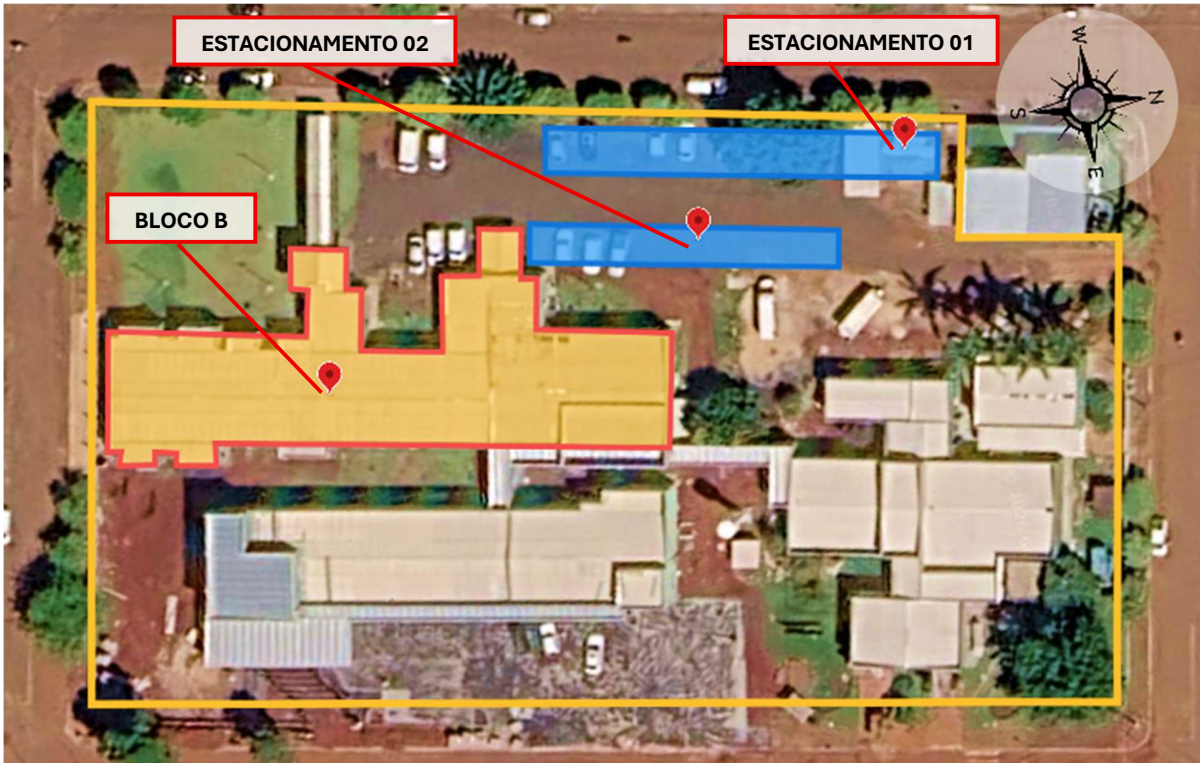


Figura 8 - Área do Hospital Municipal de Montividiu
Fonte: Adaptado de Google Earth (2026).

3.2. Levantamento de dados de consumo

Para levantamento dos dados de consumo de energia elétrica do Hospital, foi requisitado ao escritório da Equatorial, empresa responsável pela distribuição de energia no estado de Goiás o espelho da fatura dos serviços de fornecimento de energia elétrica, referente ao mês de setembro de 2025, no qual foi possível extrair os dados do histórico de consumo faturado, referente ao mês de outubro de 2024 até o mês de setembro de 2025, conforme apresentado na tabela 1, período esse que contempla exclusivamente o funcionamento do Bloco B, uma vez que é o único prédio em funcionamento do hospital.

Tabela 1 - Histórico mensal de consumo

Período	Consumo (kWh)
outubro/24	13982,97

novembro/24	13945,15
dezembro/24	13290,39
janeiro/25	13720,51
fevereiro/25	13433,04
março/25	13224,40
abril/25	14900,90
maio/25	12831,97
junho/25	11771,57
julho/25	9728,67
agosto/25	10147,38
setembro/25	11609,04
Consumo Médio Mensal	12.715,5

Fonte: Própria autoria

Além disso foram verificadas informações importantes referentes ao tipo de ligação da unidade consumidora (Tabela 2), constatando que ela era do grupo A optante do grupo B3, o que representa uma tarifa convencional monômnia, ou seja, uma única tarifa em kWh, que não se altera durante o dia.

Tabela 2 - Dados da unidade consumidora

Tipo:	Grupo A optante B3
Estrutura tarifária:	Optante B
Atividade:	8411-6/00 Administração pública em geral
Classe/tipo de ligação:	Poder público municipal trifásico (26 kw em diante)

Fonte: Própria autoria

Com base nos dados de consumo foi possível calcular o consumo médio mensal de energia elétrica do Hospital. Foi adotada a fórmula da média aritmética simples (Equação 1).

$$M = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

M = Média aritmética simples (kWh)

x = Valores (kWh)

n = Total de elementos

3.3. Dimensionamento das vagas do estacionamento

Para o dimensionamento das vagas de estacionamento, se tratando da implantação de um estacionamento em uma área pública e com grande fluxo de pessoas, foi utilizado as normas pertinentes a fim de atender os parâmetros urbanísticos necessários, garantindo o fornecimento de energia elétrica, como também a acomodação e locomoção correta dos veículos, proporcionando assim conforto aos usuários

Foi realizado uma pesquisa por parâmetros de dimensionamento de vagas de estacionamento utilizando o do Código de Obras de Montividiu, no entanto não foi encontrado regras que abrange-se o dimensionamento de vagas de estacionamento. Com ausência de normas locais para o projeto, foi utilizado como referência o DECRETO Nº 2439 da cidade de Rio Verde, que trata sobre a classificação dos impactos de trânsito e regulamenta as vagas de estacionamento conforme o empreendimento (RIO VERDE, 2021). Segundo o decreto, hospitais são classificados como alto geradores de impacto no trânsito e estabelece que a cada 30 metros quadrado de área construída deve possuir no mínimo 01 vaga de estacionamento, o decreto também considera as vagas para carga/descarga e motos, no entanto em caso de hospitais é previsto o desenvolvimento de estudos específicos para definir a quantidade dessas vagas. Contudo o presente trabalho se limitou o dimensionamento para vagas gerais. Com base nos parâmetros apresentado no decreto e de conhecimento da área do local foi calculado os números de vagas, conforme a equação 2.

$$Qtd\ vagas = \frac{Ac}{Iv} \quad \text{(Equação 2)}$$

Onde:

$Qtd\ vagas$ = Quantidade de vagas

Ac = Área construída (m²)

Iv = Índice de vagas

Após estimar a quantidade de vagas, foi realizado o desenvolvimento do layout de estacionamento, estabelecendo assim as dimensões e disposição das vagas, foram seguidos os critérios definidos na NBR 9050, no qual trata dos padrões de acessibilidades nas edificações. Desse modo foram adotados a dimensão de vaga sendo 2,50 m de largura por 5 m de comprimento, além de prever a reserva 5% das vagas para idosos (Equação 3) e 2% das vagas para pessoas com deficiência (Equação 4), nesse último caso é necessário que a vaga possua um espaço livre adicional de no mínimo 1,20 metros de largura, para que seja possível o usuário realizar a circulação livre de obstruções (ABNT, 2020).

$$N_{vi} = Qtd \text{ vagas} \times 5\% \quad (\text{Equação 3})$$

Onde:

N_{vi} = Número de vagas para idosos

$Qtd \text{ vagas}$ = Quantidade de vagas

$$N_{vpcd} = Qtd \text{ vaga} \times 2\% \quad (\text{Equação 4})$$

Onde:

N_{vpcd} = Número de vagas para pessoas com deficiência

$Qtd \text{ vagas}$ = Quantidade de vagas

Vale destacar que o trabalho se limitou somente estimar quantidade de vagas necessárias para a edificação, conforme os objetivos propostos, logo não foram realizados o pré-dimensionamento e análise da estrutura de cobertura e da fundação do estacionamento. No entanto esses itens foram considerados na avaliação de custo-benefício, como também foi requisitado para empresas contatadas que apresentassem propostas onde a estrutura metálica e fundação que atendessem as normas pertinentes a desempenho e segurança.

3.4. Pré-dimensionamento do sistema fotovoltaico

Para realização do pré-dimensionamento do sistema fotovoltaicos, primeiramente foi definido que sua configuração seria do tipo SFCR, posteriormente estimou-se a quantidade de módulos necessário para realização da cobertura do estacionamento. Para isso foi escolhido um módulo fotovoltaico conforme o tipo de uso, segundo Reis (2025) projetos de grande escala necessitam de alto rendimento, sendo recomendado placas com potência próximos a 600w. Logo foi adotado o módulo da fabricante Tsun, com especificações descritas na tabela 3.

Tabela 3 - Informações módulo fotovoltaico Tsun

Fabricante	Tsun
Modelo	RIO - 120BIF-2278
Potência (W)	600
Largura (cm)	113,4
Comprimento (cm)	227,8

Fonte: Adaptado Minha Casa Solar (2026)

Devido o comprimento do módulo foi adotado como parâmetro a disposição do agrupamento de 3 módulos instalados verticalmente, a fim de garantir o cobrimento completo da vaga no sentido do seu comprimento, desse modo o cálculo de quantidade de módulo foi realizado a partir da divisão do comprimento do estacionamento pela largura do módulo fotovoltaico multiplicado pelo conjunto dos 3 módulos.

