



CENTRO UNIVERSITÁRIO FAEMA – UNIFAEMA

RAISSON RODRIGUES FERRANDO ALVES

**AVALIAÇÃO TÉCNICO-ECONÔMICA E AMBIENTAL DA APLICAÇÃO DE
ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA EM EDIFICAÇÕES DE PROPRIEDADE DO
PODER PÚBLICO NO VALE DO JAMARI – RO**

**ARIQUEMES - RO
2025**

RAISSON RODRIGUES FERRANDO ALVES

**AVALIAÇÃO TÉCNICO-ECONÔMICA E AMBIENTAL DA APLICAÇÃO DE
ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA EM EDIFICAÇÕES DE PROPRIEDADE DO
PODER PÚBLICO NO VALE DO JAMARI – RO**

Artigo científico apresentado ao Centro Universitário FAEMA (UNIFAEMA), como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Esp. Gustavo Nazarko Ferreira de Souza

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Centro Universitário Faema - UNIFAEMA

Gerada mediante informações fornecidas pelo(a) Autor(a)

A474a ALVES, Raisson Rodrigues Ferrando

Avaliação técnico-econômica e ambiental da aplicação de energia solar fotovoltaica em edificações de propriedade do poder público no Vale do Jamari - RO/ Raisson Rodrigues Ferrando Alves- Ariquemes/ RO, 2025.

30 f. il.

Orientador(a): Prof. Esp. Gustavo Nazarko Ferreira de Souza

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil)
– Centro Universitário Faema - UNIFAEMA

1.Energia solar fotovoltaica. 2.Edificações públicas. 3.Viabilidade técnico-econômica. 4.Sustentabilidade. 5.Vale do Jamari. I. Souza, Gustavo Nazarko Ferreira de. II.Título.

CDD 624

Bibliotecário(a) Isabelle da Silva Souza

CRB 11/1148

RAISSON RODRIGUES FERRANDO ALVES

**AVALIAÇÃO TÉCNICO-ECONÔMICA E AMBIENTAL DA APLICAÇÃO
DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA EM EDIFICAÇÕES DE
PROPRIEDADE DO PODER PÚBLICO NO VALE DO JAMARI – RO**

Artigo científico apresentado ao Centro Universitário FAEMA (UNIFAEMA), como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Esp. Gustavo Nazarko Ferreira de Souza

BANCA EXAMINADORA

Prof. Esp. Gustavo Nazarko Ferreira de Souza (orientador)
Centro Universitário FAEMA – UNIFAEMA

Prof. Esp. Bruno Dias De Oliveira (examinador)
Centro Universitário FAEMA – UNIFAEMA

Profa. Ma Silênia Priscila Da Silva Lemes (examinador)
Centro Universitário FAEMA - UNIFAEMA

**ARIQUEMES - RO
2025**

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, pela força, sabedoria e saúde concedidas durante toda esta caminhada acadêmica. Aos meus pais, Mirco Elis Rodrigues Alves da Silva e Julia Jane Ferrando, pela dedicação incondicional, amor, paciência e incentivo constante em todas as etapas da minha formação. Foram vocês que me ensinaram o valor do esforço e da perseverança, sendo a base e o exemplo que me inspiraram a chegar até aqui.

Ao meu orientador, Prof. Gustavo Nazarko Ferreira de Souza, pela orientação precisa, pela disponibilidade em compartilhar seus conhecimentos e pela confiança depositada neste trabalho. Sua experiência e compromisso acadêmico foram fundamentais para o desenvolvimento desta pesquisa.

A todos os amigos, colegas e professores que, de alguma forma, contribuíram com apoio, aprendizado e motivação ao longo desta jornada, deixo aqui minha sincera gratidão.

“A natureza é o mestre, e a ciência é seu aprendiz.”

Leonardo da Vinci

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	8
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	10
2.1 ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA.....	13
3 METODOLÓGIA.....	17
3.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E DOCUMENTAL.....	17
3.2 AVALIAÇÃO TÉCNICA.....	18
3.3 AVALIAÇÃO ECONÔMICA.....	18
3.4 AVALIAÇÃO AMBIENTAL.....	18
3.5 INTEGRAÇÃO E ANÁLISE MULTICRITÉRIO.....	18
3.6 ETAPAS OPERACIONAIS.....	19
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	25
REFERÊNCIAS.....	28
ANEXO A – DECLARAÇÃO E APROVAÇÃO DE PLÁGIO.....	32

AVALIAÇÃO TÉCNICO-ECONÔMICA E AMBIENTAL DA APLICAÇÃO DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA EM EDIFICAÇÕES DE PROPRIEDADE DO PODER PÚBLICO NO VALE DO JAMARI – RO

TECHNICAL, ECONOMIC AND ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF THE APPLICATION OF PHOTOVOLTAIC SOLAR ENERGY IN PUBLIC-OWNED BUILDINGS IN VALE DO JAMARI – RO

Raisson Rodrigues Ferrando Alves¹
Gustavo Nazarko Ferreira de Souza²

RESUMO

O presente artigo avalia a viabilidade técnica, econômica e ambiental da aplicação de sistemas de energia solar fotovoltaica em edificações públicas localizadas no Vale do Jamari – RO. A pesquisa fundamenta-se em revisão bibliográfica, análise documental e levantamento de dados setoriais referentes ao desempenho, custos e impactos ambientais de sistemas fotovoltaicos. A metodologia inclui a aplicação de parâmetros consolidados pela literatura e normas técnicas, como indicadores de Performance Ratio (PR), taxa interna de retorno (TIR) e tempo de retorno do investimento (payback), além da utilização de bases de dados nacionais (ANEEL, ABSOLAR e Atlas Solarimétrico) para estimar o potencial energético regional. Consideraram-se ainda variáveis climáticas e operacionais, como níveis locais de radiação solar, temperatura ambiente e condições de instalação típicas das edificações públicas. Os resultados apontam elevada viabilidade técnica e econômica, com tempo médio de retorno do investimento entre cinco e oito anos, além de expressiva redução das despesas energéticas. Do ponto de vista ambiental, observou-se diminuição potencial das emissões de CO₂ e avanços na implementação de práticas institucionais sustentáveis. Conclui-se que a adoção de energia solar em prédios públicos do Vale do Jamari constitui uma estratégia eficaz de gestão pública sustentável, contribuindo para autonomia energética e alinhamento aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Recomenda-se o fortalecimento de incentivos regionais, capacitação técnica e políticas de reciclagem de módulos, de modo a consolidar os ganhos ambientais e econômicos no longo prazo.

Palavras-chave: energia solar fotovoltaica; edificações públicas; viabilidade técnico-econômica; sustentabilidade; Vale do Jamari.

ABSTRACT

This article evaluates the technical, economic, and environmental feasibility of implementing photovoltaic solar energy systems in public buildings located in the Vale do Jamari region, Rondônia, Brazil. The research is based on a literature review, document analysis, and the examination of sectoral data related to the performance, costs, and environmental impacts of photovoltaic systems. The methodological approach includes the application of parameters

¹ Graduando em Engenharia Civil no Centro Universitário Faema - UNIFAEMA, Raisson.19634@unifaema.edu.br

² Docente no Centro Universitário Faema - UNIFAEMA, gustavo.nazarko@unifaema.edu.br

consolidated in the scientific literature and technical standards, such as the Performance Ratio (PR), Internal Rate of Return (IRR), and payback period. National databases (ANEEL, ABSOLAR, and the Brazilian Solar Atlas) were also used to estimate the regional solar energy potential. Climatic and operational variables—such as local solar irradiation, ambient temperature, and installation characteristics typical of public facilities—were incorporated into the analysis. The results indicate high technical and economic feasibility, with an average investment payback period ranging from five to eight years, in addition to a significant reduction in public energy expenditures. From an environmental perspective, the findings highlight the potential for reducing CO₂ emissions and advancing sustainable institutional practices. The study concludes that the adoption of photovoltaic systems in public buildings in Vale do Jamari constitutes an effective strategy for sustainable public management, contributing to energy autonomy and alignment with the Sustainable Development Goals (SDGs). The study recommends strengthening regional incentives, expanding technical training, and developing module recycling policies to consolidate long-term environmental and economic benefits.

Keywords: photovoltaic solar energy; public buildings; techno-economic feasibility; sustainability; Vale do Jamari.

