

DIRETRIZES BÁSICAS PARA A IMPLEMENTAÇÃO ARQUITETÔNICA E ESTRUTURAL DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO RESIDENCIAL.

Alice de Oliveira Arouche Martins¹, Samanta Mesquita de Holanda²

Resumo: Este trabalho tem como objetivo propor uma ferramenta de apoio à tomada de decisão para consumidores interessados na instalação de sistemas fotovoltaicos residenciais. A pesquisa é classificada como bibliográfica e metodológica, desenvolvida por meio do levantamento e análise de fontes técnicas, científicas e institucionais. A partir dessa fundamentação, foram elaboradas perguntas que resultaram na construção de um fluxograma, cuja função é facilitar a avaliação das condições estruturais da edificação e indicar os possíveis ajustes necessários antes da instalação do sistema. A metodologia empregada possibilitou a organização lógica das etapas envolvidas na preparação da residência, contribuindo para a padronização dos processos e a disseminação do conhecimento técnico de forma acessível. Como resultado, o trabalho oferece uma contribuição prática tanto para consumidores, quanto para empresas do setor, promovendo maior eficiência e segurança na implementação da tecnologia fotovoltaica em ambientes residenciais.

Palavras-chave: Energia fotovoltaica; Instalação residencial; Avaliação estrutural; Padronização de processo.

1. INTRODUÇÃO

Com os avanços na área da tecnologia, a demanda por fontes de geração de energia é cada vez maior. Junto a essa necessidade, está a preocupação com os impactos causados por essa produção, o que resulta no interesse em buscar opções mais sustentáveis e eficientes. A utilização da tecnologia de conversão fotovoltaica, torna possível o aproveitamento da irradiância solar por meio de módulos fotovoltaicos que convertem a luz em eletricidade [1]. Esse método de produção de energia auxilia na redução dos impactos ambientais, sendo a fonte de energia com a menor taxa de emissão de poluentes, por ser uma boa solução para práticas energéticas mais limpas e ecologicamente responsáveis [2].

De acordo com os dados da ABSOLAR (Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica), com o crescimento do setor de energia solar, foi possível evitar a emissão de mais de 67,4 milhões de toneladas de CO₂, o que contribuiu para a redução dos impactos ambientais [3]. Devido a sua extensão continental, o Brasil possui uma gama de possibilidades em relação à geração de energia. Tendo como sua principal fonte a hidráulica, com cerca de 44,3% da matriz elétrica nacional. Já a fonte solar fica em segundo lugar, representando 22,5% da matriz, com 55 GW de capacidade instalada até abril de 2025 [3].

A crescente demanda por fontes de energia sustentáveis e a busca por alternativas mais econômicas e ambientalmente responsáveis têm impulsionado o interesse pela geração de energia fotovoltaica no setor residencial. De acordo com os dados adquiridos da ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica), até abril de 2025, o país contava com 3,47 milhões de sistemas fotovoltaicos conectados à rede, com os consumidores residenciais representando aproximadamente 80% dessas instalações [4].

O uso da energia solar, além de reduzir os impactos ambientais associados às formas convencionais de geração de eletricidade, representa uma oportunidade de economia significativa a longo prazo para os consumidores. A possibilidade de reduzir a conta de energia em até 95%, aliada à vida útil dos módulos fotovoltaicos, resultam em economia suficiente para pagar os custos de aquisição e instalação. Dessa forma, em geral, o retorno do valor investido inicialmente ocorre de três a cinco anos após a implantação do sistema [5].

No entanto, a adoção dessa tecnologia envolve diversas etapas técnicas e decisões que, muitas vezes, não são de conhecimento do público leigo. Desse modo, é fundamental compreender os requisitos arquitetônicos e estruturais necessários para a instalação correta de um sistema fotovoltaico em uma residência. Muitos consumidores encontram dificuldades para avaliar se sua estrutura atual é adequada para a instalação e quais adaptações podem ser necessárias. Além disso, é comum a incerteza quanto aos profissionais que devem ser contratados para realizar o projeto e a execução do sistema [6]. Diante disso, este trabalho tem como objetivo fornecer as diretrizes básicas para orientar o consumidor na preparação da sua residência para a instalação de um sistema fotovoltaico, assim como auxiliar as empresas do ramo na padronização de seu processo de diagnóstico inicial.

Como exemplo de trabalho acadêmico com foco prático na área, destacamos o guia simplificado de Neto [7],

que apresenta um procedimento com etapas para avaliação, projeto e execução desses sistemas, ressaltando a relevância dos incentivos técnicos e da divulgação para fomentar o uso da energia fotovoltaica residencial.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A transição para fontes de energia renovável tem impulsionado o crescimento do uso de sistemas fotovoltaicos em ambientes residenciais. Para que essa implementação ocorra de forma eficiente e segura, é fundamental compreender alguns aspectos arquitetônicos e estruturais envolvidos no processo. Este tópico apresenta uma visão geral dos sistemas fotovoltaicos e suas opções de instalação em residências, abordando os fatores técnicos que devem ser considerados para uma implantação adequada, conforme as normas brasileiras vigentes [8,9].