Seguindo as dimensões adotadas para o projeto do estacionamento e as dimensões do módulo previamente selecionado, foi calculado a quantidade de módulos necessários. Para isso foi desenvolvido uma equação pelo autor que contemplasse as especificidades do dimensionamento proposto neste trabalho. O cálculo é apresentado na equação 5 consiste em definir a quantidade de painéis alinhados ao longo do comprimento do estacionamento, dividindo a extensão da área disponível pela largura do módulo adotado, e multiplicando o valor da visão pela constante 3 para contemplar a cobertura em três fileiras na estrutura do carport.

$$Q_{tdmf v} = \frac{L_{te}}{L_{mf v}} \times 3 \quad (\text{Equação 5})$$

Onde:

$Qtdmfv$ = Quantidade de módulos fotovoltaicos

Lte = Largura total do estacionamento (m)

$Lmfv$ = Largura do módulo fotovoltaico (m)

Para estimativa da geração de energia foi necessário aplicar a potência do módulo escolhido, juntamente com a irradiação do local. Logo foi calculado a potência de pico do sistema, seguindo a equação 6:

$$Potência\ Pico = (Nm \times Wp) \div 1000 \quad (Equação\ 6)$$

Onde:

$Potência\ Pico$ = Potência do sistema em (kWp)

Nm = Quantidade de módulos

Wp = Potência módulo Fotovoltaico (W)

Como base na potência pico do sistema é possível estimar a geração mensal do sistema, considerando a irradiação do local de estudo e o fator de eficiência, conforme a equação 7:

$$E_p = Potência\ Pico \times H_{sp} \times \eta_{sist} \times 30 \quad (Equação\ 7)$$

Onde:

E_p = Energia produzida em um mês (kWh/mês)

$Potência\ Pico$ = Potência do sistema (kWp)

H_{sp} = Horas de sol pleno (h/dia)

η_{sist} = Eficiência do sistema

Para a obtenção do número de horas de sol pleno (H_{sp}) foi utilizado a equação 8.

$$H_{sp} = \frac{H_{d\acute{a}rias}}{1000\ (Wm^2.dia)} \quad (Equação\ 8)$$

Onde:

H_{sp} = Horas de sol pleno (h/dia)

$H_{d\acute{a}irias}$ = Irradiação solar diária média

Além disso também foi estimado a potência inversor necessário para o sistema, utilizando o fator de dimensionamento do inversor (Equação 9).

$$FDI = \frac{P_{ca}}{Pot\acute{e}ncia\ Pico} \quad (Equa\c{c}\tilde{a}o\ 9)$$

Onde:

FDI = Relação entre a potência nominal em corrente alternada do inversor e a potência pico do sistema

$Pot\acute{e}ncia\ Pico$ = Potência do sistema (kWp)

P_{ca} = Potência nominal em corrente alternada do inversor (kW)

Para estimativa da potência do inversor, utilizado no sistema, foi considerado um valor de $FDI = 0,80$. Lembrando que o valor calculado trata-se de uma estimativa, sendo necessário ajustar o valor aos produtos disponíveis comercialmente. Logo após encontrar a potência do inversor e escolher o inversor, foi reaplicado a mesma fórmula para verificar se o FDI encontra-se na faixa recomendado, entre 0,75 e 0,85 (Pinho; Galdino, 2014).

É importante salientar que o trabalho se limitou a realizar o pré-dimensionamento do sistema somente por meio das equações citadas anteriormente, utilizando dados e índices de referências, não foram realizadas simulações computacionais para obtenção dessas informações, no qual foi somente consultado a irradiação do local por meio da ferramenta SundData.

3.5. Orçamento do estacionamento fotovoltaico

Para a realização do orçamento do estacionamento fotovoltaico, foi considerado a instalação de um estacionamento fotovoltaico do tipo SFCR, ou seja, o sistema fotovoltaico

conectado à rede. Para referência do potencial de geração do sistema, foi utilizado o consumo médio do prédio e a quantidade e módulos fotovoltaicos estimados para o estacionamento, sendo definido que todas as vagas seriam cobertas totalmente coberta, incluído sistemas de vedações, de maneira que atendesse a demanda de energia elétrica do hospital como também contemplasse a funcionalidade do estacionamento.

Foi destacado também, que o projeto devia atender todas norma de segurança, em especial a norma técnica 44/2025 Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Goiás (CBMGO), que trata dos requisitos contra incêndio, pânico e proteção elétrica incluindo o uso de dispositivos de proteção contra surtos (DPS). Em razão disso foram selecionadas empresas do ramo da energia fotovoltaicos, através de pesquisa realizada no recurso do Google chamado “Locais”, no qual é possível obter o contato, localização e avaliações de diversas empresas e comércios, foi utilizado o termo “Energia solar” para realização das buscas. Foram selecionadas três empresas que apresentaram ter experiencia com estacionamentos fotovoltaicos e que tivesse disponibilidade para executar o projeto no local proposto.

Além dos orçamentos junto as empresas, foi realizado um levantamento de custo dos componentes do estacionamento fotovoltaico, uma vez que as empresas contatadas somente disponibilizam propostas com valor global. Diante disso foram obtidos valores por meio da composição de custo da Goinfra (Agência Goiana de Infraestrutura e Transportes) SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil), considerando o mês de abril de 2026 como padrão e utilizado os valos com desoneração, a fim de obter valores mais próximo do mercado. Também foi realizado pesquisas de preços de inversores e módulos fotovoltaicos, utilizando como referência o pré-dimensionamento do estacionamento, o pré-dimensionamento do sistema fotovoltaico e o manual técnico da empresa IZI estruturas, no qual em especial adotou-se como referências os dados a respeito da fundação e estrutura do estacionamento, uma vez que o trabalho não realizou o pré-dimensionamento desses elementos.

3.6. Avaliação do custo-benefício da implantação do estacionamento fotovoltaico

Para análise da viabilidade econômica da implantação do estacionamento fotovoltaico foram comparados os orçamentos fornecidos pelas empresas, utilizando indicadores de

investimento, sendo eles: Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), Payback (simples e descontado)

O VPL é conhecido como o indicador mais consistente, pois resume em um único valor o retorno econômico esperado do projeto ao longo de sua vida útil (Marchioni; Magni, 2018; Petković et al., 2016). Ele representa a soma dos fluxos de caixa futuros como valores presente, descontando a taxa de atratividade e o investimento inicial (Shou, 2022; Dai et al., 2022) Sua fórmula é apresentada na equação 10.

$$VPL = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+i)^t} - FC_0 \quad (\text{Equação 10})$$

Onde:

VPL = valor presente líquido

FC_0 = fluxo de caixa no período zero

FC_t = fluxo de caixa no período t

i = taxa de desconto

n = número de períodos avaliados

O FC_0 (fluxo de caixa no período zero), foi considerando os valores apresentados no orçamento de cada empresa, representando o capital investido inicialmente. O FC_t (fluxo de caixa no período t) foi considerado a estimativas de valores economizados com a abatimento da energia gerada subtraídos pelos valores referentes as faturas a serem pagas., aplicadas ao fator de simultaneidade (52,12%) (SolarView, 2019), fator de performance dos módulos fotovoltaicos (0,80%) (Pinho; Galdino, 2014), a taxa de manutenção(1% do valor de investimento inicial) abrangendo limpeza dos módulos e substituição dos inversores se necessário, como também pequeno reparos (Menezes,2022), foi utilizado também a tarifa de energia local (R\$0,964151), a média de reajuste anual (11,54%) (Equatorial Energia Goiás, 2026), a taxa de uso do fio B (36,47%) (Araújo, 2025) aplicada a progressão tarifaria instituído pela Lei 14.300 (BRASIL, 2022). Já a taxa de desconto (i) foi utilizado o índice TSD (Taxa Social de Desconto), que representa o percentual de retorno de investimentos em obras públicas, fixado em 8,5% ao ano (Brasil, 2020). Valores referentes a taxa de reinvestimento e inflação não foram considerados no

fluxo de caixa, uma vez que foram adotados o reajuste anual e o índice TSD. Já o número de períodos avaliados (n) foi considerado o menor tempo de garantia entre os módulos fotovoltaicos.

Posteriormente foi aplicado a TIR, que corresponde à taxa que iguala o Valor Presente Líquido a zero, representado a rentabilidade anual efetiva comparado ao fluxo de caixa do projeto (Drozdowski; Dziekański, 2022). Basicamente ela equilibra o valor presente das entradas e saídas de caixa ao longo do período de análise, indicando o retorno percentual obtido sobre o total investido (Mendes, 2017). O seu valor pode ser obtido por meio da equação 11.

$$0 = \sum_{t=0}^n \frac{FC_t}{(1 + TIR)^t} \quad (\text{Equação 11})$$

Onde:

$\sum$ = somatório dos fluxos de caixa de todos os períodos

FC_t = fluxo de caixa no período t

TIR = taxa Interna de Retorno

t = período

n = número total de períodos do investimento

Por fim, foi calculado o Payback, no qual representa o período necessário para recuperar o capital inicialmente investido (Equação 12). Esse indicador está ligado à liquidez e ao risco do projeto, sendo amplamente utilizado em avaliações de investimentos (Tadim, 2022).

$$\text{Payback Simples} = \frac{\text{Investimento inicial}}{\text{Fluxo de caixa médio}} \quad (\text{Equação 12})$$

Embora seja simples, o Payback tem limitações, como ignorar o valor do dinheiro no tempo. Para suprir essa lacuna, utiliza-se o Payback Descontado (Equação 13).

$$PD = \sum \left(\frac{\text{Fluxo de caixa}}{(1 + i)^t} \right) \quad (\text{Equação 13})$$

Onde:

Fluxo de caixa = Valores gerados pelo sistema FV, descontados pela taxa de custo de capital

i = taxa de desconto

t = momento em que cada fluxo de caixa ocorre

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Consumo do hospital

Com base nos dados históricos do hospital, apresentados no gráfico 1, foi possível encontrar o consumo médio do hospital. O valor obtido foi no total de 12.715,5 kWh, além disso também foi possível analisar as variações de consumo durante o período, no qual foi verificado que no mês de julho de 2025 ocorreu a menor quantidade consumida de energia elétrica, enquanto o mês de abril de 2025 representou a maior taxa dentro do período em questão.