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a busca por alternativas energéticas sustentáveis e economicamente viáveis tem adquirido centralidade no debate sobre o desenvolvimento de políticas públicas, especialmente em países de dimensões continentais como o Brasil. Nesse cenário, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e o Marco Legal da Geração Distribuída (Lei nº 14.300/2022) desempenham papel fundamental ao regulamentar e incentivar a expansão da geração solar fotovoltaica em todo o território nacional, promovendo a inserção de sistemas conectados à rede e estimulando a autossuficiência energética de instituições públicas. Tais políticas consolidaram o Brasil entre os países de maior crescimento em energia renovável, com mais de 15 mil prédios públicos já equipados com sistemas fotovoltaicos, totalizando 435 MW de potência instalada e um investimento superior a R\$ 2 bilhões, além da geração de milhares de empregos verdes (Canal Solar, 2025; PV Magazine Brasil, 2025).

Contudo, embora as políticas nacionais tenham impulsionado avanços expressivos, sua efetiva implementação em nível local ainda enfrenta desafios significativos, especialmente em regiões de menor infraestrutura energética, como o Vale do Jamari, em Rondônia, região do centro-leste do estado que compreende nove municípios, sendo eles Ariquemes, Alto Paraíso, Campo Novo de Rondônia, Candeias do Jamari, Cujubim, Itapuã do Oeste, Machadinho d'Oeste, Monte Negro e Rio Crespo. A realidade municipal desta região revela

limitações técnicas, financeiras e administrativas que dificultam a adoção plena das políticas federais, evidenciando um descompasso entre o potencial solar da região — superior a 5,2 kWh/m²/dia — e a reduzida quantidade de edificações públicas com sistemas fotovoltaicos em operação (RBEns, 2023; Solar dos Pomares, 2025).

Nesse contexto, torna-se evidente a necessidade de estudos que avaliem a viabilidade técnica, econômica e ambiental da aplicação da energia solar em prédios públicos amazônicos, uma vez que há carência de pesquisas específicas sobre o desempenho e a sustentabilidade de tais sistemas em Rondônia. Tal lacuna justifica a relevância científica e prática deste trabalho, que busca conectar as diretrizes nacionais da ANEEL e da Lei 14.300/2022 à realidade municipal do Vale do Jamari, analisando como políticas de âmbito federal podem ser efetivamente traduzidas em soluções locais de autonomia energética e sustentabilidade.

Assim, o presente estudo tem por objetivo geral avaliar, sob os aspectos técnico, econômico e ambiental, a aplicação de sistemas de energia solar fotovoltaica em edificações públicas localizadas no Vale do Jamari – RO, identificando seu potencial de eficiência, retorno financeiro e contribuição para a sustentabilidade regional.

No que concerne ao aspecto ambiental, destaca-se a contribuição da energia solar para a mitigação das emissões de gases de efeito estufa, alinhando-se às metas internacionais e nacionais de sustentabilidade e à promoção de cidades mais resilientes (Canal Solar, 2025). Diante desse contexto, torna-se essencial investigar: **A instalação de sistemas de energia solar fotovoltaica em prédios de propriedade do poder público no Vale do Jamari – RO é economicamente vantajosa e ambientalmente benéfica para a região?**

O presente trabalho tem por objetivo geral avaliar, sob os aspectos técnico, econômico e ambiental, a aplicação de sistemas de energia solar fotovoltaica em edificações públicas localizadas no Vale do Jamari – RO, identificando seu potencial de eficiência, retorno financeiro e contribuição para a sustentabilidade regional.

Como objetivos avaliar a viabilidade técnica, econômica e ambiental da adoção de sistemas de energia solar fotovoltaica em prédios de propriedade do poder público localizados no Vale do Jamari – RO. Como também levantar dados sobre a radiação solar e as condições climáticas da região, calcular o potencial de economia financeira e o retorno sobre o investimento e avaliar a redução de impactos ambientais, especialmente na emissão de CO₂.

Para tanto, este artigo está estruturado em capítulos que abordam desde a fundamentação teórica sobre energias renováveis, o panorama da energia solar no Brasil e na região amazônica, até a metodologia aplicada e a discussão dos resultados obtidos ao longo da pesquisa.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

De acordo com o Anuário Estatístico de Energia Elétrica (EPE, 2025), o Brasil superou a marca de 41 GW de capacidade instalada em energia solar em 2024, posicionando-se entre os cinco maiores mercados solares do mundo. Essa expansão reflete políticas públicas de incentivo, como o Marco Legal da Geração Distribuída (Lei nº 14.300/2022), e o fortalecimento de instrumentos regulatórios da ANEEL, que facilitaram a integração de sistemas on-grid em diferentes segmentos consumidores, incluindo edificações públicas, comerciais e residenciais. Além disso, o país possui uma das maiores médias de irradiação solar do mundo, com valores que variam de 4,5 a 6,5 kWh/m²/dia, segundo a nova base de irradiação divulgada pela EPE e por estudos apresentados nos Anais do Congresso Brasileiro de Energia Solar (2024).

O fenômeno físico central da tecnologia fotovoltaica é o efeito fotovoltaico, descoberto no século XIX e caracterizado pela geração de corrente elétrica a partir da incidência de fótons sobre materiais semicondutores, em especial o silício (IFMG, 2019). A estrutura fundamental de um módulo fotovoltaico baseia-se na formação de uma junção p-n, que combina dois tipos diferentes de materiais semicondutores: o tipo P (positivo) e o tipo N (negativo), possibilitando a separação de portadores de carga – elétrons e lacunas – e a geração de tensão elétrica utilizável. O aperfeiçoamento dos processos de fabricação desses dispositivos, sobretudo no século XX, viabilizou a produção em escala industrial, com ganhos significativos de eficiência e redução de custos (Monografias Poli UFRJ, 2021).

Atualmente, a energia solar fotovoltaica apresenta diversas tipologias de sistemas: conectados à rede (on-grid), isolados (off-grid) e híbridos. Os sistemas on-grid, mais comuns em áreas urbanas e edificações públicas, são integrados à rede elétrica, permitindo a compensação de créditos de energia por meio de medição bidirecional (net metering) (Viana, 2012). Já os sistemas off-grid são empregados, principalmente, em locais remotos, onde inexistem conexões à rede de distribuição, exigindo o uso de bancos de baterias para o

armazenamento energético. Sistemas híbridos, por sua vez, combinam fontes renováveis distintas, visando aumentar a confiabilidade do suprimento (Viana, 2012; IFMG, 2019).

Quanto às tecnologias industriais empregadas, destacam-se as células de silício cristalino – monocristalino e policristalino –, As tecnologias industriais empregadas na fabricação de módulos fotovoltaicos são predominantemente baseadas em células de silício cristalino, notadamente nos tipos monocristalino e policristalino, que apresentam diferenças estruturais, de desempenho e de custo. As células monocristalinas são produzidas a partir de um único cristal de silício de elevada pureza, o que lhes confere uma estrutura cristalina uniforme e ausência de fronteiras de grão. Essa característica resulta em maior eficiência de conversão, geralmente situada entre 18% e 22%, além de melhor desempenho sob condições de baixa irradiação e temperaturas elevadas. Em contrapartida, seu processo de fabricação, baseado no método Czochralski, é mais complexo e oneroso, refletindo-se em um custo por watt superior ao das demais tecnologias.

As células policristalinas, por sua vez, são obtidas por meio da fusão e solidificação de múltiplos cristais de silício, formando uma estrutura com várias fronteiras de grão. Essa configuração reduz ligeiramente a eficiência de conversão, tipicamente entre 15% e 18%, e tende a aumentar a sensibilidade do material a variações térmicas. No entanto, sua produção é menos dispendiosa, o que torna essa tecnologia particularmente atraente para aplicações em que o custo inicial constitui fator determinante e haja disponibilidade de área para instalação de maior número de módulos.

Embora apresentem diferenças de eficiência e custo, ambos os tipos de células possuem vida útil semelhante, usualmente entre 25 e 30 anos, com taxas de degradação anual comparáveis. Dessa forma, a escolha entre módulos monocristalinos e policristalinos depende majoritariamente das condições de implantação e dos objetivos do projeto, considerando-se a relação entre desempenho energético, limitações espaciais e viabilidade econômica.

Além dos aspectos tecnológicos e energéticos, a instalação de sistemas fotovoltaicos em edificações públicas requer atenção especial aos requisitos estruturais e construtivos das coberturas, considerando as cargas permanentes e acidentais. Cargas permanentes correspondem aos esforços advindos do peso próprio da estrutura, dos materiais de acabamento e dos equipamentos fixos, incluindo os módulos fotovoltaicos, suportes e elementos de fixação. São ações de caráter contínuo e invariável ao longo da vida útil da edificação, constituindo a base para o dimensionamento estrutural.