2.1. Sobre os sistemas fotovoltaicos

Um sistema fotovoltaico (FV) é composto por diversas partes que trabalham em conjunto para converter a luz solar em energia elétrica utilizável. Esses sistemas podem ser classificados em três tipos, como observado na Figura 1. Os sistemas FV são do tipo *on-grid*, quando estão conectados à rede elétrica pública; *off-grid*, quando operam independentes da rede e são capazes de fornecer autonomia energética, e híbrido, que combinam características dos dois modelos anteriores [10].

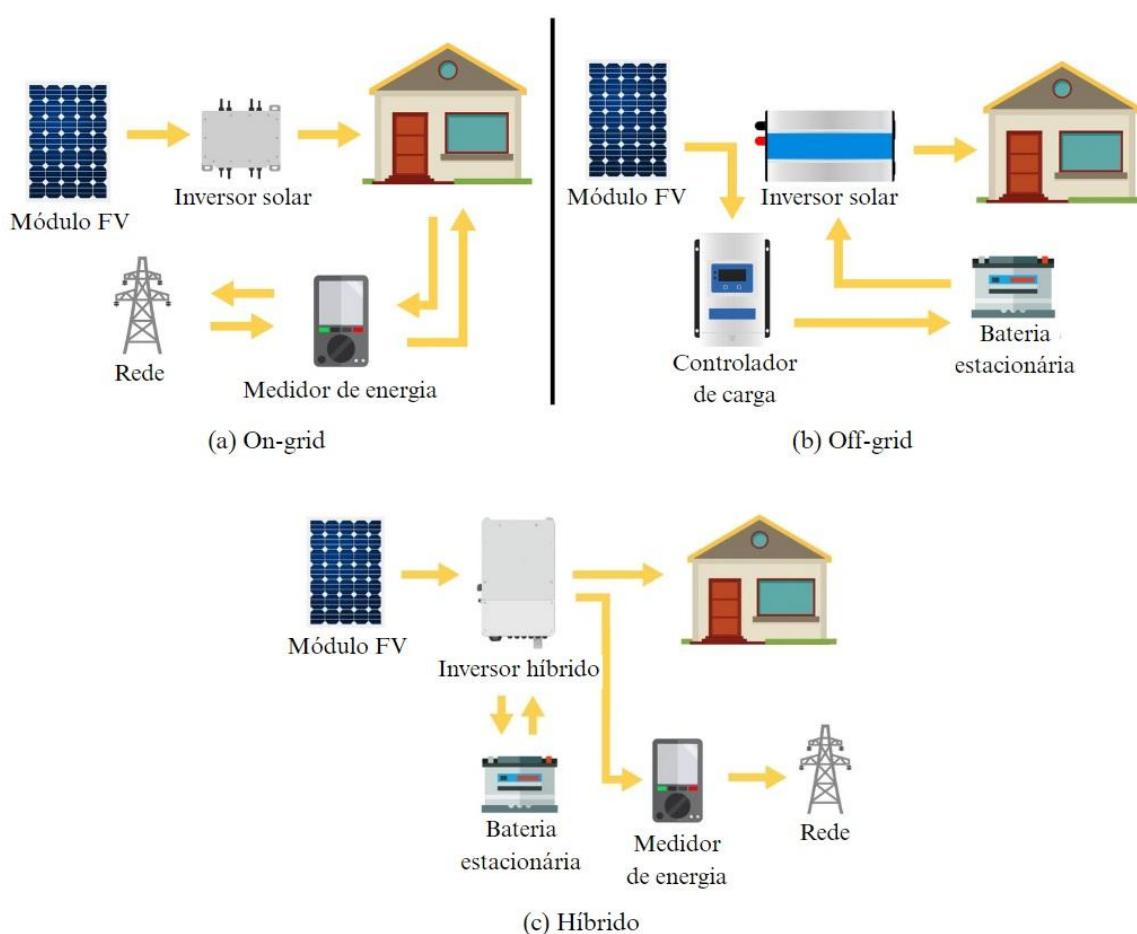


Figura 1. Tipos de sistema fotovoltaico: (a) *on-grid*, (b) *off-grid* e (c) híbrido. (Adaptado de Neosolar [10], 2025).