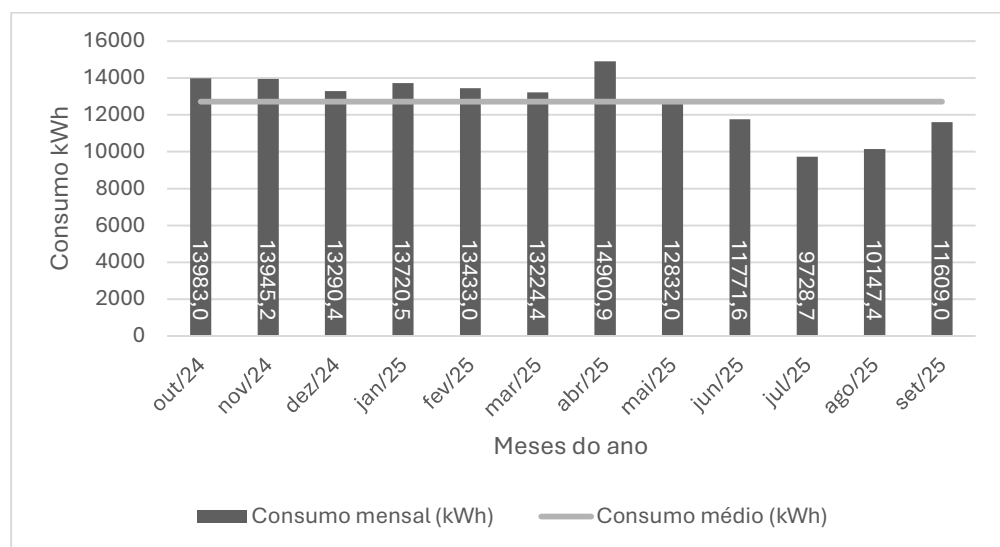


Gráfico 1 – Histórico de consumo

Fonte: Própria autoria

4.2. Dimensionamento estacionamento

O dimensionamento do estacionamento, foi iniciado calculando o número de vagas necessárias para atender a demanda local, conforme a equação 2.

$$Qtd\ vagas = \frac{1.010,72}{30}$$

$$Qtd\ vagas = 33,69$$

Com o resultado do cálculo, foi constatado um valor não inteiro, logo para fins realização de projeto, foi arredondado o número para cima, sendo considerado a quantidade de vagas igual a 34.

$$Qtd\ vagas \approx 34\ vagas$$

Diante da obtenção da quantidade total de vagas necessária para o hospital, foi obtido o valor de vagas reservadas a pessoas idosas e pessoas com deficiência ou acompanhantes de pessoas com deficiência com a utilização das equações 3 e 4 respectivamente.

$$Nvi = 34 \times 5\%$$

$$Nvi = 1,7$$

$$Nvi \approx 2\ vagas$$

$$Nvpdc = 34 \times 2\%$$

$$Nvpdc = 0,68$$

$$Nvpdc = 1\ vaga$$

Aplicando os valores previstos por norma, constatou-se o valor de 1,7 vagas para idosos e 0,68 vagas para pessoas com deficiência, sendo esses valores arredondados para cima, desse modo, dentro as 34 vagas previstas, 2 vagas serão destinadas exclusivamente para pessoas idosas e 1 vaga exclusivamente para pessoas com deficiência.

Definidos as dimensões do estacionamento foi elaborado o croqui (Figura 9) com de disposição e quantidade de vagas.

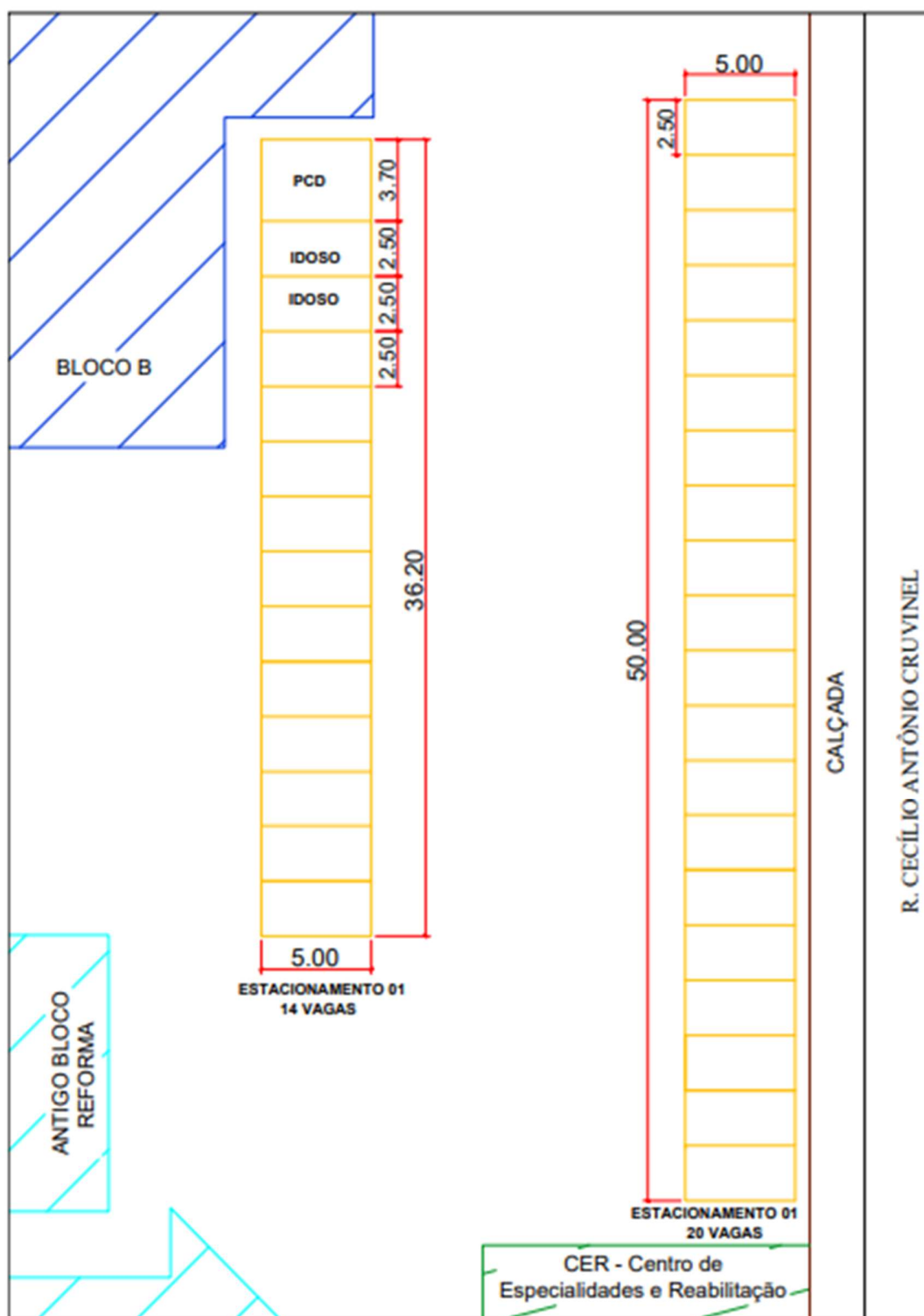


Figura 9 - Planta estacionamento
 Fonte: Própria autoria.

4.3. Pré-Dimensionamento do sistema fotovoltaico

O pré-dimensionamento partiu da necessidade da cobertura completa do estacionamento fotovoltaico, tendo como resultados iniciais a quantidade de módulos fotovoltaicos necessários para o do bloco de estacionamento 01 e 02, por meio da equação 5.

$$Q_{tdmfv\ 01} = \frac{50}{1,134} \times 3$$

$$Q_{tdmfv\ 01} = 132,27$$

$$Q_{tdmfv\ 01} \approx 135$$

$$Q_{tdmfv\ 02} = \frac{36,20}{1,134} \times 3$$

$$Q_{tdmfv\ 02} = 95,76$$

$$Q_{tdmfv\ 02} \approx 96$$

É válido destacar, conforme as imagens, que na área do estacionamento 01 conta com alguns elementos que serão removidos, como um abrigo e um depósito, ambos de caráter provisórios, e as árvores presentes no local, tal fato está associado a medidas previstas no planejamento de reforma e ampliação do hospital, que prevê a recuperação e adequação da pavimentação da área do estacionamento.

Com base nos cálculos constatou a necessidade de utilização de 231 módulos, para realização da cobertura do estacionamento fotovoltaico. Diante desse resultado foi verificado uma geração do sistema no total 138 kWp, usando a equação 6, e a potência necessária do inversor, utilizando a equação 9.

$$Potência\ Pico = (231 \times 600) \div 1000$$

$$Potência\ Pico = 138,6\ kWp$$

$$0,80 = \frac{P_{ca}}{138}$$

$$P_{ca} = 110,88\ kW$$

Diante disso foram adotados 3 inversores de 36kW, da marca Growatt, modelo MID36KTL3-X. Com base nessas informações foi realizado a conferência do fator de dimensionamento do inversor, para isso somou-se a potência dos três inversores aplicando a equação 9.

$$FDI = \frac{36 \times 3}{138,6}$$

$$FDI = 0,7792$$

O resultado demonstra, que índice do fator do dimensionamento do inversor, se encontra próximo do valor previamente calculado, estando o mesmo na faixa ideal para o seu correto funcionamento. Vale destacar que escolhas dos inversores foram condicionadas a disponibilidade comercial, sendo assim o inversor aqui escolhido foi a combinação de produtos que mais se aproximaram de valor estimado. Vale destacar também que a utilização somente um inversor em projetos como esse é descartado devido a questões de manutenção, uma vez que caso ocorra algum problema a geração de energia não precisa ser totalmente interrompida. Por

Por fim o pré-dimensionamento apresentou o resultado da geração estimada do projeto, utilizando a equação 7, possibilitando assim ter dados base para referência e comparação dos orçamentos realizados.

$$Geração\ mensal = 138,6 \times 5,15 \times 0,80 \times 30$$

$$Geração\ mensal = 17.130,96\ kWh/mês$$

Foi constatado um valor de geração média do sistema fotovoltaico de 17.130,96 kWh/mês, valor esse que comparado ao consumo médio mensal do hospital, demonstra que a princípio o sistema apresenta resultados promissores, no que diz respeito a sua capacidade de geração, entregando uma quantidade de energia que supera o consumo médio do hospital, diferença essa que representa um total de 4.415,46 kWh de geração excedente no primeiro ano, conforme o gráfico 4, valor esse que representa créditos que podem ser abatidos na futura de enrgia. Tendo em vista que o hospital está passando por ampliação, futuramente esses créditos podem ser utilizados, proporcionando o uso completo da enrgia gerada como também maior economia financeira.