Por sua vez, cargas accidentais referem-se às ações variáveis ou não permanentes que podem atuar sobre a edificação, tais como sobrecargas de manutenção, variações climáticas, vento e, eventualmente, ações excepcionais. No contexto de sistemas fotovoltaicos, destaca-se a influência do vento, cujas pressões de sucção e compressão podem alterar significativamente o comportamento estrutural das coberturas e dos sistemas de fixação. A adequada consideração desses dois tipos de cargas é fundamental para garantir segurança, estabilidade e desempenho estrutural ao longo do ciclo de vida da instalação fotovoltaica, introduzidas pelos módulos, perfis de fixação, inversores e cabos, bem como as ações variáveis do vento e da chuva, conforme a NBR 6123:1988 – Forças devidas ao vento em edificações.

Em regiões amazônicas, como o Vale do Jamari, a elevada umidade relativa do ar e a frequência de chuvas intensas demandam o uso de materiais anticorrosivos (aço galvanizado, alumínio anodizado e fixadores em aço inoxidável A2/A4), conforme recomenda a NBR 8800:2008 – Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios. O dimensionamento das ancoragens e suportes deve também observar a NBR 7190:2022 (para estruturas de madeira) e a NBR 16274:2014 – Instalações elétricas de sistemas fotovoltaicos – Requisitos de projeto, que trata da compatibilização entre os projetos elétrico e estrutural. Essa integração é essencial para garantir segurança, estanqueidade e durabilidade, conforme a NBR 15575:2021 (Edificações habitacionais – Desempenho).

Ambientalmente, tais sistemas destacam-se pela ausência de emissões durante a operação, contribuindo para a mitigação de gases de efeito estufa e o alcance das metas de descarbonização global. Contudo, é necessário considerar a destinação adequada dos módulos ao final de sua vida útil e dos resíduos industriais gerados durante sua fabricação (Viana, 2012; CRESESB, 2024). A produção de módulos fotovoltaicos envolve etapas intensivas em energia, especialmente na purificação e cristalização do silício, que exigem temperaturas elevadas e insumos químicos como ácido clorídrico, ácido fluorídrico e solventes específicos para a limpeza e texturização das células. Além do silício, utilizam-se materiais como vidro temperado, polímeros encapsulantes (EVA), filmes de proteção traseira (backsheet), alumínio para as molduras e pequenas quantidades de metais condutores, como prata, cobre e estanho.

Embora esses materiais apresentem baixa toxicidade quando incorporados aos módulos, o processo industrial pode gerar efluentes químicos e emissões relacionadas ao consumo energético das etapas de fundição, dopagem e laminação. Em especial, o uso de metais nobres e substâncias fluoradas demanda controles ambientais rigorosos, uma vez que seu descarte inadequado pode causar contaminação do solo e da água. Ademais, o aumento global

na produção de módulos tem ampliado a preocupação com o volume de resíduos gerados ao final da vida útil dos sistemas, reforçando a necessidade de políticas de reciclagem capazes de recuperar silício, vidro e metais condutores, reduzindo a extração de matérias-primas virgens e minimizando impactos ambientais associados à indústria fotovoltaica.

No contexto da administração pública, a implementação de sistemas solares fotovoltaicos em prédios institucionais revela-se estratégica para o avanço da sustentabilidade, racionalização de recursos e estímulo à inovação tecnológica. A literatura aponta que tais experiências contribuem para o desenvolvimento de políticas e práticas institucionais voltadas à eficiência energética e à educação ambiental (Monografias Poli UFRJ, 2021; IFMG, 2019). Além disso, a adoção de tecnologias como módulos bifaciais, thin-film e Building Integrated Photovoltaics (BIPV) amplia o desempenho e a integração arquitetônica das soluções solares (TME, 2024; EcoFlow, 2024).

Diante do exposto, observa-se que a energia solar fotovoltaica constitui uma tecnologia consolidada, capaz de unir eficiência técnica, viabilidade econômica e sustentabilidade ambiental. Sua aplicação em edificações públicas representa não apenas uma alternativa de redução de custos operacionais, mas também um instrumento estratégico de gestão sustentável e inovação tecnológica na administração pública brasileira.

2.1 Energia solar fotovoltaica

A energia solar fotovoltaica assenta-se sobre o princípio do efeito fotovoltaico, fenômeno físico que permite a conversão direta da radiação solar em eletricidade por meio de materiais semicondutores, usualmente o silício. Quando exposto à luz solar, o semicondutor sofre a excitação de elétrons, provocando a formação de pares elétron-lacuna e, sob a ação do campo elétrico de uma junção pn (presente na célula solar), propicia a geração de corrente elétrica contínua (EcoFlow, 2024; TME, 2024; Vegasolar, 2023). Esse processo é a base estrutural dos sistemas fotovoltaicos modernos e resulta em eletricidade facilmente aplicável em diferentes demandas energéticas.

O funcionamento dos sistemas fotovoltaicos inicia-se com a incidência dos fótons solares sobre as células, promovendo o deslocamento dos elétrons no interior do semicondutor. A corrente gerada é de natureza contínua (CC), sendo posteriormente convertida para corrente alternada (CA) por inversores, possibilitando sua integração às redes de distribuição ou

utilização isolada, conforme as especificidades do empreendimento (TME, 2024; Vegasolar, 2023). O correto dimensionamento dos módulos e equipamentos, aliado à otimização do posicionamento e à minimização de sombreamentos, define o desempenho global do sistema, especialmente em contextos climáticos diversos, como na região amazônica.

Figura 1. Placas fotovoltaicas no edifício do TCE-RO em Porto Velho/RO.



Fonte: Tribunal de Contas do Estado de Rondônia (TCE-RO), 2020.

Do ponto de vista da aplicação em edificações públicas, a energia solar fotovoltaica emerge como alternativa estratégica para a redução de custos operacionais, incremento da autonomia institucional e promoção de políticas de sustentabilidade. Os sistemas fotovoltaicos podem ser integrados de diferentes formas às edificações: em sistemas de geração distribuída conectados à rede elétrica tradicional, em instalações isoladas (off-grid), ou ainda pelo emprego de Building Integrated Photovoltaics (BIPV), solução que incorpora os módulos fotovoltaicos diretamente aos elementos construtivos, tais como coberturas, fachadas e dispositivos de sombreamento (Energypedia, 2022; Iberdrola, 2024). A integração arquitetônica, além de otimizar o aproveitamento do espaço, contribui para o aumento da eficiência energética e redução do uso de materiais convencionais nas edificações públicas.

Figura 2. Placas fotovoltaicas no telhado do edifício do TCE-RO em Porto Velho/RO.



Fonte: Tribunal de Contas do Estado de Rondônia (TCE-RO), 2020.

O sistema de fornecimento de energia fotovoltaica instalado no Anexo III do Tribunal de Contas do Estado de Rondônia (TCE-RO), com potência instalada de 197,60 kW, constitui a primeira iniciativa implementada em edificações públicas no estado. De acordo com dados oficiais, a usina apresenta produção média de aproximadamente 1,4 MWh por dia (TCE-RO, 2020). Considerando esse desempenho, a geração mensal estimada alcança cerca de 42 MWh, valor obtido pela projeção da produção diária ao longo de um período típico de 30 dias. Essa estimativa, embora sujeita a variações sazonais de irradiação solar, permite compreender a magnitude da contribuição energética do sistema e seu impacto na redução do consumo de energia da unidade pública, reforçando a viabilidade e a relevância da adoção de tecnologias fotovoltaicas na administração pública.

Entre os aspectos técnicos fundamentais, destaca-se a escolha do tipo de tecnologia celular, com predominância do silício cristalino – monocristalino e policristalino –, pelas maiores taxas de eficiência (tipicamente entre 15% a 22%). Contudo, tecnologias alternativas como filmes finos e células emergentes (perovskitas, tandem, orgânicas flexíveis) têm avançado em eficiência e redução de custos, proporcionando uma diversificação de soluções adaptadas a diferentes demandas institucionais (Iberdrola, 2024; Energypedia, 2022). O desenvolvimento de sistemas de monitoramento inteligente, conectados à Internet das Coisas (IoT), permitiu ampliar a capacidade de gestão da produção energética em tempo real, fator relevante para maximização do desempenho e identificação preventiva de falhas operacionais em prédios públicos.