O sistema *on-grid*, ilustrado na Figura 1a, é o mais utilizado em zonas urbanas, pois permite ao consumidor uma economia na conta de energia elétrica. Seus principais componentes são: módulos fotovoltaicos, estrutura de suporte, inversor *grid-tie*, quadro de proteção elétrica (composto por disjuntores e componentes contra surtos e correntes de fuga), medidor bidirecional e os cabamentos e conectores. Em geral, esse tipo de sistema não utiliza baterias, uma vez que a energia excedente é injetada na rede e quando não há produção, o consumo é suprido pela concessionária [10].

Por sua vez, o sistema *off-grid* (ver Figura 1b) é ideal para locais remotos, zonas rurais ou regiões sem acesso à rede de energia. Por ser totalmente autônomo, esse tipo de sistema exige um dimensionamento adequado para

garantir sua autonomia e segurança. Ele também é composto por módulos fotovoltaicos, estrutura de suporte, cabamentos e quadro de proteção, mas se diferencia por incluir baterias para armazenamento, um controlador de carga e um inversor *off-grid* que são responsáveis por regular e distribuir a energia armazenada [10].

E por fim o sistema híbrido, que se trata de um sistema misto, o qual possui diferentes fontes de energia, como observado na Figura 2. Esse tipo de sistema pode contar com fontes *on-grid* e *off-grid*, como a rede elétrica ou um gerador a diesel, além de contar com a possibilidade de armazenamento de energia [10].

2.2. Opções gerais para a instalação do sistema

Os sistemas fotovoltaicos podem ser instalados em coberturas ou no solo, uma decisão que deve ser tomada levando em consideração as condições do local. Sendo a instalação em telhados mais comum e eficiente, desde que a superfície tenha estrutura adequada, boa exposição solar e esteja livre de sombras [1]. Caso a instalação no telhado não seja viável, é possível fazê-la no solo. Desde que o terreno seja aberto, sem sombreamento e permita a instalação da estrutura adequada. A Figura 2 exemplifica os tipos de instalação mencionados.

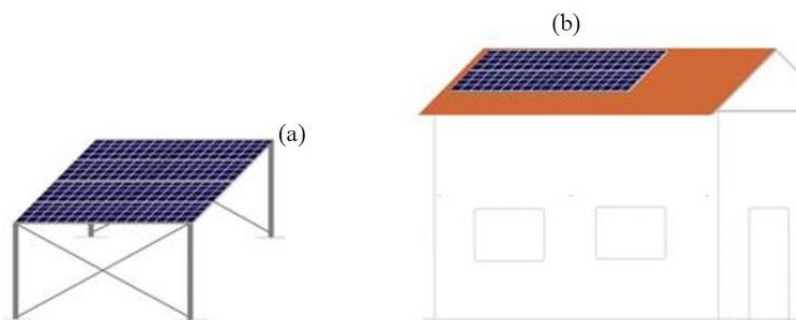


Figura 2. Formas usuais de instalação de módulos fotovoltaicos: (a) Solo e (b) Telhado. (Adaptado do Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos [11], 2014).

A escolha do método de instalação deve ser feita de acordo com as necessidades e condições do cliente, sendo realizada de acordo com a regulamentação [8,9] para que o sistema possa oferecer segurança e eficiência. Apesar dos dois métodos de instalação serem amplamente utilizados, devido a proposta do presente trabalho, o artigo trará mais destaque à instalação do sistema no telhado.

2.3. Sobre a instalação no telhado

Segundo o Pinho [1], a instalação de sistemas fotovoltaicos em coberturas residenciais exige uma análise criteriosa de fatores técnicos, como o tipo de telhado, o material da cobertura, sua inclinação e orientação solar, além das condições estruturais da edificação. Essa avaliação é fundamental para garantir não apenas a eficiência do sistema, mas também para a sua segurança e durabilidade. Dessa forma, o sucesso da implantação do sistema fotovoltaico em coberturas residenciais depende da compatibilidade entre a tecnologia adotada e as características físicas da edificação.

2.3.1 Sobre as condições do telhado

Para uma instalação segura e eficiente, a estrutura da cobertura deve suportar as cargas permanentes e variáveis associadas ao sistema, sendo recomendável que o telhado esteja em boas condições antes da instalação [1]. Recomenda-se que, antes da instalação, seja realizada uma vistoria técnica para verificar se a estrutura do telhado suporta o peso adicional dos módulos, visto que apenas uma unidade pesa em média 30 kg [12,13], e de sua estrutura de suporte e instalação, e se há necessidade de reforços ou adaptações para suportar o peso do sistema completo. Para isso, é preciso considerar aspectos como a integridade das telhas, o estado da estrutura de suporte, o nível de degradação, a infiltração e a capacidade de carga adicional necessária para acomodar os módulos FV, a estrutura de fixação e os esforços de vento [11].