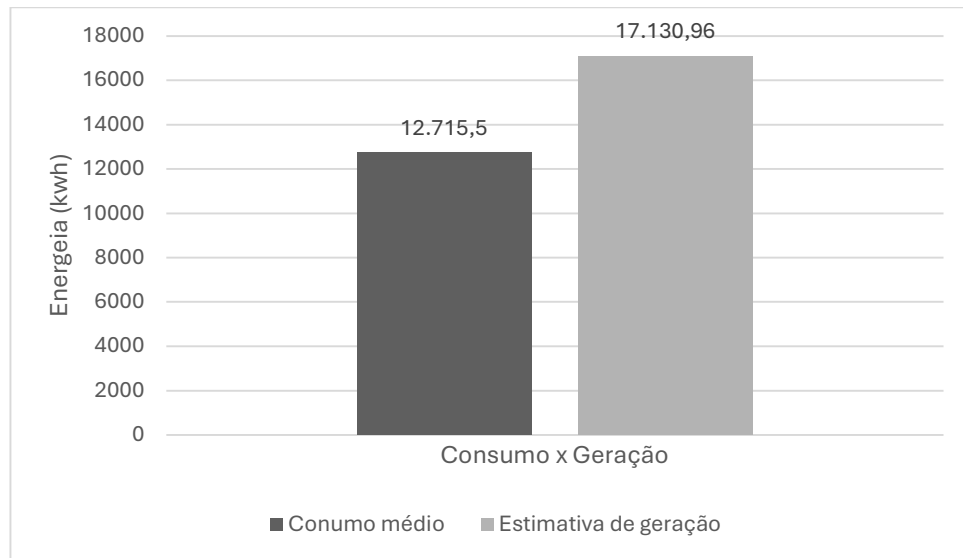


Gráfico 2 - Comparação de consumo e geração o de energia
Fonte: Própria autoria.

4.4. Análise de viabilidade econômica

Com base nos resultados do pré-dimensionamento do sistema, foi possível obter valores referentes ao custo de implementação do sistema fotovoltaico, utilizando tabelas de composição e valores de valores de mercado. Possibilitando visualizar os custos de forma subdividida de capa da instalação, uma vez que a propostas entregues pelas empresas, apresentaram somente o valor global do projeto. Como mostrado na tabela 4, foi possível obter os custos referentes as etapas de fundação, estrutura metálica e equipamentos, contemplando a aquisição dos materiais e os serviços de mão de obra a operação do sistema.

Tabela 4 - Composição de custos

Item	Descrição do Serviço / Insumo	Fonte/ Referência	Und.	Indice	Qtd. Total	Custo Unitário o (R\$)	Custo Total (R\$)
1.0 - INFRAESTRUTURA E OBRAS CIVIS							
1.1	ESCAVAÇÃO MECANIZADA PARA BLOCO DE COROAMENTO OU SAPATA	SINAPI / 96521	m³	0,306	12,24	R\$ 40,03	R\$ 489,97

1.2	CONCRETO FCK = 20MPA, TRAÇO 1:2,7:3	SINAPI / 94970	m³	0,306	12,24	R\$ 596,58	R\$ 7.302,14
1.4	ARMAÇÃO DE BLOCO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8 MM	SINAPI / 96545	kg	26,21	320,8	R\$ 14,87	R\$ 4.770,30
SUBTOTAL 1.0 - INFRAESTRUTURA E CIVIS							R\$ 12.562,40
2.0 - ESTRUTURA METÁLICA E PROTEÇÃO							
2.1	Serviço de ESTRUTURA METÁLICA CONVENCIONAL EM AÇO DO TIPO MR-250 / ASTM A36 COM FUNDO ANTICORROSIVO	GOINFRA / 150205	kg	15	6465	R\$ 22,42	R\$ 144.945,30
SUBTOTAL 2.0 - ESTRUTURA METÁLICA							R\$ 144.945,30
3.0 - SISTEMA FOTOVOLTAICO E ELÉTRICA (MERCADO / SINAPI)							
3.1	Módulos fotovoltaicos	Mercado / SKU 89599499	kWp	-	321	R\$ 709,00	R\$ 227.589,00
3.2	Inversor Solar Trifásico MID36KTL3-X	Mercado / SKU 162577199	kWp	-	3	R\$ 13.852,3 5	R\$ 41.557,05
3.4	Cabos e Conectores	Manuais Técnicos SINAPI /103502/10 3503	m	1,8	775,8	R\$ 12,50	R\$ 9.697,50
3.6	Proteções Elétricas	Mercado / Manuais Técnicos	%	0,04	Verba	-	R\$ 9.103,56
SUBTOTAL 3.0 - SISTEMA FOTOVOLTAICO E ELÉTRICA							R\$ 287.947,11
4.0 - MÃO DE OBRA E SERVIÇOS TÉCNICOS ESPECIALIZADOS							
4.2	Projeto elétrico/estrutural, ART e Homologação	Mercado / Manuais Técnicos	%	0,05	Verba	-	R\$ 21.644,62
SUBTOTAL 4.0 - MÃO DE OBRA E SERVIÇOS TÉCNICOS							R\$ 21.644,62
TOTAL CUSTO DIRETO DA IMPLANTAÇÃO (R\$):							R\$ 467.099,43

Fonte: Própria autoria

Já os orçamentos fornecidos apresentavam informações básicas sobre as características do sistema fotovoltaicas, todas os orçamentos apresentaram valores globais (Gráfico 3), logo não sendo detalhado cada item da composição do valor total, fato esse que impediu comparações mais profundas, como por exemplo a análise de custo de mão de obra, valores de equipamentos, entre outros. Porém isso não impediu de seguir com a avaliação do retorno financeiro, destacando que durante as análises não foram realizados os abatimentos dos créditos excedentes, considerando um cenário mais conservador e garantindo uma margem de segurança de eficiência do sistema.

O primeiro ponto avaliado foi o valor de cada orçamento, no qual constatou-se uma diferença de 7,58% entre o orçamento mais barato e o orçamento mais caro.

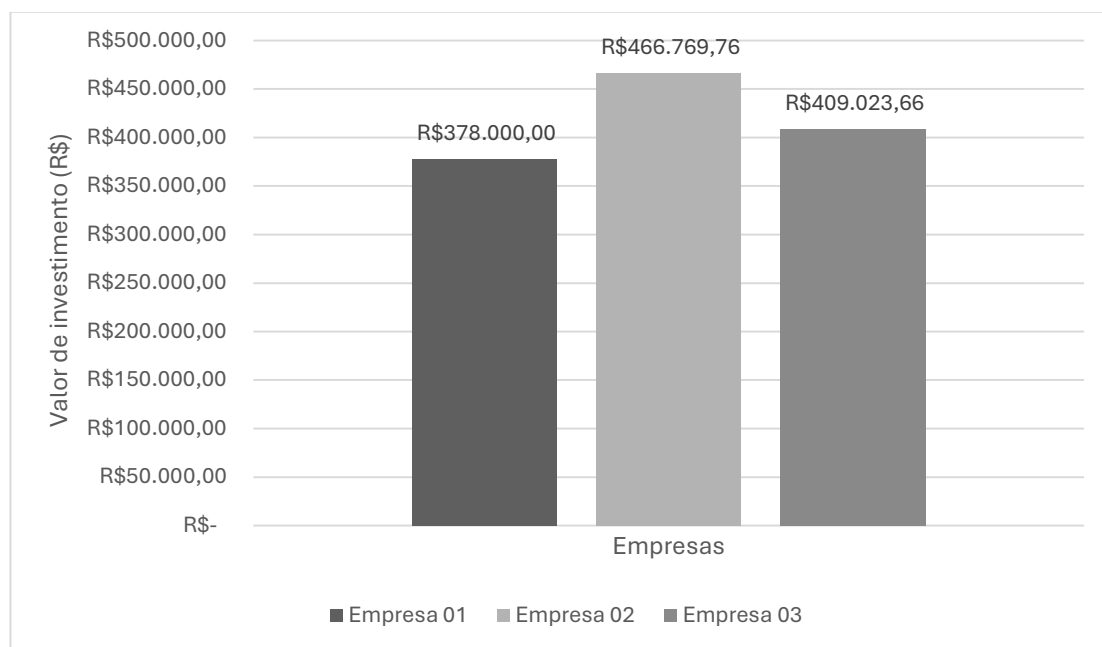


Gráfico 3 - Comparativo das propostas
Fonte: Própria autoria.

Posteriormente foi avaliado o potencial de geração de cada orçamento, para isso foi utilizado as informações básicas dos produtos descrito em cada proposta (Tabela 5). Os dados refletem a informações sobre os módulos fotovoltaicos e informações sobre a capacidade de geração de cada sistema proposto.