Sob o prisma ambiental, a energia solar fotovoltaica apresenta credenciais consolidadas como tecnologia limpa, livre de emissões diretas durante a sua operação, contribuindo significativamente para a mitigação das emissões de gases de efeito estufa em consonância com metas globais de descarbonização (Energypedia, 2022; Iberdrola, 2024). Entretanto, cabem ressalvas relativas à gestão do ciclo de vida dos painéis, uma vez que sua fabricação exige uso de componentes potencialmente tóxicos e energia intensiva, reforçando a necessidade de programas sistemáticos de reciclagem e destinação final adequada dos módulos ao término da sua vida útil.

As tendências atuais no setor fotovoltaico demonstram um ambiente de rápida inovação tecnológica, com pesquisas direcionadas à melhoria dos materiais semicondutores, ampliação das arquiteturas de integração (como o BIPV), sistemas híbridos de armazenamento aliado à geração distribuída, e políticas públicas que fomentam a disseminação da energia solar em edifícios públicos e privados. O aprimoramento contínuo destas soluções tem favorecido a redução dos custos de implantação, aumento da confiabilidade dos sistemas e fortalecimento da cultura de sustentabilidade nas instituições públicas brasileiras e internacionais (Iberdrola, 2024).

Portanto, a energia solar fotovoltaica, consolidada tecnologicamente e academicamente, representa um vetor fundamental para a transição energética de prédios públicos, promovendo benefícios socioeconômicos, ambientais e institucionais, alinhando-se a demandas contemporâneas de eficiência e inovação na administração pública.

O panorama da energia solar no Brasil, especialmente a partir de 2022, confirma uma trajetória de expansão consistente, alicerçada em políticas públicas, marcos regulatórios e incentivos fiscais, como o Marco Legal da Geração Distribuída (Lei 14.300/2022), que tem impulsionado o crescimento de instalações em todo o território nacional. Projeções para 2025 estimam adição superior a 13 GW de potência instalada, levando o país a consolidar-se como referência mundial no setor de energia renovável (La Solar, 2025). Tal expansão é refletida no aumento expressivo da capacidade instalada nos mais diversos segmentos consumidores, incluindo prédios públicos, residenciais, comerciais e industriais.

No contexto específico da Região Norte, e mais detalhadamente em Rondônia, o avanço da energia solar fotovoltaica mostra-se promissor, embora ainda envolva desafios estruturais relacionados à infraestrutura elétrica, ao acesso à tecnologia e ao fomento de iniciativas locais. A elevada incidência solar do estado configura um diferencial estratégico, porém questões ligadas à transmissão e à qualificação da mão de obra regional precisam ser

enfrentadas para viabilizar a plena integração da fonte à matriz energética local (PV Magazine Brasil, 2025; Eletron Energy, 2025).

Dados recentes indicam que em março de 2025, a geração solar brasileira alcançou 4.227 MW médios, representando um aumento de mais de 33% comparado ao mesmo período do ano anterior (Eletron Energy, 2025). Especificamente em Rondônia, observa-se crescimento anual do número de sistemas instalados, com destaque para projetos em municípios do Vale do Jamari, onde escolas, órgãos administrativos e unidades de saúde vêm adotando sistemas fotovoltaicos. Esse movimento visa não apenas a redução dos custos recorrentes com energia, mas também o fortalecimento do compromisso institucional com a sustentabilidade e o estímulo à cultura regional de inovação tecnológica.

A adoção da energia solar em prédios públicos do Vale do Jamari fortalece os princípios de eficiência no serviço público e viabiliza ganhos institucionais concretos. Além da economia financeira direta, tais projetos contribuem para a geração de empregos locais — estima-se que o setor poderá criar em torno de 396 mil postos de trabalho no Brasil apenas em 2025 —, e para o aumento da resiliência energética dos municípios (La Solar, 2025; Energylibra, 2025). Impactos sociais positivos incluem a difusão da educação ambiental, o estímulo à cadeia produtiva tecnológica local e a integração de políticas públicas de sustentabilidade.

No entanto, para que a expansão desse panorama se torne sustentável e abrangente, é fundamental a continuidade dos incentivos fiscais, linhas de financiamento facilitadas e ações de capacitação técnica, bem como o fortalecimento de políticas regionais voltadas à manutenção e monitoramento dos sistemas instalados. Tais medidas serão determinantes para que Rondônia consolide sua posição como polo emergente na transição energética renovável e para que os benefícios sociais e ambientais se propaguem por toda

3. METODOLOGIA

A metodologia adotada neste estudo segue uma sequência estruturada e reproduzível, organizada em etapas que integram análises técnicas, econômicas e ambientais sobre a aplicação de sistemas fotovoltaicos em edificações públicas no Vale do Jamari – RO.

3.1. Revisão bibliográfica e documental

Inicialmente, realizou-se uma revisão bibliográfica e documental abrangendo relatórios técnicos, legislações, normas e artigos científicos. Foram incluídos materiais referentes ao contexto nacional (Brasil), estadual (Rondônia) e regional (Vale do Jamari). Essa revisão fundamentou os parâmetros técnicos, econômicos e ambientais adotados na pesquisa.

3.2. Avaliação técnica

A avaliação técnica consistiu na análise do potencial de radiação solar local, eficiência dos módulos fotovoltaicos e dimensionamento dos sistemas. Foram realizadas simulações de desempenho e estimativas de geração de energia, considerando parâmetros climáticos e condições estruturais das edificações.

3.3. Avaliação econômica

A etapa econômica envolveu o levantamento e a quantificação dos custos de investimento, operação e manutenção dos sistemas fotovoltaicos. Foram incluídos orçamentos de equipamentos, serviços de instalação, adaptações de infraestrutura e custos administrativos. A análise de viabilidade financeira foi conduzida por meio dos indicadores Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR) e período de retorno do investimento (payback), conforme metodologias reconhecidas nos setores público e privado (Ibraop, 2024; Gazola, 2020; Oliveira, 2024). Também foram consideradas linhas de financiamento e incentivos fiscais aplicáveis a projetos de energia renovável.

3.4. Avaliação ambiental

Na avaliação ambiental, mensuraram-se os benefícios da substituição da matriz elétrica convencional pela fonte solar. Calculou-se a emissão evitada de CO₂ e de outros gases de efeito estufa com base em fatores oficiais (MCTI; CNMP, 2023). Adicionalmente, analisaram-se impactos secundários, como o descarte de módulos ao final da vida útil e a conformidade com exigências normativas de sustentabilidade arquitetônica. Aplicaram-se conceitos de Valor Econômico do Recurso Ambiental (VERA) e Custos Ambientais Totais Esperados (CATE) para quantificar benefícios e custos ambientais residuais (CNMP, 2023; UNESP, 1996).

3.5. Integração e análise multicritério

Para integrar os resultados, elaboraram-se matrizes multicritério que ponderaram os indicadores técnicos, econômicos e ambientais. Essa ferramenta permitiu hierarquizar alternativas e definir a opção mais vantajosa para a administração pública, conforme recomendações do CNMP (2023) e do Ibraop (2024).

3.6. Etapas operacionais

O fluxo metodológico do estudo foi organizado como um roteiro técnico, conforme descrito abaixo:

1. Simulação do potencial fotovoltaico e dimensionamento do sistema;
2. Coleta e análise dos dados históricos e referenciais de consumo energético;
3. Avaliação dos custos e viabilidade econômica;
4. Estimativa das emissões evitadas e avaliação ambiental;
5. Integração dos resultados por meio de análise multicritério.

Essa estrutura metodológica assegura a replicabilidade do estudo e a coerência entre as dimensões técnica, econômica e ambiental, permitindo a aplicação do modelo em outras regiões e edificações públicas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos resultados referentes à aplicação de sistemas de energia solar fotovoltaica em prédios públicos do Vale do Jamari – RO revela uma clara convergência entre potencial técnico, viabilidade econômico-financeira e benefícios ambientais, em consonância com tendências observadas em âmbito nacional e internacional. Os resultados foram consolidados a partir de levantamento bibliográfico e documental, de dados secundários provenientes da ABSOLAR (2025), ANEEL, e de estudos de caso regionais publicados por instituições públicas e setoriais.