2.3.2 Sobre os tipos de cobertura e de estrutura do telhado

A instalação de sistemas fotovoltaicos pode ser realizada sobre diferentes tipos de cobertura, desde que estejam em boas condições estruturais. Através de uma vistoria técnica, é possível avaliar a necessidade de eventuais reforços ou adaptações que assegurem a estabilidade do sistema [11].

No Brasil, os tipos de cobertura em residências variam de acordo com as regiões, o clima local e o nível socioeconômico. Porém, alguns modelos são mais utilizados em áreas urbanas e rurais, como as telhas

cerâmicas, de fibrocimento, de concreto, metálicas, termoacústicas e lajes impermeabilizadas [14]. Todas elas, desde que estejam em boas condições estruturais, podem servir como base para a instalação de um sistema fotovoltaico. Porém, cada tipo de cobertura demanda acessórios de fixação específicos, como ganchos, grampos e trilhos adaptáveis, de modo a evitar danos à cobertura e garantir a segurança e durabilidade do sistema. A Figura 3 traz ilustrações dos tipos de telha citados.

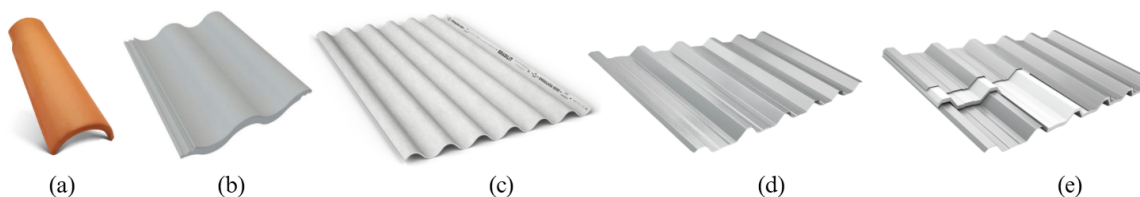


Figura 3. Tipos de telha: (a) telha cerâmica, (b) telha de concreto, (c) telha de fibrocimento, (d) telha metálica e (e) telha termoacústica. (Adaptado de [15-19]).

Além do tipo de cobertura, a estrutura do telhado, geralmente composta por madeira ou perfis metálicos, também deve ser cuidadosamente analisada. É essencial que essa estrutura suporte o peso dos módulos fotovoltaicos, da estrutura de fixação e das cargas adicionais, mesmo sob condições de vento e chuva. A Figura 4 exemplifica os dois tipos de estruturas citadas.

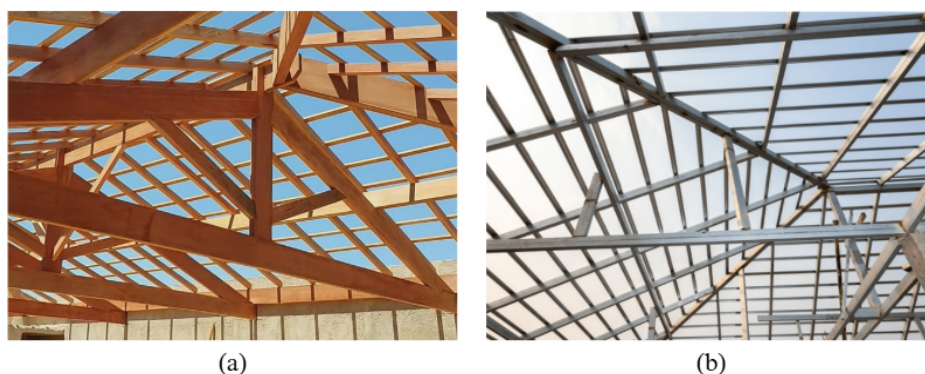


Figura 4. Tipos de estrutura de telhado: (a) estrutura de madeira e (b) estrutura metálica. (Adaptado de [20,21]).

Sendo assim, a avaliação prévia da estrutura, para a realização de eventuais reforços e para a escolha correta do tipo de fixação dos painéis, é uma etapa fundamental para o sucesso da instalação e para evitar futuros danos à edificação.

2.3.3 Sobre a direção da queda d'água e o sombreamento

Para realizar a instalação de um sistema fotovoltaico, é preciso considerar uma área livre bem orientada e sem sombreamento. Com planos de cobertura preferencialmente voltados para o norte geográfico, visto que essa direção proporciona maior exposição à radiação solar ao longo do dia no hemisfério sul [11]. Fazer essa instalação com a orientação adequada dos módulos é fundamental para maximizar a eficiência energética do sistema, reduzindo assim as perdas de geração de energia. Na Figura 5, podemos ver exemplos de quedas d'água de telhados.