Tabela 5 - Informações dos sistemas propostos

Descrição	Empresa 01	Empresa 02	Empresa 03
Potência do (Módulo W)	620	610	615
Fabricante	N Plus	Dah	Canadian
Garantia Módulo (anos)	15	15	12
Potência do sistema (kWp)	146940	144570	145755
Produção Mensal Sistema (kWh/mês)	17.775	17.067,56	18.900,38
Degradação no primeiro ano (%)	1	1	1
Degradação anos subsequentes (%)	0,43	0,50	0,40

Fonte: Própria autoria.

Pode-se notar, que produção estimada entre os orçamentos foram próximo, nota-se também que o sistema que apresentou a maior produção média mensal não possui a maior potência, fato esse que pode estar associado a divergências na maneira que foi calculado a produção mensal entre as empresas.

Com base nas informações contidas nos orçamentos realizados, foram realizadas as perspectivas de retorno financeiro de cada uma das propostas, para isso foi desenvolvida uma tabela no Excel, onde a coluna de fluxo representa o FC_t , o fluxo descontado representa a divisão do valor de FC_t pelo total da taxa de desconto mais um, elevado ao período referente a cada linha da coluna ano. Já a coluna saldo é dado por meio da equação 10 aplicada a cada ano individual, já na linha quinze o VPL a equação 10 considera o período de estudo. Na linha 16 foi utilizado a equação 11 e na linha 17 a equação. Esse processo foi aplicado as propostas de cada uma das empresas, no qual resultou nos dados presentes nas tabelas 6,8 e 10. Conforme os valores apresentados na tabela 6 a empresa 01 apresentou um valor positivo para VPL , representando a lucratividade do investimento dentro do período analisado, mostrou-se também rentável devido taxa interna de retorno, e uma boa progressão mensal (Tabela 7), além disso apresentou um prazo de retorno de investimento de aproximadamente 3 ano e 4 meses.

Tabela 6 - Indicadores empresa 01

Ano	Fluxo	Fluxo Descontado	Saldo
0	-R\$ 378.000,00	-R\$ 378.000,00	-R\$ 378.000,00
1	R\$ 124.113,51	R\$ 114.390,33	-R\$ 263.609,67
2	R\$ 134.014,18	R\$ 113.839,05	-R\$ 149.770,62
3	R\$ 144.334,86	R\$ 113.000,93	-R\$ 36.769,68
4	R\$ 157.453,16	R\$ 113.614,15	R\$ 76.844,47
5	R\$ 176.451,43	R\$ 117.348,22	R\$ 194.192,69
6	R\$ 197.685,45	R\$ 121.170,33	R\$ 315.363,01
7	R\$ 221.418,03	R\$ 125.084,88	R\$ 440.447,89
8	R\$ 247.942,82	R\$ 129.096,25	R\$ 569.544,15
9	R\$ 277.587,96	R\$ 133.208,82	R\$ 702.752,96
10	R\$ 310.720,10	R\$ 137.426,97	R\$ 840.179,93
11	R\$ 347.748,94	R\$ 141.755,10	R\$ 981.935,03
12	R\$ 389.132,26	R\$ 146.197,64	R\$ 1.128.132,67
VPL			R\$ 4.421.242,83
TIR			29,80%
Payback Descontado			3,32

Fonte: Própria autoria.

Tabela 7 - TIR mensal empresa 01

Ano/Mês	TIR	Ano/Mês	TIR	Ano/Mês	TIR	Ano/Mês	TIR
Jan/26	-97,28%	Jan/29	-0,21%	Jan/32	2,00%	Jan/35	2,46%
Fev/26	-82,16%	Fev/29	-0,07%	Fev/32	2,02%	Fev/35	2,46%
Mar/26	-66,07%	Mar/29	0,07%	Mar/32	2,05%	Mar/35	2,47%
Abr/26	-53,24%	Abr/29	0,19%	Abr/32	2,07%	Abr/35	2,48%
Mai/26	-43,49%	Mai/29	0,31%	Mai/32	2,09%	Mai/35	2,48%
Jun/26	-36,05%	Jun/29	0,42%	Jun/32	2,11%	Jun/35	2,49%
Jul/26	-30,28%	Jul/29	0,52%	Jul/32	2,13%	Jul/35	2,49%
Ago/26	-25,73%	Ago/29	0,61%	Ago/32	2,14%	Ago/35	2,50%
Set/26	-22,09%	Set/29	0,70%	Set/32	2,16%	Set/35	2,50%
Out/26	-19,12%	Out/29	0,78%	Out/32	2,18%	Out/35	2,51%
Nov/26	-16,67%	Nov/29	0,86%	Nov/32	2,19%	Nov/35	2,51%

Dez/26	-14,62%	Dez/29	0,93%	Dez/32	2,21%	Dez/35	2,52%
Jan/27	-12,77%	Jan/30	1,01%	Jan/33	2,22%	Jan/36	2,52%
Fev/27	-11,21%	Fev/30	1,08%	Fev/33	2,24%	Fev/36	2,53%
Mar/27	-9,89%	Mar/30	1,15%	Mar/33	2,25%	Mar/36	2,53%
Abr/27	-8,76%	Abr/30	1,21%	Abr/33	2,26%	Abr/36	2,53%
Mai/27	-7,78%	Mai/30	1,27%	Mai/33	2,28%	Mai/36	2,54%
Jun/27	-6,92%	Jun/30	1,32%	Jun/33	2,29%	Jun/36	2,54%
Jul/27	-6,17%	Jul/30	1,38%	Jul/33	2,30%	Jul/36	2,55%
Ago/27	-5,50%	Ago/30	1,43%	Ago/33	2,31%	Ago/36	2,55%
Set/27	-4,91%	Set/30	1,47%	Set/33	2,32%	Set/36	2,55%
Out/27	-4,38%	Out/30	1,52%	Out/33	2,33%	Out/36	2,56%
Nov/27	-3,90%	Nov/30	1,56%	Nov/33	2,34%	Nov/36	2,56%
Dez/27	-3,47%	Dez/30	1,60%	Dez/33	2,35%	Dez/36	2,56%
Jan/28	-3,06%	Jan/31	1,64%	Jan/34	2,36%	Jan/37	2,57%
Fev/28	-2,69%	Fev/31	1,68%	Fev/34	2,37%	Fev/37	2,57%
Mar/28	-2,35%	Mar/31	1,72%	Mar/34	2,38%	Mar/37	2,57%
Abr/28	-2,05%	Abr/31	1,75%	Abr/34	2,39%	Abr/37	2,57%
Mai/28	-1,77%	Mai/31	1,79%	Mai/34	2,40%	Mai/37	2,58%
Jun/28	-1,51%	Jun/31	1,82%	Jun/34	2,41%	Jun/37	2,58%
Jul/28	-1,28%	Jul/31	1,85%	Jul/34	2,42%	Jul/37	2,58%
Ago/28	-1,07%	Ago/31	1,88%	Ago/34	2,42%	Ago/37	2,58%
Set/28	-0,87%	Set/31	1,90%	Set/34	2,43%	Set/37	2,59%
Out/28	-0,69%	Out/31	1,93%	Out/34	2,44%	Out/37	2,59%
Nov/28	-0,52%	Nov/31	1,95%	Nov/34	2,44%	Nov/37	2,59%
Dez/28	-0,37%	Dez/31	1,98%	Dez/34	2,45%	Dez/37	2,59%

Fonte: Própria autoria.

A empresa 02 também mostrou bons resultado conforme a tabela 8 e 9, se mostrando como um projeto viável, o tempo aproximadamente para retorno do investimento foi de 4 anos e 1 mês, com valor positivo no caixa no fim do período avaliado, correspondente a R\$ 3.395.585,86, resultado de economia.

Tabela 8 - Indicadores empresa 02

Ano	Fluxo	Fluxo Descontado	Saldo
0	-R\$ 466.769,76	-R\$ 466.769,76	-R\$ 466.769,76
1	R\$ 124.658,63	R\$ 114.892,75	-R\$ 351.877,01

2	R\$ 135.104,22	R\$ 114.765,00	-R\$ 237.112,02
3	R\$ 146.127,65	R\$ 114.404,52	-R\$ 122.707,50
4	R\$ 159.928,32	R\$ 115.400,17	-R\$ 7.307,33
5	R\$ 179.359,72	R\$ 119.282,36	R\$ 111.975,03
6	R\$ 201.081,49	R\$ 123.251,91	R\$ 235.226,95
7	R\$ 225.363,23	R\$ 127.313,63	R\$ 362.540,57
8	R\$ 252.506,19	R\$ 131.472,26	R\$ 494.012,83
9	R\$ 282.847,05	R\$ 135.732,55	R\$ 629.745,38
10	R\$ 316.762,06	R\$ 140.099,24	R\$ 769.844,62
11	R\$ 354.671,68	R\$ 144.577,06	R\$ 914.421,68
12	R\$ 397.045,74	R\$ 149.170,75	R\$ 1.063.592,43
VPL			R\$ 3.395.585,86
TIR			23,78%
Payback Descontado			4,063

Fonte: Própria autoria.