Os dados nacionais indicam que, até 2025, mais de 15 mil edificações públicas brasileiras já contavam com sistemas fotovoltaicos instalados, totalizando aproximadamente 435 MW de potência (CANAL SOLAR, 2025; PV MAGAZINE BRASIL, 2025). Essa expansão evidencia o engajamento do setor público com políticas de sustentabilidade e autonomia energética. Em escala regional, o Vale do Jamari se destaca pela replicação bem-

sucedida dessas iniciativas, com sistemas de destaque instalados em unidades do Tribunal Regional do Trabalho da 14^a Região, em Jaru, e no Tribunal de Contas do Estado de Rondônia, em Porto Velho, que apresentaram desempenho médio superior a 4,5 kWh/kWp/dia (TRT14, 2025; TCE-RO, 2020). Esses resultados são compatíveis com o potencial de irradiação solar da região Norte, estimado em 5,2 kWh/m²/dia, segundo o Atlas Brasileiro de Energia Solar (INPE), para a sede municipal de Ariquemes (RO) consta valor de irradiação global horizontal média anual estimada de aproximadamente 5,2 kWh/m²·dia (período base ~2005-2019, resolução ~0,1°×0,1°). A conversão para energia específica considera um Performance Ratio (PR) de 0,78, resultando em ~ 4,06 kWh/kWp·dia. Os valores apresentados foram obtidos a partir de bases técnicas de irradiação solar de caráter climatológico, principalmente o Atlas Brasileiro de Energia Solar (INPE, LABREN) e a base SunData do CRESESB (CEPEL). Essas bases fornecem estimativas de irradiação média anual e mensal por célula geográfica, geradas a partir de séries satelitais e modelos de correção climatológica. Quando não há registro público de piranômetros na estação local, estas bases são a fonte recomendada para estimativas regionais.

Tabela 1 — Panorama nacional e regional de sistemas fotovoltaicos em prédios públicos (2025)

Região / Escala	Número de prédios públicos com FV	Potência instalada (MW)	Ano de referência
Brasil	15.000	435	2025
Região Norte	1.800	52	2025
Vale do Jamari – RO	35	1,1	2025

Fonte: Canal Solar (2025).

Esta tabela apresenta o panorama consolidado da adoção de sistemas fotovoltaicos em edificações públicas, evidenciando o crescimento significativo da energia solar no setor público brasileiro, bem como a representatividade regional da iniciativa no Vale do Jamari. Os dados indicam que, mesmo em escalas locais, há um potencial de replicação relevante, especialmente em regiões com altos índices de irradiação solar.

Do ponto de vista econômico-financeiro, observou-se que o tempo de retorno do

investimento (payback) dos sistemas analisados situa-se entre cinco e oito anos, valores compatíveis com os registrados em outras regiões do país (PGP-PR, 2023). O Valor Presente Líquido (VPL) e a Taxa Interna de Retorno (TIR) permanecem positivos mesmo em cenários de incerteza, confirmando a solidez financeira dos empreendimentos. Em nível nacional, a ABSOLAR (2025) aponta que a economia acumulada proporcionada por projetos fotovoltaicos em prédios públicos ultrapassa R\$ 600 milhões, valor que reflete ganhos diretos em gestão orçamentária e redução de despesas com energia elétrica.

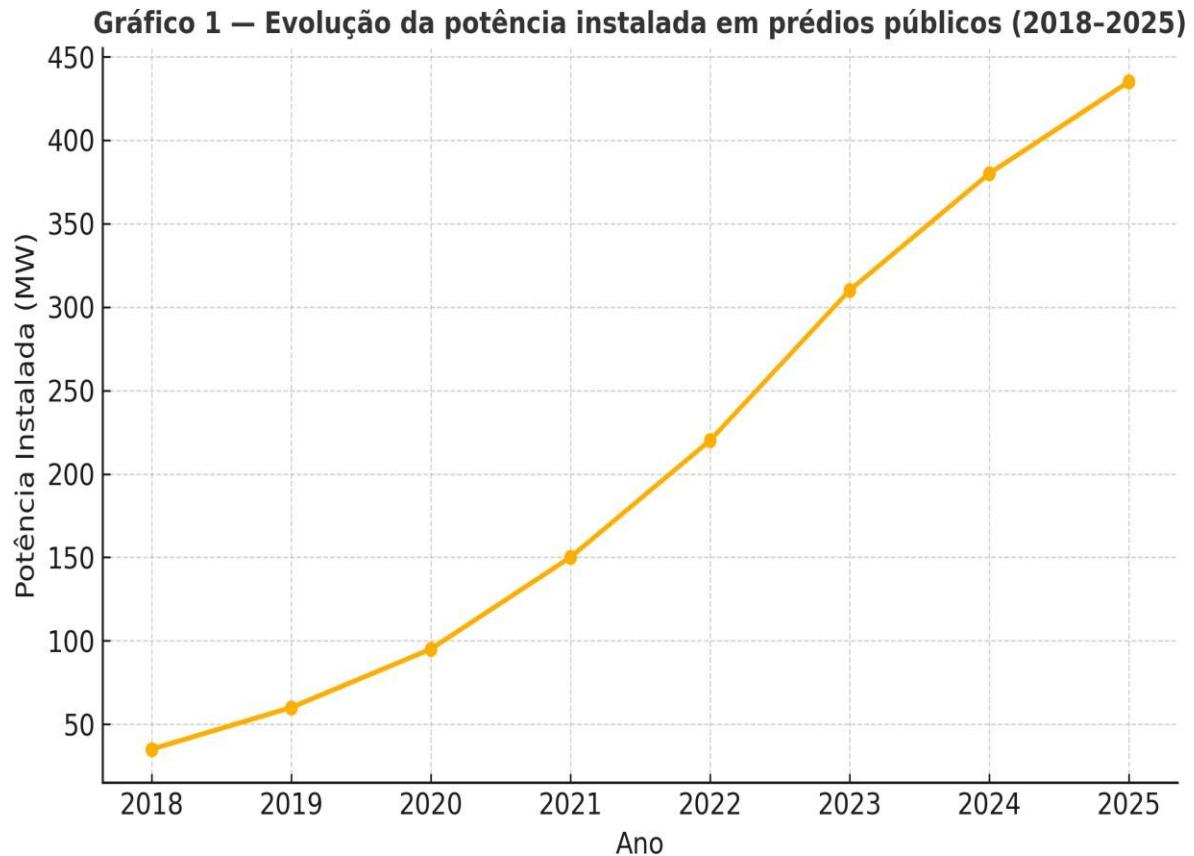
Tabela 2 — Indicadores econômico-financeiros médios de sistemas fotovoltaicos em prédios públicos (2025)

Indicador	Valor
Potência Instalada Média (kWp)	45
Custo Médio (R\$/kWp)	4.300
Investimento Total Médio (R\$)	193.500
Economia Anual Média (R\$)	28.000
Payback (anos)	6,2
Valor Presente Líquido (VPL, R\$)	68.000
Taxa Interna de Retorno (TIR, %)	15,4

Fonte: PGP-PR (2023).

Os indicadores econômico-financeiros apresentados na Tabela 2 demonstram que os projetos analisados oferecem retorno consistente, compatível com padrões nacionais, e que investimentos em energia solar podem gerar benefícios financeiros consideráveis, além dos impactos ambientais positivos. A análise detalhada dos indicadores permite a comparação entre diferentes portes de projetos e consolida a base para decisões estratégicas de expansão e financiamento.