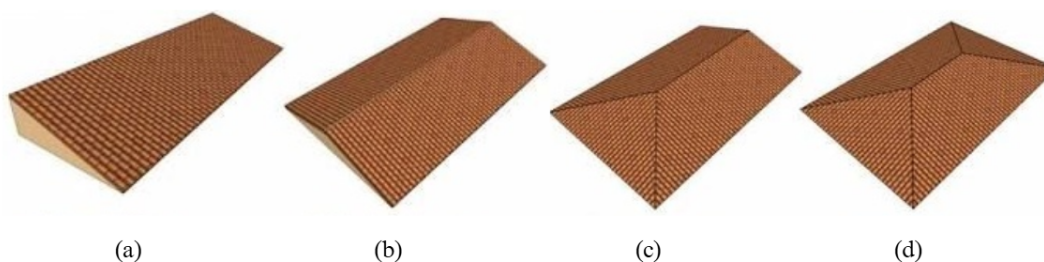


Figura 5. Quantidade de quedas d'água: (a) telhado de uma água, (b) telhado de duas águas, (c) telhado de três águas e (d) telhado de quatro águas. (Adaptado de Studio Indesign [23], 2020).

Outro fator muito importante a ser considerado é o sombreamento. A presença de sombras projetadas por árvores, muros, caixas d'água ou estruturas vizinhas pode afetar significativamente a produção de energia, mesmo que incida sobre apenas um dos módulos do sistema. Por isso, é essencial que a área escolhida permaneça livre de sombreamento principalmente entre 11 h e 13 h, considerada a hora de sol pleno na região nordeste, período aproximado de maior irradiação solar sobre os módulos FV [24].

2.4. Sobre a instalação no solo

A instalação de sistemas fotovoltaicos no solo é uma alternativa bastante viável em áreas com grande disponibilidade de espaço, como por exemplo, em zonas rurais, terrenos baldios ou em edificações que não apresentam telhados adequados em termos de estrutura ou orientação solar. Esse tipo de instalação permite maior flexibilidade em relação ao posicionamento e à inclinação dos módulos, como podemos ver na Figura 6, o que pode tornar a captação de energia mais eficiente.

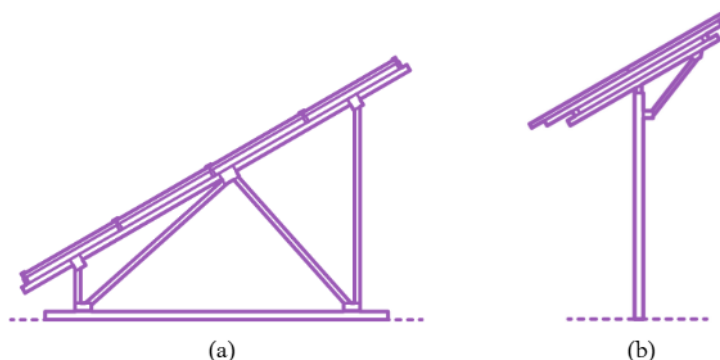


Figura 6. Exemplos de instalação de módulos fotovoltaicos no solo: (a) no solo e (b) no poste. (Adaptado de Dimensions.com [25,26], 2025).

Apesar de não ser o foco principal do trabalho, esse tipo de instalação não poderia deixar de ser exemplificado. Dessa forma, veremos as condições básicas necessárias para o bom funcionamento deste tipo de instalação.

2.4.1 Condições do terreno

Para garantir o bom desempenho do sistema FV, o terreno destinado a sua instalação deve apresentar algumas características, como possuir superfície plana ou com leve inclinação, boa drenagem e estabilidade estrutural. Terrenos sujeitos a alagamentos, erosão, instabilidade geotécnica ou com solo excessivamente arenoso ou argiloso podem demandar obras adicionais de fundação e nivelamento, o que acaba elevando o custo e a complexidade da instalação [1].

É importante reforçar que aspectos como a orientação norte e a ausência de sombreamento entre 11 h e 13 h também são indispensáveis para sistemas instalados no solo. Visto que, neste tipo de instalação, obstáculos como árvores, muros, edificações vizinhas ou mesmo desníveis no terreno podem fazer sombra sobre os módulos, o que reduz seu desempenho. Sendo assim, é recomendado a avaliação do comportamento da irradiação solar ao longo do ano [24].

Além disso, o tipo de solo interfere na instalação, pois influencia diretamente na escolha do sistema de fixação da estrutura de suporte, que pode variar entre estacas metálicas cravadas, bases de concreto pré-moldado ou sapatas moldadas no local, dependendo da resistência e da profundidade do solo [1].

Por fim, recomenda-se a realização de uma vistoria técnica especializada, que avalie a viabilidade física, ambiental e econômica da instalação no terreno, observando aspectos como orientação, sombreamento, topografia e acesso à manutenção.