Tabela 9 - TIR mensal empresa 02

Ano/mês	Tir	Ano/mês	Tir	Ano/mês	Tir	Ano/mês	Tir
Jan/26	-97,79%	Jan/29	-1,23%	Jan/32	1,32%	Jan/35	1,90%
Fev/26	-84,04%	Fev/29	-1,07%	Fev/32	1,35%	Fev/35	1,90%
Mar/26	-68,64%	Mar/29	-0,91%	Mar/32	1,38%	Mar/35	1,91%
Abr/26	-56,04%	Abr/29	-0,77%	Abr/32	1,41%	Abr/35	1,92%
Mai/26	-46,31%	Mai/29	-0,64%	Mai/32	1,43%	Mai/35	1,93%
Jun/26	-38,80%	Jun/29	-0,52%	Jun/32	1,45%	Jun/35	1,94%
Jul/26	-32,92%	Jul/29	-0,41%	Jul/32	1,48%	Jul/35	1,94%
Ago/26	-28,26%	Ago/29	-0,30%	Ago/32	1,50%	Ago/35	1,95%
Set/26	-24,49%	Set/29	-0,20%	Set/32	1,52%	Set/35	1,96%
Out/26	-21,41%	Out/29	-0,10%	Out/32	1,54%	Out/35	1,96%
Nov/26	-18,86%	Nov/29	-0,02%	Nov/32	1,56%	Nov/35	1,97%
Dez/26	-16,71%	Dez/29	0,07%	Dez/32	1,58%	Dez/35	1,97%
Jan/27	-14,76%	Jan/30	0,16%	Jan/33	1,59%	Jan/36	1,98%
Fev/27	-13,12%	Fev/30	0,24%	Fev/33	1,61%	Fev/36	1,99%
Mar/27	-11,72%	Mar/30	0,32%	Mar/33	1,63%	Mar/36	1,99%
Abr/27	-10,51%	Abr/30	0,39%	Abr/33	1,65%	Abr/36	2,00%
Mai/27	-9,47%	Mai/30	0,46%	Mai/33	1,66%	Mai/36	2,00%

Jun/27	-8,55%	Jun/30	0,52%	Jun/33	1,68%	Jun/36	2,01%
Jul/27	-7,74%	Jul/30	0,58%	Jul/33	1,69%	Jul/36	2,01%
Ago/27	-7,02%	Ago/30	0,64%	Ago/33	1,71%	Ago/36	2,02%
Set/27	-6,38%	Set/30	0,70%	Set/33	1,72%	Set/36	2,02%
Out/27	-5,81%	Out/30	0,75%	Out/33	1,74%	Out/36	2,03%
Nov/27	-5,30%	Nov/30	0,80%	Nov/33	1,75%	Nov/36	2,03%
Dez/27	-4,83%	Dez/30	0,84%	Dez/33	1,76%	Dez/36	2,04%
Jan/28	-4,38%	Jan/31	0,89%	Jan/34	1,77%	Jan/37	2,04%
Fev/28	-3,97%	Fev/31	0,94%	Fev/34	1,79%	Fev/37	2,05%
Mar/28	-3,60%	Mar/31	0,98%	Mar/34	1,80%	Mar/37	2,05%
Abr/28	-3,27%	Abr/31	1,02%	Abr/34	1,81%	Abr/37	2,05%
Mai/28	-2,96%	Mai/31	1,06%	Mai/34	1,82%	Mai/37	2,06%
Jun/28	-2,68%	Jun/31	1,10%	Jun/34	1,83%	Jun/37	2,06%
Jul/28	-2,42%	Jul/31	1,14%	Jul/34	1,84%	Jul/37	2,07%
Ago/28	-2,19%	Ago/31	1,17%	Ago/34	1,85%	Ago/37	2,07%
Set/28	-1,97%	Set/31	1,21%	Set/34	1,86%	Set/37	2,07%
Out/28	-1,77%	Out/31	1,24%	Out/34	1,87%	Out/37	2,08%
Nov/28	-1,58%	Nov/31	1,27%	Nov/34	1,88%	Nov/37	2,08%
Dez/28	-1,41%	Dez/31	1,29%	Dez/34	1,89%	Dez/37	2,08%

Fonte: Própria autoria.

A empresa 3 assim como das demais, mostrou-se atrativa (Tabela 10), com um prazo de retorno do investimento aproximado de 3 anos e 8 meses e taxa interna de retorno (Tabela 11) superior a taxa mínima de atratividade.

Tabela 10 - Indicadores empresa 03

Ano	Fluxo	Fluxo Descontado	Saldo
0	-R\$ 409.023,66	-R\$ 409.023,66	-R\$ 409.023,66
1	R\$ 121.523,96	R\$ 112.003,65	-R\$ 297.020,01
2	R\$ 130.557,80	R\$ 110.903,02	-R\$ 186.116,99
3	R\$ 139.810,47	R\$ 109.458,75	-R\$ 76.658,24
4	R\$ 151.916,45	R\$ 109.619,00	R\$ 32.960,76
5	R\$ 170.307,55	R\$ 113.262,26	R\$ 146.223,02
6	R\$ 190.864,03	R\$ 116.989,17	R\$ 263.212,19
7	R\$ 213.840,54	R\$ 120.804,15	R\$ 384.016,34

8	R\$ 239.521,65	R\$ 124.711,60	R\$ 508.727,95
9	R\$ 268.225,36	R\$ 128.715,90	R\$ 637.443,85
10	R\$ 300.307,05	R\$ 132.821,43	R\$ 770.265,27
11	R\$ 336.163,78	R\$ 137.032,57	R\$ 907.297,84
12	R\$ 376.239,29	R\$ 141.353,73	R\$ 1.048.651,58
VPL			R\$ 3.729.979,88
TIR			26,38%
Payback Descontado			3,70

Fonte: Própria autoria.

Tabela 11 - TIR mensal empresa 03

Ano/Mês	TIR	Ano/Mês	TIR	Ano/Mês	TIR	Ano/Mês	TIR
jan/26	-97,54%	jan/29	-0,75%	jan/32	1,63%	jan/35	2,14%
fev/26	-83,10%	fev/29	-0,60%	fev/32	1,65%	fev/35	2,15%
mar/26	-67,34%	mar/29	-0,46%	mar/32	1,68%	mar/35	2,16%
abr/26	-54,62%	abr/29	-0,33%	abr/32	1,70%	abr/35	2,16%
mai/26	-44,88%	mai/29	-0,20%	mai/32	1,72%	mai/35	2,17%
jun/26	-37,40%	jun/29	-0,09%	jun/32	1,75%	jun/35	2,18%
jul/26	-31,58%	jul/29	0,02%	jul/32	1,77%	jul/35	2,18%
ago/26	-26,97%	ago/29	0,12%	ago/32	1,79%	ago/35	2,19%
set/26	-23,27%	set/29	0,21%	set/32	1,80%	set/35	2,20%
out/26	-20,24%	out/29	0,30%	out/32	1,82%	out/35	2,20%
nov/26	-17,74%	nov/29	0,38%	nov/32	1,84%	nov/35	2,21%
dez/26	-15,65%	dez/29	0,46%	dez/32	1,86%	dez/35	2,21%
jan/27	-13,76%	jan/30	0,54%	jan/33	1,87%	jan/36	2,22%
fev/27	-12,17%	fev/30	0,62%	fev/33	1,89%	fev/36	2,22%
mar/27	-10,81%	mar/30	0,69%	mar/33	1,91%	mar/36	2,23%
abr/27	-9,64%	abr/30	0,76%	abr/33	1,92%	abr/36	2,23%
mai/27	-8,63%	mai/30	0,83%	mai/33	1,94%	mai/36	2,24%
jun/27	-7,75%	jun/30	0,89%	jun/33	1,95%	jun/36	2,24%
jul/27	-6,97%	jul/30	0,94%	jul/33	1,96%	jul/36	2,25%
ago/27	-6,28%	ago/30	1,00%	ago/33	1,98%	ago/36	2,25%
set/27	-5,66%	set/30	1,05%	set/33	1,99%	set/36	2,26%
out/27	-5,11%	out/30	1,09%	out/33	2,00%	out/36	2,26%
nov/27	-4,61%	nov/30	1,14%	nov/33	2,01%	nov/36	2,26%
dez/27	-4,17%	dez/30	1,18%	dez/33	2,02%	dez/36	2,27%
jan/28	-3,74%	jan/31	1,23%	jan/34	2,03%	jan/37	2,27%

fev/28	-3,35%	fev/31	1,27%	fev/34	2,05%	fev/37	2,27%
mar/28	-3,00%	mar/31	1,31%	mar/34	2,06%	mar/37	2,28%
abr/28	-2,68%	abr/31	1,35%	abr/34	2,07%	abr/37	2,28%
mai/28	-2,39%	mai/31	1,39%	mai/34	2,08%	mai/37	2,29%
jun/28	-2,13%	jun/31	1,42%	jun/34	2,09%	jun/37	2,29%
jul/28	-1,88%	jul/31	1,46%	jul/34	2,09%	jul/37	2,29%
ago/28	-1,66%	ago/31	1,49%	ago/34	2,10%	ago/37	2,29%
set/28	-1,45%	set/31	1,52%	set/34	2,11%	set/37	2,30%
out/28	-1,26%	out/31	1,55%	out/34	2,12%	out/37	2,30%
nov/28	-1,08%	nov/31	1,57%	nov/34	2,13%	nov/37	2,30%
dez/28	-0,92%	dez/31	1,60%	dez/34	2,13%	dez/37	2,31%

Fonte: Própria autoria.

De modo geral, todos os orçamentos se mostraram economicamente viáveis, em todos foi verificado o retorno do investimento em um curto prazo assim como apresentaram uma alta taxa interna de retorno. O gráfico 4 traz o comparativo entre o valor investido e o retorno financeiro dentro de doze anos, ou seja, o lucro com economia gera pelo estacionamento fotovoltaico nesse período. Foi possível analisar que a proposta da empresa 01, foi a que obteve melhor desempenho, o que significa, que se tratando exclusivamente de custos, é a proposta mais atrativa economicamente, pois demonstrou o menor valor de investimento inicial (R\$ 378.000,00) e o maior valor de retorno financeiro (R\$ 4.421.242,83).