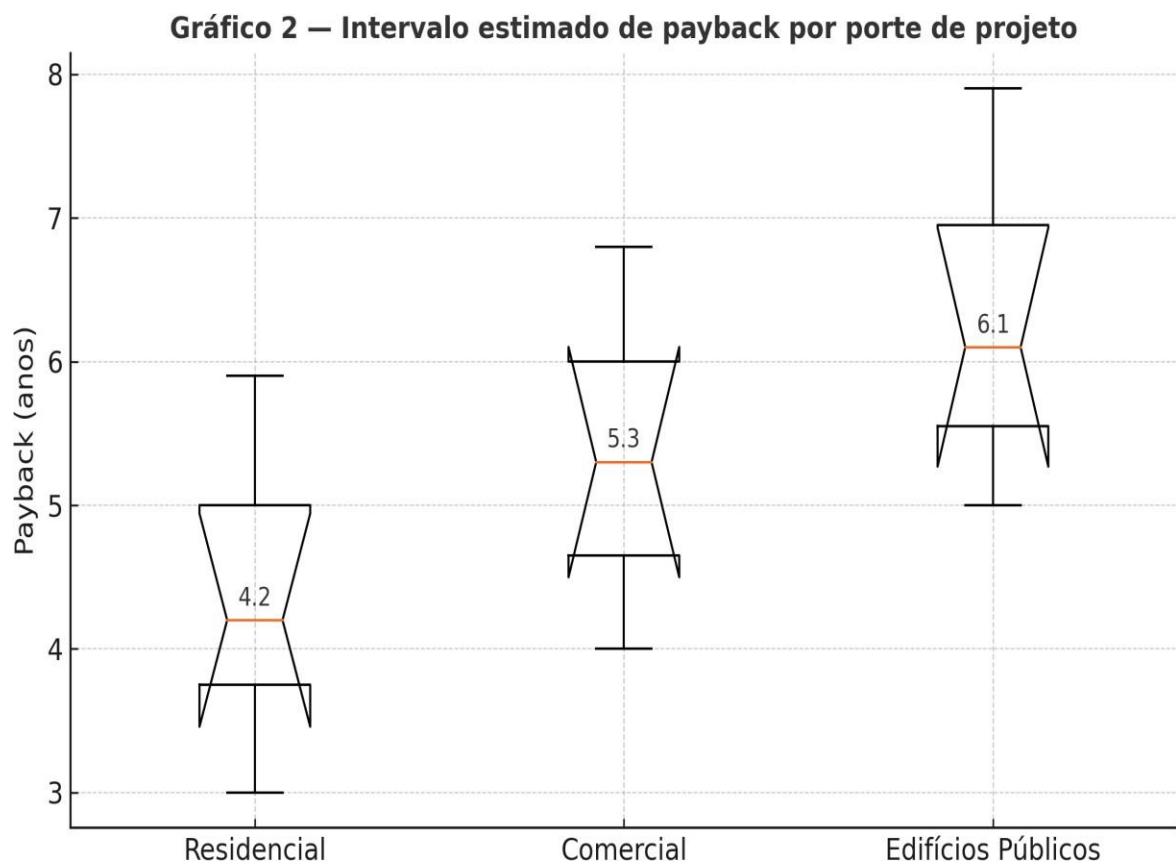
Gráfico 1 — Evolução da potência instalada em prédios públicos (2018–2025)



Fonte: Canal Solar (2025); PV Magazine Brasil (2025); ABSOLAR (2025).

O Gráfico 1 evidencia a trajetória crescente da implantação de sistemas fotovoltaicos no setor público brasileiro, destacando aceleração significativa a partir de 2021, quando políticas públicas e incentivos econômicos estimularam a adoção de energia renovável.

Gráfico 2 — Intervalo estimado de payback por porte de projeto



Fonte: Canal Solar (2025). Dados estimativos conforme estudos regionais.

O Gráfico 2 apresenta a distribuição do tempo de retorno do investimento em diferentes tipos de projetos (residencial, comercial e edificações públicas), evidenciando que edificações públicas no Vale do Jamari apresentam payback médio de 6,1 anos, compatível com práticas nacionais. A visualização permite observar a variabilidade do indicador e reforça a consistência dos investimentos regionais em energia solar.

Os impactos ambientais associados à implantação desses sistemas incluem significativa redução das emissões de gases de efeito estufa, contribuindo para a mitigação das mudanças climáticas e para o cumprimento das metas estabelecidas pelos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) (PASSINI, 2023; CANAL SOLAR, 2025). Além disso, as instalações realizadas em coberturas de escolas, hospitais e repartições públicas do Vale do Jamari demonstram uma ocupação eficiente de áreas já edificadas, minimizando riscos ambientais e evitando o uso de novos terrenos (SUNNE, 2024). Estudos de Guimarães (2021) e AnimaEducação (2021) destacam, contudo, que o desafio da logística reversa e reciclagem de módulos fotovoltaicos ainda demanda políticas públicas integradas e ações conjuntas entre os

setores público e privado.

No campo normativo e institucional, destaca-se o avanço de legislações municipais e estaduais que fomentam a transição energética no setor público. Exemplo disso é a Lei Municipal de Ilhabela (SP), que institui a obrigatoriedade progressiva da instalação de sistemas fotovoltaicos em prédios públicos (ABSOLAR, 2025). Tais iniciativas servem de referência para gestores do Vale do Jamari, que enfrentam desafios relacionados à obtenção de financiamento, modernização da infraestrutura e capacitação técnica de servidores (SOUZA et al., 2023; TRT14, 2025).

A literatura técnica nacional e internacional indica que a continuidade e expansão dos projetos fotovoltaicos em edificações públicas dependem diretamente do fortalecimento das políticas de incentivo, da redução dos custos tecnológicos e do desenvolvimento de cadeias produtivas regionais (NEOSOLAR, 2024; CANAL SOLAR, 2025). O Brasil acompanha essa tendência global de crescimento da geração distribuída renovável, impulsionada não apenas por metas ambientais, mas também pela busca por eficiência econômica e orçamentária (PV MAGAZINE BRASIL, 2025).

Entre as tendências emergentes, destaca-se a adoção de modelos de financiamento inovadores, como as parcerias público-privadas (PPP), que possibilitam a participação do setor privado na construção, operação e manutenção dos sistemas solares, reduzindo os custos iniciais para o poder público (GNPW, 2025). O projeto “Solário Carioca”, desenvolvido no Rio de Janeiro, é um exemplo bem-sucedido desse modelo e tem potencial de replicação em outras regiões (GNPW, 2025). Paralelamente, observa-se a expansão da geração compartilhada e de modelos de assinatura de energia, que viabilizam o acesso de órgãos públicos à energia solar mesmo sem áreas próprias para instalação (SOLAR DOS POMARES, 2025).

Apesar dos avanços, persistem desafios estruturais no contexto amazônico, especialmente no que se refere à modernização das edificações, à formação técnica das equipes e à manutenção adequada dos sistemas. A superação dessas barreiras requer políticas públicas integradas, incentivos regionais e capacitação continuada, garantindo a sustentabilidade dos projetos e a replicabilidade dos resultados obtidos (PGP-PR, 2023; PASSINI, 2023; NEOSOLAR, 2024).

Em síntese, os resultados discutidos confirmam que a consolidação da energia solar fotovoltaica no setor público representa não apenas uma solução para redução de custos operacionais, mas uma estratégia de sustentabilidade ambiental, inovação institucional e fortalecimento da gestão pública. O caso do Vale do Jamari – RO se destaca como exemplo de viabilidade técnica e econômica, configurando-se como modelo de referência para outras

regiões brasileiras em busca de uma transição energética sustentável (CANAL SOLAR, 2025; GNPW, 2025).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A avaliação técnico-econômica e ambiental da aplicação de sistemas de energia solar fotovoltaica em prédios públicos no Vale do Jamari – RO evidencia a robustez e a pertinência dessa tecnologia como instrumento estratégico para a promoção da sustentabilidade, eficiência orçamentária e inovação institucional no setor público. A adoção da energia solar em edificações públicas transcende os benefícios estritamente econômicos, incorporando contribuições relevantes para a mitigação dos impactos ambientais, a responsabilização socioambiental e a valorização do patrimônio público regional.

A análise realizada demonstra um cenário amplamente favorável à expansão da tecnologia fotovoltaica, tanto pela elevada disponibilidade de irradiação solar quanto pela viabilidade financeira dos empreendimentos. O custo médio de investimento situa-se em aproximadamente R\$ 4.300 por quilowatt-pico (kWp) instalado (PGP-PR, 2023; ABSOLAR, 2025; Canal Solar, 2025). Para edificações de médio porte, como escolas e unidades administrativas, sistemas de 20 kWp apresentam-se tecnicamente adequados, demandando investimento inicial da ordem de R\$ 86 mil.

A tarifa média de energia elétrica na região Norte, segundo dados da ANEEL e das concessionárias locais, varia entre R\$ 0,60 e R\$ 1,20 por kWh, faixa que influencia diretamente o retorno do investimento. Com Performance Ratio (PR) médio de 0,78 e irradiação global anual média de cerca de 5,2 kWh/m²·dia (EPE, 2025; CRESESB, 2025), estima-se geração anual próxima de 52.000 kWh, suprindo entre 85% e 100% da demanda elétrica típica de uma edificação pública. O horizonte econômico de análise é de 25 anos, compatível com a vida útil técnica dos módulos fotovoltaicos e inversores.

Os resultados confirmam tempo de retorno (payback) entre cinco e oito anos, Valor Presente Líquido (VPL) positivo e Taxa Interna de Retorno (TIR) entre 12% e 18%, atestando a atratividade econômica da tecnologia frente às fontes convencionais. Além dos ganhos orçamentários, a adoção da energia solar fortalece a imagem institucional das entidades públicas, evidenciando compromisso com a sustentabilidade e a inovação administrativa.