3. MÉTODOS

A pesquisa desenvolvida pode ser classificada como bibliográfica, uma vez que foi desenvolvida a partir do levantamento e análise de materiais publicados em artigos científicos, livros, documentos técnicos e fontes eletrônicas [27]. Além disso, trata-se de uma pesquisa metodológica, pois tem como objetivo propor e apresentar um procedimento sistemático, buscando responder como realizar determinada atividade [27], neste caso, a preparação de uma residência para a instalação de um sistema fotovoltaico.

Inicialmente, foi realizada uma pesquisa geral sobre o tema, a partir da qual foram elaboradas perguntas objetivas, estruturadas no formato dicotômico, seguidas de suas respectivas respostas. Essas informações serviram como base para a construção de um fluxograma, cuja finalidade é facilitar o processo de tomada de

decisão do consumidor, principalmente no que diz respeito à avaliação prévia das condições da edificação para a instalação do sistema fotovoltaico.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como resultado do estudo foram formuladas perguntas básicas sobre o tema, as quais serviram de base para a elaboração de um fluxograma, como pode ser visto na Figura 7. Com o objetivo de auxiliar o consumidor no processo de decisão, avaliando as condições gerais de sua edificação e identificando possíveis reparos necessários para viabilizar a instalação de um sistema fotovoltaico.

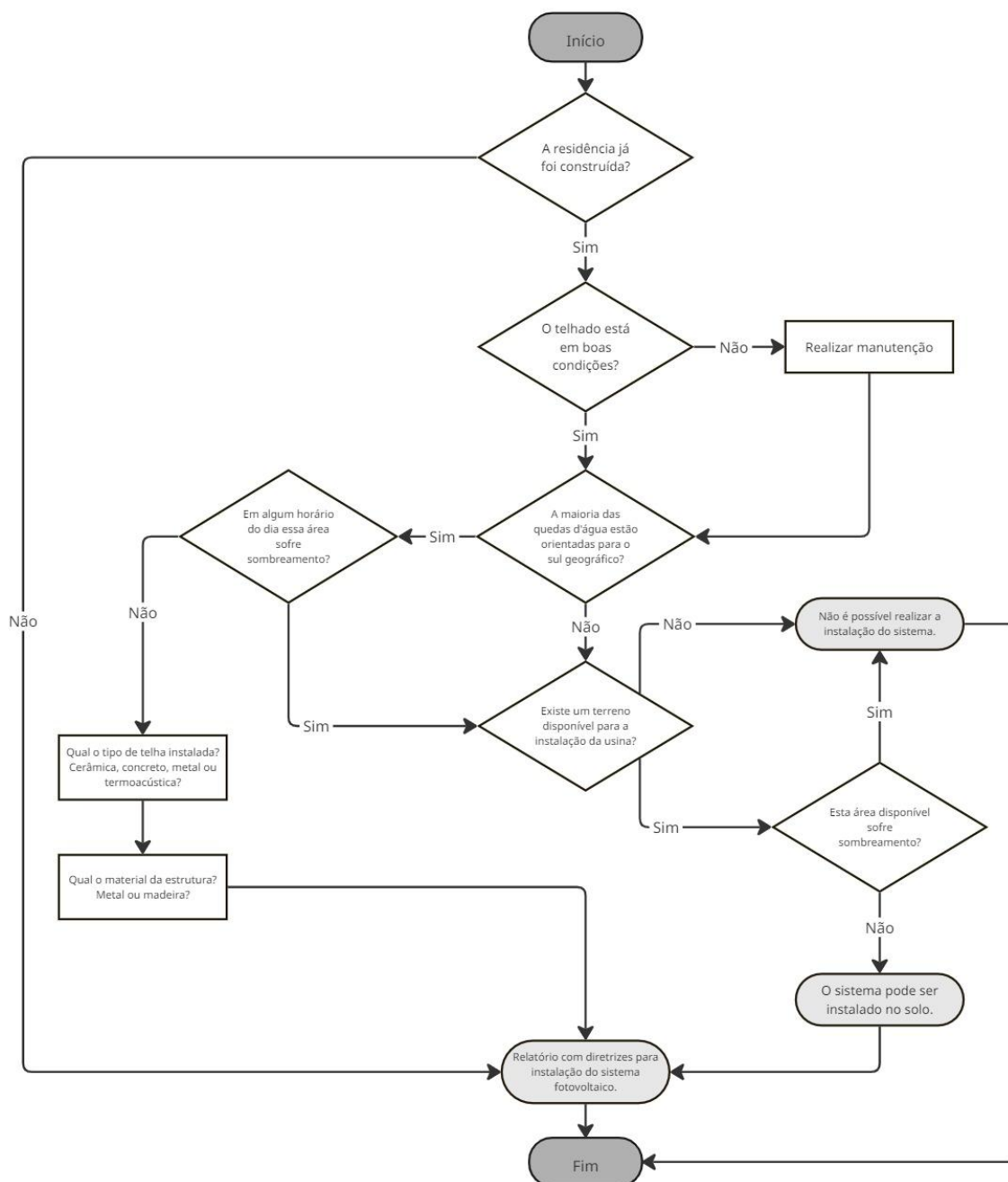


Figura 7. Fluxograma para análise de viabilidade de sistemas solares. (Autoria própria, 2025).