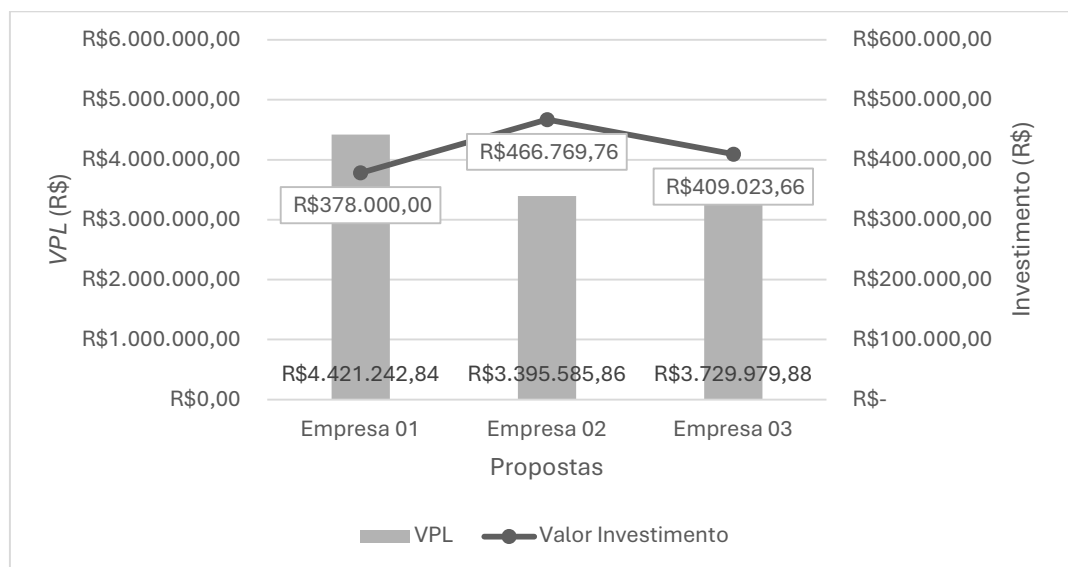


Gráfico 4 – Comparativo custos x orçamentos
Fonte: Própria autoria

5. CONCLUSÃO

O presente trabalho analisou a viabilidade econômica da implantação de um estacionamento fotovoltaico no Hospital Municipal de Montividiu. Para alcançar os objetivos propostos, foi realizado o dimensionamento do estacionamento e solicitado orçamentos junto a três empresas especializadas do setor. As avaliações foram baseadas nos indicadores de valor presente líquido, taxa interna de retorno e payback descontado.

De acordo com resultados, constatou-se que a implantação é viável do ponto de vista econômico, entre os três orçamentos, todos apresentaram indicadores financeiros favoráveis, em especial o tempo de retorno de investimento, que foi no máximo de quatro anos e um mês. Embora o investimento inicial seja alto, a taxa interna de retorno elevada e o valor presente líquido positivo, demonstram que a economia com abatimento do valor da conta de energia elétrica, ocorre em um curto prazo.

Além dos benefícios gerados com a redução do valor da fatura, a implementação de um estacionamento fotovoltaico em um ambiente como um hospital público, proporciona melhoria na infraestrutura, fornecendo instalações adequadas e conforto térmico aos usuários, além de possibilitar o direcionamento de recursos que seriam gastos com a conta de luz para outras áreas, otimizando assim a gestão pública.

Para estudos futuros, recomenda-se, a elaboração do projeto executivo elétrico e estrutural do estacionamento fotovoltaico, para realização de processo de licitação e consequentemente execução da obra pelo poder público.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, Raphael Lorenzeto de. **Mapa de localização do município de Montividiu, Goiás**. 2006. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Montividiu#/media/Ficheiro:Goias_Municip_Montividiu-u.svg. Acesso em: 7 ago. 2026

ARAÚJO, Ericka. **Não compensação de 45% do Fio B começa em 2025**: impacto varia por área de concessão. **Canal Solar**, 9 jan. 2025. Disponível em: <https://canalsolar.com.br/nao-compensacao-45-fio-b-em-2025-impacto-varia-concessao/>. Acesso em: 9 ago. 2026.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA (ABSOLAR). Energia solar representa 19,5% da matriz elétrica brasileira. São Paulo: ABSOLAR, 2024. Disponível em: <https://www.absolar.org.br/noticiasexternas/energia-solar-representa-195-da-matriz-eletricabrasileira/>. Acesso em: 7 ago. 2026.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9050**: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. 3. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

BARROS, Ana Carolina; SANTOS, Julia Galvão dos. Análise da viabilidade dos painéis solares em estruturas de carport no estacionamento do hospital universitário regional de Ponta Grossa—Pr—UEPG. 2025.

BEZERRA, F. D. *Micro e minigeração distribuída e suas perspectivas com a Lei 14.300/2022*. Caderno Setorial ETENE, v. 7, 2022.

BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). **Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012**. Brasília, 2012.

BRASIL. **Portaria nº 140, de 21 de março de 2022**. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 30 mar. 2022. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-140-de-21-de-marco-de-2022-389587680>. Acesso em: 9 ago. 2026.

BRASIL. Lei nº 14.300, de 6 de janeiro de 2022. Institui o Marco Legal da Microgeração e Minigeração Distribuída. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 7 jan. 2022.

BRASIL. Ministério da Economia. Secretaria de Desenvolvimento da Infraestrutura. **Nota Técnica SEI nº 19911/2020/ME**: Taxa social de desconto para avaliação de investimentos em infraestrutura: atualização pós consulta pública. Brasília, DF: Ministério da Economia, 2020. Disponível em: https://www.gov.br/gestao/pt-br/central-de-conteudo/publicacoes/notastecnicas/2-020/nt_taxa-social_vf.pdf. Acesso em: 8 ago. 2026.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Boletim mensal de monitoramento do sistema elétrico brasileiro – julho de 2025**. Brasília, DF: Ministério de Minas e Energia, 2025. Disponível em: https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/secretaria-nacionalenergiaeletrica/publicacoes/boletim-de-monitoramento-do-sistema-eletrico/2025/boletim-mensal-julho-2025_sneeddos.pdf. Acesso em: 8 ago. 2026.

BURNQUIST, Heloisa Lee; DENNY, Danielle Mendes Thame. Risco de apagão e racionamento de energia elétrica: de volta para o futuro. **Piracicaba-SP: CEPEA**, 2021.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **SINAPI**: Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil. Brasília, DF: CAIXA, 2026. Disponível em: <https://www.caixa.gov.br/poder-publico/modernizacao-gestao/sinapi/Paginas/default.aspx>. Acesso em: 18 ago. 2026.

CENTRO DE REFERÊNCIA PARA A ENERGIA SOLAR E EÓLICA SÉRGIO DE SALVO BRITO (CRESESB). **SunData**: potencial solar. Rio de Janeiro: CEPEL, 2026. Disponível em: <http://cresesb.cepel.br/index.php?section=sundata>. Acesso em: 1 ago. 2026

COELHO, Roberto Francisco; SCHMITZ, Lenon; MARTINS, Denizar Cruz. *Energia solar fotovoltaica: geração, conversão e aplicações*. Florianópolis: Ed. dos Autores, 2022. CURY, Iára Leme Russo; PANTANO FILHO, Rubens; GARCIA, Vitor. Geração de energia elétrica: reflexões para um diálogo interdisciplinar. Ensino, Pesquisa e Extensão, p. 8, 2021.

DAI, Haotian et al. The analysis of three main investment criteria: NPV IRR and payback period. In: 2022 7th International Conference on Financial Innovation and Economic Development (ICFIED 2022). Atlantis Press, 2022. p. 185-189.

DGTEC. **Painel / placa solar fotovoltaica 60w + controlador carga**. DGTec, [2026]. Disponível em: <https://www.dgttec.com.br/energia-solar/painel-solar/painel-placa-solar-fotovoltaica-60w-controlador-carga>. Acesso em: 6 ago. 2026.

DAVID, Thamyres Machado; DE SOUZA, Teófilo Miguel; RIZOL, Paloma Maria Silva Rocha. Photovoltaic systems: a review with analysis of the energy transition in Brazilian culture, 2018–2023. *Energy Informatics*, v. 7, n. 1, p. 14, 2024.

DEVABHAKTUNI, Vijay et al. Solar energy: Trends and enabling technologies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 19, p. 555-564, 2013.

DROZDOWSKI, G.; DZIEKAŃSKI, P. Internal rate of return as an enhancement of the decision-making process in the aspect of choosing the investment process. *Market Infrastructure*, n. 66, 2022.

ECORI ENERGIA SOLAR. **Manual técnico: iZi carport monoposte e biposte**. [S. l.]: Ecori Energia Solar, 2025. Disponível em: <https://microinversor.com.br/downloads/ecori/izi-carport-monoposte-biposte-2025-manual-manual-tecnico-carport-monoposte-e-bipos-bc99b2.pdf>. Acesso em: 18 ago. 2026.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). *Relatório Síntese do Balanço Energético Nacional 2025*. Rio de Janeiro, 2025. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-885/topico767/BEN_S%C3%ADntese_2025_PT.pdf. Acesso em: 8 ago. 2026.

ENERGIA SOLAR MASTER. **Principais componentes de um sistema fotovoltaico**. Energia Solar Master, 28 jan. 2024. Disponível em: <https://energiasolarmaster.com.br/2024/01/28/principais-componentes-de-um-sistema-fotovoltaico/>. Acesso em: 6 ago. 2026.

EQUATORIAL ENERGIA GOIÁS. **Valor de tarifas e serviços**. Goiânia: Equatorial Energia, 2026. Disponível em: <https://go.equatorialenergia.com.br/valor-de-tarifas-e-servicos/#grupo-b>. Acesso em: 8 ago. 2026.

FORTUNATO, Guilherme Meireles. Análise da viabilidade econômica para implantação de um estacionamento com módulos fotovoltaicos no município de Mundo Novo-MS. 2021.

GASPARIN, F. P.; BÜHLER, A. J. *Panorama atual da geração distribuída no Brasil e o papel da energia solar fotovoltaica no setor*. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, v. 22, 2018.