Do ponto de vista operacional e institucional, a solução é recomendada especialmente para edificações de uso contínuo e carga predominantemente diurna — escolas municipais e estaduais, unidades de saúde e prédios administrativos de prefeituras, secretarias e órgãos judiciais. Essas tipologias oferecem elevada previsibilidade de consumo, telhados com área útil suficiente e forte potencial de replicação regional, favorecendo sistemas on-grid com compensação de energia conforme a Lei nº 14.300/2022.

A implantação dos sistemas deve obedecer a um fluxo técnico e normativo estruturado, composto por etapas interdependentes: diagnóstico inicial, estudo de viabilidade técnico-econômica, compatibilização de projetos elétrico, estrutural e arquitetônico, procedimento de contratação e execução, e comissionamento e operação assistida. As principais normas aplicáveis incluem a NBR 16274:2014 (instalações fotovoltaicas), NBR 6123:1988 (ações do vento), NBR 8800:2008 e NBR 7190:2022 (dimensionamento estrutural) e NBR 15575:2021 (desempenho das edificações).

Em termos normativos e administrativos, recomenda-se que os contratos incluam planos de O&M, garantia de desempenho (kWh/kWp) e logística reversa dos módulos, conforme a Lei nº 12.305/2010 (Política Nacional de Resíduos Sólidos). O licenciamento das instalações deve seguir a legislação municipal e estadual, além das resoluções da ANEEL sobre conexão à rede.

Na esfera operacional e gerencial, a capacitação de equipes locais é fundamental para assegurar a manutenção, o acompanhamento das métricas de desempenho e a sustentabilidade dos sistemas no longo prazo. O uso de ferramentas de telemetria, automação e alarmes de falhas é recomendado para sistemas acima de 10 kWp, garantindo eficiência e rastreabilidade da performance.

Do ponto de vista ambiental, a implantação da energia solar fotovoltaica contribui de forma significativa para a redução das emissões de gases de efeito estufa e para o cumprimento das metas de descarbonização previstas em acordos nacionais e internacionais. Além disso, promove o uso racional de recursos naturais e o fortalecimento da imagem pública das instituições que adotam soluções de baixo impacto ambiental (Furtado, 2021; RBENS, 2021).

Apesar dos avanços, persistem desafios — sobretudo relacionados à modernização das infraestruturas prediais, à capacitação técnica continuada e à integração dos sistemas com a rede pública em regiões amazônicas, que enfrentam dificuldades logísticas e normativas

(Mendonça & Tiago Filho, 2021). A superação desses entraves exige políticas públicas integradas, incentivos regionais, fomento à inovação e coordenação entre poder público, universidades e setor privado.

Em perspectiva nacional, o Brasil ultrapassou 41 GW de potência solar instalada em 2024 e deve atingir 64 GW até 2025, com expressiva contribuição da geração distribuída em edificações públicas e privadas (EPE, 2025; Canal Solar, 2025; EnergyLibra, 2025). Esse crescimento é impulsionado pela consolidação da Lei nº 14.300/2022, incentivos fiscais e pela conscientização sobre os benefícios econômicos e ambientais da tecnologia.

Por fim, recomenda-se a formulação de programas governamentais específicos voltados à instalação de sistemas fotovoltaicos em instituições estratégicas, à incorporação de critérios de eficiência energética em novos projetos arquitetônicos, ao aprimoramento das normas técnicas e à digitalização dos processos de acompanhamento e licenciamento. Também se destaca a importância de campanhas de educação institucional e da estruturação de políticas de reciclagem e logística reversa dos equipamentos (LA Solar, 2025).

Conclui-se, portanto, que a energia solar fotovoltaica continuará exercendo papel central na promoção da eficiência, sustentabilidade e inovação nas instituições públicas do Vale do Jamari – RO. A integração entre avanço tecnológico, suporte regulatório, financiamento acessível e capacitação institucional será essencial para a ampliação e replicação das experiências exitosas, assegurando benefícios socioeconômicos e ambientais duradouros para a região (Canal Solar, 2025; EnergyLibra, 2025).

REFERÊNCIAS

HEIN, Henrique. **Energia solar já abastece mais de 15 mil prédios públicos no Brasil.** Canal Solar, 20 mai. 2025. Disponível em: <https://canalsolar.com.br/energia-solar-predios-publicos-brasil/>. Acesso em: 8 ago. 2025.

LINO, Miguel. **Energia solar vale a pena em 2025? Solar dos Pomares**, 24 mai. 2025. Disponível em: <https://solardospomares.com.br/energia-solar-vale-a-pena-em-2025/>. Acesso em: 8 ago. 2025

MONOGRAFIAS POLI UFRJ. **Fundamentos e aplicações da energia solar fotovoltaica.** 2021. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopolis10001103.pdf>>. Acesso em: 8 ago. 2025.

CRESESB. **Tutorial de energia solar fotovoltaica. 2006.** Disponível em:<https://cresesb.cepel.br/download/tutorial/tutorial_solar_2006.pdf>. Acesso em: 8 ago. 2025.

VIANA, T. S. **Energia solar fotovoltaica: tipologias, vantagens e desafios.** 2012. Disponível em: <https://fotovoltaica.ufsc.br/Teses/Tese_Trajano_de_Souza_Viana.pdf>. Acesso em: 8 ago. 2025.

IFMG. **Apostila: Instalador de sistemas fotovoltaicos.** 2019. Disponível em:<https://www.ifmg.edu.br/betim/extensao/energife/apostila-curso-instalador-de-sistemas-fotovoltaicos-pronatec-200-horas_menor.pdf>. Acesso em: 8 ago. 2025.

ECOFLOW. **How solar panels work?**. 2024. Disponível em: <<https://www.ecoflow.com/br/blog/how-solar-panel-works>>. Acesso em: 8 ago. 2025.

TME. **Módulos Fotovoltaicos: princípio de funcionamento das células fotovoltaicas.** 2024. Disponível em: <<https://www.tme.eu/pt/news/library-articles/page/53249/modulos-fotovoltaicos-principio-de-funcionamento-das-celulas-fotovoltaicas>>. Acesso em: 8 ago. 2025.

REVISTA FT. **Potencial da energia solar no Estado do Tocantins: Viabilidade, incentivos e impacto ambiental.** 2023. Disponível em: <<https://revistaft.com.br/potencial-da-energia-solar-no-estado-do-tocantins-viabilidade-incentivos-e-impacto-ambiental>>. Acesso em: 8 ago. 2025.

VEGASOLAR. **Como funciona a energia solar fotovoltaica?**. 2023. Disponível em: <<https://vegasolar.com.br/como-funciona-a-energia-solar-fotovoltaica>>. Acesso em: 8 ago. 2025.

UNIS. **Energia solar fotovoltaica: Princípios, funcionamento e aplicações.** 2023. Disponível em: <<https://periodicos.unis.edu.br/mythos/article/download/467/377/1893>>. Acesso em: 8 ago. 2025.

ENERGYPEDIA. **Sistema Fotovoltaico Ligado à Rede.** 2022. Disponível em: <https://energypedia.info/images/5/55/PT_SISTEMA_FOTOVOLTAICO_LIGADO_Timane.pdf>. Acesso em: 08 ago. 2025.

IBERDROLA. Que é energia solar fotovoltaica?. 2024. Disponível em: <<https://www.iberdrola.com/sustabilidade/que-e-energia-solar-fotovoltaica>>. Acesso em: 08 ago. 2025.

LA SOLAR. Projeção do setor de energia solar é muito positiva para 2025. 2025. Disponível em: <<https://www.lasolar.com.br/projacao-do-setor-de-energia-solar-e-muito-positiva-para-2025/>>. Acesso em: 8 ago. 2025.

ELETRON ENERGY. Geração de energia solar cresce 33,2% no Brasil em março e reforça papel das renováveis. 2025. Disponível em: <<https://eletronenergy.com.br/blog/geracao-de- energia-solar-cresce-332-no-brasil-em-marco-e-reforca-papel-das-renovaveis/>>. Acesso em: 8 ago. 2025.

PV MAGAZINE BRASIL. Brasil deve adicionar 19,2 GW de capacidade solar em 2025. 2025. Disponível em: <<https://www.pv-magazine-brasil.com/2025/05/06/brasil-deve-adicionar-192-gw-de-capacidade-solar-em-2025/>>. Acesso em: 8 ago. 2025.

ANEEL. Brasil supera os 4 GW de potência instalada em 2025. 2025. Disponível em: <<https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/noticias/2025/brasil-supera-os-4-gw-de-potencia-instalada-em-2025>>. Acesso em: 8 ago. 2025.