A estrutura lógica do fluxograma parte da verificação da existência da edificação e das condições estruturais do telhado. Em caso de conformidade, são analisadas a área do telhado disponível para a instalação e a orientação das quedas d'água, com preferência para superfícies voltadas para o norte geográfico e sem sombreamento, favorecendo a eficiência da captação solar. Ainda nessa etapa, são considerados o tipo de cobertura e o material da estrutura de suporte, aspectos essenciais para a definição dos métodos de fixação dos módulos.

Se o telhado não atender às exigências mínimas, o fluxograma direciona a análise para a verificação da disponibilidade de um terreno para a instalação da usina fotovoltaica no solo, considerando a sua área e a ausência de sombreamento significativo.

Ao final, sendo constatada a viabilidade técnica, o consumidor é direcionado à elaboração de um relatório com diretrizes para a instalação do sistema. Dessa forma, o fluxograma não apenas sintetiza os principais critérios técnicos envolvidos na instalação, como também serve de ferramenta prática de apoio à tomada de decisão.

5. CONCLUSÕES

O estudo realizado apresenta relevância para diferentes esferas da sociedade. Para a população em geral, representa uma oportunidade de ampliar o conhecimento sobre as possibilidades relacionadas à implementação de sistemas fotovoltaicos, contribuindo para decisões mais conscientes e informadas. Uma vez que, o acesso a esse conhecimento permite que o consumidor primário tenha maior autonomia para avaliar a viabilidade da instalação de uma usina fotovoltaica em sua residência. Já para as empresas do setor, o estudo oferece ferramentas para a realização de diagnósticos iniciais mais precisos. Além de favorecer a padronização dos processos, resultando assim na maior eficiência e confiabilidade dos serviços prestados. Por se tratar de um sistema simples e objetivo, sua aplicação no cotidiano das empresas é fácil e acessível. Por fim, para a academia, a realização de pesquisas com aplicação prática reforça o papel social da produção científica, demonstrando como o conhecimento gerado por ela pode facilitar e melhorar a vida das pessoas.

Diante disso, sugere-se, como trabalho futuro, que o fluxograma resultante deste trabalho, seja utilizado para o desenvolvimento de um aplicativo interativo, com o objetivo de facilitar o processo de avaliação e tomada de decisão.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] PINHO, J.T.; GALDINO, M.A. (org.). Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos. 1ª ed., Rio de Janeiro: CEPEL/CRESESB, 2014. Disponível em: <https://cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Manual_de_Engenharia_FV_2014.pdf>. Acesso em: 16 mai. 2025.
- [2] PORTAL SOLAR (Brasil). Impactos ambientais da energia solar. [2025]. Disponível em: <<https://www.portalsolar.com.br/energia-solar-fotovoltaica-impactos-ambientais>>. Acesso em: 24 jul. 2025.
- [3] ABSOLAR - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA. Infográfico de dados e estatísticas do setor solar no Brasil. São Paulo: ABSOLAR, 2025. Disponível em: <<https://www.absolar.org.br/mercado/infografico/>>. Acesso em: 16 maio 2025.
- [4] ANEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (Brasil). Em quatro meses, micro e minigeração distribuída cresce 2,8 GW no Brasil. 2025. Disponível em: <<https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/noticias/2025/em-quatro-meses-micro-e-minigeracao-distribuida-cresce-2-8-gw-no-brasil>>. Acesso em: 16 maio 2025.
- [5] NEOENERGIA (Brasil). Energia solar gera economia de até 95% na conta de luz e valoriza imóveis. 2021. Disponível em: <<https://www.neoenergia.com/w/energia-solar-gera-economia-de-ate-95-na-conta-de-luz-e-valoriza-imoveis>>. Acesso em: 18 maio 2025.
- [6] CASARIN, Ricardo. 86% dos brasileiros desejam alternativas em relação às distribuidoras de energia. 2025. Publicado por Portal Solar. Disponível em: <<https://www.portalsolar.com.br/noticias/mercado/consumidor/86-dos-brasileiros-desejam-alternativas-em-relacao-as-distribuidoras-de-energia>>. Acesso em: 18 maio 2025.
- [7] NETO, Hamilton Freire de Andrade. Guia simplificado para instalação de sistemas fotovoltaicos residenciais. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) - Campus Caraúbas, Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), 2021. Disponível em: <<https://repositorio.ufersa.edu.br/items/f1c7513a-73ee-4e0b-8a95-60d42b199ed7>>. Acesso em: 9 ago. 2025.
- [8] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 16690: Instalações elétricas de arranjos fotovoltaicos: requisitos de projeto. Rio de Janeiro, 2019
- [9] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 16274: Sistemas fotovoltaicos conectados à rede: Requisitos mínimos para documentação, ensaios de comissionamento, inspeção e avaliação de desempenho. Rio de Janeiro, 2014.
- [10] NEOSOLAR (Brasil). Energia Solar Fotovoltaica: tudo sobre. Disponível em: <<https://www.neosolar.com.br/aprenda/saiba-mais/energia-solar-fotovoltaica>>. Acesso em: 22 maio 2025.
- [11] SENAI (Brasil). Profissionais para Energias do Futuro: especialista técnico em energia solar fotovoltaica. Brasília: SENAI, 2018. Disponível em: <<https://www.absolar.org.br/wp-content/uploads/2021/02/Guia%20Profissionais%20Especialistas.pdf>>. Acesso em: 05 jun. 2025.