GOIÁS. Corpo de Bombeiros Militar. **Norma Técnica nº 44/2025: segurança em sistemas fotovoltaicos**. Goiânia: CBMGO, 2025. Disponível em: https://www.bombeiros.go.gov.br/wp-content/uploads/2025/02/NT-44-2025_-_Seguranca_em_sistemas_fotovoltaicos.pdf. Acesso em: 19 ago. 2026.

GOIÁS. Agência Goiana de Infraestrutura e Transportes. **Custo referencial de serviços: obras civis**. Goiânia: GOINFRA, 2026. Disponível em: https://www.goinfra.go.gov.br/arquivos/arquivos/Obras%20Civis/T336_C/Custo_Referencial_de_Servi%C3%A7os.pdf. Acesso em: 18 ago. 2026

GOOGLE EARTH. **Vista aérea do município de Montividiu, GO.** Google Earth, 2026. Disponível em: https://earth.google.com/web/search/montividiu+go/@-17.44940039,-51.1788-4399,831.08013964a,338.28765482d,30y,22.58321958h,0t,0r/data=CiwiJgokCf78grmvnjNAEekud_znWzfAGe7BWYNMBE5AiaKs-ij8xUbAQgIIATIpCicKJQohMTlzeGp5YjV6WE-VzYjNi-YkhPQXBwa09QVzhzbUQxS1JKIAE6AwoBMEICCABKCAj9zfTMAhAB?hl=pt-BR. Acesso em: 6 ago. 2026.

GOOGLE MAPS. **Hospital Municipal de Montividiu.** Google Maps, 2026. Disponível em: https://www.google.com/maps/@-17.4511109,-51.1666455,13.75z/data=!5m1!1e1?entry=ttu&g_ep=EgoyMDI2MDgwNC4wIKXMDSOASAFQAw%3D%3D. Acesso em: 7 ago. 2026.

INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY (IRENA). **Renewable Energy Technologies: Cost Analysis Series: Solar Photovoltaics.** Volume 1: Power Sector, Issue 4/5. Abu Dhabi/Bonn: IRENA, June 2012

KOCASLAN, Gelengul. International energy security indicators and Turkey's energy security risk score. *International Journal of Energy Economics and Policy*, v. 4, n. 4, p. 735-743, 2014.

MARCHIONI, Andrea; MAGNI, Carlo Alberto. Investment decisions and sensitivity analysis: NPV-consistency of rates of return. *European Journal of Operational Research*, [s. l.], v. 268, n. 1, p. 361-372, 2018.

MARKWITH, Scott. Solar parking lot capacity: an abundant dual-use alternative. *Environmental Research Infrastructure and Sustainability*, v. 5, n. 1, 2025.

MENDES, SARA RAQUEL MACHADO PIMENTA. A análise de investimentos em novas tecnologias: a importância da utilização de diferentes métodos de avaliação. Repositório da Universidade do Minho, 2017.

MENEZES, M. P. Impactos da lei 14.300 na viabilidade de usinas de micro e minigeração fotovoltaica: Estudo de caso no Ceará. 2022. 22, 26-29 f. Trabalho de Conclusão de Curso. Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Ceará, 2022

MINHA CASA SOLAR. **Painel solar monocristalino 600W bifacial Tsun - RIO - 120BIF-2278:** folha de dados (datasheet). Minha Casa Solar, 2026. Disponível em: <https://minhacasasolar.fbtsstatic.net/medi-a/01---rio600w-144-bif---2278.pdf?v=202608041026>. Acesso em: 7 ago. 2026.

MOREIRA, O.; SOUZA, C. C. *Aproveitamento fotovoltaico: análise comparativa entre Brasil e Alemanha.* Interações (Campo Grande), v. 21, n. 2, p. 379-387, 2020.

MOTA, Rodrigo. O preço da energia solar caiu 89% em 10 anos. *Época Negócios*, 15 dez. 2020. Disponível em: <https://epocanegocios.globo.com/Sustentabilidade/noticia/2020/12/preco-da-energiasolar-caiu-89-em-10-anos.html>. Acesso em: 7 ago. 2026

OLIVEIRA, F.; RAMOS, D. **Analysis of the energy efficiency promoted by the implementation of solar panels in hospitals in Brazil and other countries**. *Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades*, v. 9, n. 76, p. 2809-2822, 2021. Disponível em: https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/gerenciamento_de_cidades/article/view/2809. Acesso em: 7 ago. 2026

PAIM, Maria-Augusta et al. Evaluating regulatory strategies for mitigating hydrological risk in Brazil through diversification of its electricity mix. *Energy Policy*, v. 128, p. 393-401, 2019.

PARAHYBA, Thaís Gontijo Araújo; ELIAS, Sergio José Barbosa; ZURBA, Nadia Khaled. Propostas de adaptações de acessibilidade baseadas na NBR 9050. 2016

PENG, Jinqing; LU, Lin; YANG, Hongxing. Review on life cycle assessment of energy payback and greenhouse gas emission of solar photovoltaic systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 19, p. 255-274, 2013.

PEREIRA, Enio Bueno et al. **Atlas Brasileiro de Energia Solar**. 2. ed. São José dos Campos: INPE, 2017

PETKOVIĆ, Dalibor et al. RETRACTED: Survey of the most influential parameters on the wind farm net present value (NPV) by adaptive neuro-fuzzy approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, [s. l.], v. 57, p. 1270–1278, 2016.

PINHEIRO, Sandro Gomes; DE CARVALHO, Rogério Atem; MACHADO, Francisco de Assis Léo. Políticas públicas do Brasil para expansão da energia solar fotovoltaica na geração distribuída: uma revisão da literatura no período 2011-2021. *InterSciencePlace*, v. 18, n. 1, 2023.

PINHO, João T.; GALDINO, Marco A. Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos. Rio de Janeiro: CEPREL/CRESESB, 2014.

PROJETOS REVIT. **Carport Revit**. Projetos Revit. Disponível em: <https://projetosrevit.com.br/carport-revit/>. Acesso em: 6 ago. 2026.

REIS, Pedro. **Lista dos painéis solares fotovoltaicos mais eficientes (atualizado)**. Portal Energia, 14 jan. 2025. Disponível em: <https://www.portal-energia.com/paineis-solares-fotovoltaicos-mais-eficientes/>. Acesso em: 8 ago. 2026.

REVISTA POTÊNCIA. **Energia solar: sistemas on-grid e off-grid**. Revista Potência, [2022?]. Disponível em: <https://revistapotencia.com.br/portal-potencia/mercado/energia-solar-sistemas-on-grid-e-off-grid/>. Acesso em: 6 ago. 2026.

RIBEIRO, Patrícia de Freitas Reis Vilela; BRAGA, Ricardo Fabel; REZENDE, Elcio Nacur. A importância da energia solar no desenvolvimento sustentável e os rumos da política pública para incentivo a essa fonte renovável no Brasil. *Revista de Direito e Sustentabilidade*, v. 8, n. 1, 2022.

RIO VERDE (GO). **Decreto nº 2.439, de 2 de setembro de 2021**. Dispõe sobre a classificação dos impactos de trânsito e disciplina as vagas de estacionamento e acumulação de veículos. Rio Verde: Prefeitura Municipal, 2021. Disponível em: https://www.rioverde.go.gov.br/wp-uploads/2021/10/Decreto-2439_21_Impacto-de-Transito-e-Vagas.pdf. Acesso em: 7 ago. 2026.

RIGO, P. D.; SANTOS, J. R. G. dos; FREITAS, C. V. de; RABENSCHLAG, D. R. XXXIX Encontro nacional de engenharia de produção, 2019, Santos. Impacto da tUSD na viabilidade econômica de sistemas fotovoltaicos no Brasil. Santos: Enegep, 2019, p. 01-13

SAMPAIO, Priscila Gonçalves Vasconcelos; GONZÁLEZ, Mario Orestes Aguirre. Photovoltaic solar energy: conceptual framework. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 74, p. 590-601, 2017.

SHOU, Tianle. A literature review on the net present value (NPV) valuation method. In: 2022 2nd International Conference on Enterprise Management and Economic Development (ICEMED 2022). Atlantis Press, 2022. p. 826-830.

SILVA, C. M. A. et al. ENERGIAS SUSTENTÁVEIS NO BRASIL: DESAFIOS E OPORTUNIDADES PARA OS PRÓXIMOS ANOS. In: *Exploring the Field of Agricultural and Biological Sciences*. p. 330-345, 2024.

SILVA, J. P. P. da, Botan, M. C. C. de O., Botan, A. C. B., Silva, J. F. R. da, Castro, T. dos S., & Oliveira, K. R. de. (2025). The Relationship Between Climate Change and Pricing in the Free Energy Market. *Revista De Gestão Social E Ambiental - RGSA*, 19(5), e012230.

SILVEIRA, José Luz; TUNA, Celso Eduardo; LAMAS, Wendell. The need of subsidy for the implementation of photovoltaic solar energy as supporting of decentralized electrical power generation in Brazil. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 20, p. 133-141, 2013

SOLARVIEW. **Fator de simultaneidade**. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/92-5376378/Fator-de-Simultaneidade>. Acesso em: 7 ago. 2026.

SOLUÇÕES EDP. Desafios da eficiência energética nos hospitais: entenda! **Soluções EDP**, 11 abr. 2024. Disponível em: <https://solucoes.edp.com.br/blog/desafios-eficiencia-energetica-hospitais/>. Acesso em: 7 ago. 2026.

TADIM, Rodrigo. Análise de viabilidade econômica em um projeto de aumento da produção de serviços de suporte técnico em informática a distância. 2022.

TYAGI, Vineet Veer et al. Progress in solar PV technology: Research and achievement. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 20, p. 443-461, 2013.

ZAGO, Camila Avozani; WEISE, Andreas Dittmar; HORNBURG, Ricardo André. A importância do estudo de viabilidade econômica de projetos nas organizações contemporâneas. In: **VI CONVIBRA–Congresso Virtual Brasileiro de Administração. Anais**. 2009. p. 1-15.