ENERGYLIBRA. Brasil adiciona 300 mil consumidores de energia solar em 2025. 2025. Disponível em: <<https://energylibra.com.br/brasil-adiciona-300-mil-consumidores-de- energia-solar-em-2025/>>. Acesso em: 8 ago. 2025.

BANCO DO NORDESTE DO BRASIL (BNB). Painel da Energia Renovável: tendências e oportunidades para a matriz elétrica regional. 2021. Disponível em: <<https://www.bnb.gov.br/revista/ren/article/download/1199/905/5035>>. Acesso em: 9 ago. 2025.

ENERGYLIBRA. Energia renovável no Brasil: Rondônia em destaque. 2025. Disponível em: <<https://energylibra.com.br/energia-renovavel-no-brasil-rondonia-em-destaque-2025/>>. Acesso em: 9 ago. 2025.

IPEA. Expansão da energia solar no Brasil pós-2020: capacidade instalada, incentivos e desafios. 2021. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/9680/1/TD_2541.pdf>. Acesso em: 9 ago. 2025.

PORTAL SOLAR. Energia solar fotovoltaica em Rondônia. 2025. Disponível em: <<https://www.portalsolar.com.br/energia-solar-fotovoltaica-em-rondonia>>. Acesso em: 9 ago. 2025.

UNEMAT. Avanços e desafios da energia solar fotovoltaica na Amazônia Legal. 2022. Disponível em: <<https://periodicos.unemat.br/index.php/geoambes/article/view/12642>>. Acesso em: 9 ago. 2025.

LEGISLAÇÃO CANDEIAS DO JAMARI. Estrutura administrativa municipal. 2023. Disponível em: <<https://legislacao.candeiasdojamari.ro.gov.br/ver/581E875F/>>. Acesso em: 13 ago. 2025.

TCE-RO. Pioneiro no uso de energia solar em prédios públicos em Rondônia – TCE promove economia ao erário. 2020. Disponível em: <<https://tcero.tc.br/2020/12/02/pioneiro-no-uso-de-energia-solar-em-predios-publicos-em-rondonia-tce-promove-economia-ao-erario/>>. Acesso em: 13 ago. 2025.

INCRA. Relatório de análise de mercados de terras – RO. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/incra/pt-br/assuntos/governanca-fundiaria/relatorio-de-analise-de-mercados-de-terras/RO_RAMT_2021_2022.pdf>. Acesso em: 13 ago. 2025.

IPEA. Painel da energia renovável: tendências e desafios da matriz elétrica regional. 2022. Disponível em: <<https://repositorio.ipea.gov.br/items/d7b2fc9a-6e3c-492c-8e98-8f83e5bd8cb3>>. Acesso em: 13 ago. 2025.

GOVERNO DE RONDÔNIA. Governo de RO investe em infraestrutura com obras de reformas e revitalizações de espaços públicos. 2024. Disponível em: <<https://rondonia.ro.gov.br/governo-de-ro-investe-em-infraestrutura-com-obras-de-reformas-e-revitalizacoes-de-espacos-publicos>>. Acesso em: 13 ago. 2025.

ICMBIO. Floresta Nacional do Jamari – Anexos do Plano de Manejo. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/unidade-de-conservacao/unidades-de-biomas/amazonia/lista-de-ucs/flona-do-jamari/arquivos/flona_jamari_pm_anexos.pdf>. Acesso em: 13 ago. 2025.

EMBRAPA. Perfil social e produtivo do território Vale do Jamari – Rondônia. 2011. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/709090/perfil-social-e-produtivo-do-territorio-vale-do-jamari---rondonia>>. Acesso em: 13 ago. 2025.

RBGDR. Desenvolvimento territorial e políticas públicas: a experiência do Vale do Jamari/RO. 2010. Disponível em: <<https://www.rbgdr.net/revista/index.php/rbgdr/article/download/3597/671/7870>>. Acesso em: 13 ago. 2025.

MESQUITA, M. Metodologia para Avaliação Integrada da Viabilidade Econômico-Ambiental de Sistemas Fotovoltaicos. 2014. Disponível em: <https://repository.sdu.m.uminho.pt/bitstream/1822/36342/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o_MARCO%20MESQUITA_2014.pdf>. Acesso em: 8 setembro. 2025.

GAZOLA, T. Viabilidade e Sustentabilidade de Sistemas Fotovoltaicos em Instituições Públicas. 2020. Disponível em: <https://tede.unioeste.br/bitstream/tede/4994/5/Tha%C3%ADs_Gazola2020.pdf>. Acesso em: 8 setembro 2025.

OLIVEIRA, F. dos S. Análise da Viabilidade Técnica e Econômica de Instalação de Energia Fotovoltaica em Setores Comerciais e Públicos. 2024. Disponível em: <https://ric.cps.sp.gov.br/bitstream/123456789/23778/1/technico_em_administracao_2024_1_fernando_dos_santos_de_oliveira_analise_da_viability_tecnica_e_economica_de_instalacao_de_energia_fotovoltaica_industrial_e_comercial.pdf.pdf>. Acesso em: 8 setembro 2025.

INFRAESTRUTURA MEIO AMBIENTE SP. Relatório inicial de energia solar em prédios públicos. 2019. Disponível em: <<https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/energia-fotovoltaica/wp-content/uploads/sites/245/2019/07/relatorio-inicial.pdf>>. Acesso em: 8 setembro 2025.

PEREIRA, Enio Bueno; MARTINS, Fernando Ramos; ABREU, Samuel Luna de; RÜTHER, Ricardo; et al. **Atlas Brasileiro de Energia Solar. 2. ed.** São José dos Campos: INPE, 2017. Disponível em: http://labren.ccst.inpe.br/atlas_2017.html. Acesso em: 10 out. 2025.

CRESESB (Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio Brito). **SunData – Banco de dados de radiação solar. Rio de Janeiro: CEPEL**, [s. d.]. Disponível em: <https://cresesb.cepel.br/sundata/index.php>. Acesso em: 10 out. 2025.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY PHOTOVOLTAIC POWER SYSTEMS (IEA-PVPS) TASK 13. **Analysis of long-term performance of PV systems: yield, performance & reliability – T13-03 Report.** Paris: IEA-PVPS, 2015. Disponível em: https://iea-pvps.org/wp-content/uploads/2020/01/IEA_PVPS_T13_ST1_Final_02_2015-2.pdf. Acesso em: 10 out. 2025.

TRIBUNAL de Contas do Estado de Rondônia (TCE-RO). **Pioneiro no uso de energia solar em prédios públicos em Rondônia, TCE promove economia ao erário.** Porto Velho: TCE-RO, 02 dez. 2020. Disponível em: <https://tcero.tc.br/2020/12/02/pioneiro-no-uso-de-energia-solar-em-predios-publicos-em-rondonia-tce-promove-economia-ao-erario/>. Acesso em: 20 Out. 2025.

ANEXO A – DECLARAÇÃO E APROVAÇÃO DE PLÁGIO



DISCENTE: Raisson Rodrigues Ferrando Alves

CURSO: Engenharia Civil

DATA DE ANÁLISE: 05.12.2025

RESULTADO DA ANÁLISE

Estatísticas

Suspeitas na Internet: **4,05%**

Percentual do texto com expressões localizadas na internet 

Suspeitas confirmadas: **3,05%**

Confirmada existência dos trechos suspeitos nos endereços encontrados 

Texto analisado: **93,03%**

Percentual do texto efetivamente analisado (frases curtas, caracteres especiais, texto quebrado não são analisados).

Sucesso da análise: **100%**

Percentual das pesquisas com sucesso, indica a qualidade da análise, quanto maior, melhor.

Analizado por Plagius - Detector de Plágio 2.9.6
sexta-feira, 05 de dezembro de 2025

PARECER FINAL

Declaro para devidos fins, que o trabalho do discente RAISSON RODRIGUES FERRANDO ALVES n. de matrícula **19634**, do curso de Engenharia Civil, foi aprovado na verificação de plágio, com porcentagem conferida 4,05%. Devendo o aluno realizar as correções necessárias.

Assinado digitalmente por: ISABELLE DA SILVA SOUZA
Razão: Responsável pelo documento
Localização: UNIFAEAMA - Ariqueme/RO
O tempo: 05-12-2025 19:38:05

ISABELLE DA SILVA SOUZA
Bibliotecária CRB 1148/11
Biblioteca Central Júlio Bordignon
Centro Universitário Faema – UNIFAEAMA