- [12] TRINA SOLAR Co., Ltd. Datasheet - VertexDEG19C.20 550 W (versão em português). 2021. Disponível em: https://static.trinasolar.com/sites/default/files/550W%20Datasheet_Vertex_DEG19C.20_2021_PT.pdf. Acesso em: 09 ago. 2025.
- [13] NEOSOLAR Energia Ltda. Datasheet - Paine Solar Fotovoltaico 550 W (versão em português). 2021. Disponível em: <https://www.neosolar.com.br/amfile/file/download/file/40/product/31010/>. Acesso em: 09 de ago. 2025.
- [14] PRÁTICA ENGENHARIA (Brasil). Tipos de telhado: conheça os principais e as diferenças entre eles. 2024. Disponível em: <https://www.praticaengenharia.com.br/blog/tendencias/tipos-telhado-conheca-os-principais-as-diferencas-eles>. Acesso em: 23 jun. 2025.
- [15] Telha Cerâmica. Disponível em: https://www.torrescabral.com.br/telha-paulista-capa-hidrobrihlo-laranjal?srsId=AfmBOoCIa8XwOMn9_OWUPorxWDBfKwMd4MJ-LKDS-W3deBV1wjla0cF. Acesso em: 23 jun. 2025.
- [16] Telha de Concreto. Disponível em: <https://constrularfacil.com.br/produto/132520-telha-de-concreto-max-cinza-perola?srsId=AfmBOopXtCH4Qf8TNu4HDmZ2pbA1XBMzaI8NZyc48KK4B-esIGjcPH2f>. Acesso em: 23 jun. 2025.
- [17] Telha de Fibrocimento. Disponível em: <https://www.brasilit.com.br/telhas-de-fibrocimento-ondulada>. Acesso em: 24 jul. 2025.
- [18] Telha Metálica. Disponível em: <https://www.zfcomercialdeacos.com.br/telha-galvalume-043x105-metro>. Acesso em: 23 jun. 2025.
- [19] Telha Termoacústica. Disponível em: <https://www.constelha.com.br/telha-metalica-galvalume-isotermica-sanduiche-completa>. Acesso em: 23 jun. 2025.
- [20] Estrutura de Madeira. Disponível em: <https://albergoni.arq.br/estrutura-de-telhado-madeira-ou-metalico-vantagens-e-desvantagens-de-cada-um/>. Acesso em: 23 jun. 2025.
- [21] Estrutura Metálica. Disponível em: <https://calculistadeaco.com.br/estruturas-metalicas-para-telhado/>. Acesso em: 23 jun. 2025.
- [22] PORTAL SOLAR (Brasil). Instalar energia solar no telhado: guia completo. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/instalar-energia-solar-no-telhado>. Acesso em: 25 jun. 2025.
- [23] STUDIO INDESIGN (Brasil). Telhados: conheça os principais modelos. conheça os principais modelos. 2020. Disponível em: <https://studioindesign.blog.br/2020/09/05/telhados-conheca-os-principais-modelos/>. Acesso em: 25 jun. 2025.
- [24] CASARIN, Ricardo. Horas de sol pleno: o que é e sua influência no setor solar. 2025. Publicado por Portal Solar. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/horas-de-sol-pleno>. Acesso em: 06 jul. 2025.
- [25] Solar Panel - Ground Mouted. Disponível em: <https://www.dimensions.com/element/solar-panel-ground-mounted-landscape>. Acesso em: 03 jul. 2025.
- [26] Solar Panel - Pole Mouted. Disponível em: <https://www.dimensions.com/element/solar-panel-pole-mounted>. Acesso em: 03 jul. 2025.
- [27] BRASILEIRO, A. M. M. Manual de produção de textos acadêmicos e científicos. São Paulo: Atlas, 2013.