



**11º SIMPÓSIO
DE SUSTENTABILIDADE**

**14-15-16
MAIO - 2024**



FUNDAMENTOS ARQUITETÔNICOS: TÉCNICAS DE INTEGRAÇÃO FOTOVOLTAICA ARQUITETÔNICA DO BRASIL

OLIVEIRA, Caroline.¹
RABEL, Cezar.²

RESUMO

No presente artigo o assunto é Arquitetura Sustentável com o tema edifício projetado com sistema fotovoltaico integrado à arquitetura. Justifica-se no âmbito cultural e social, ressaltando a importância da energia limpa e acessível, destacando a necessidade de promover a sustentabilidade global. No contexto profissional, a pesquisa pode fornecer conhecimento relevante para profissionais sobre a temática. Além disso, do ponto de vista acadêmico, servirá como base para estudos futuros sobre integração fotovoltaica na arquitetura. O problema de pesquisa busca identificar quais critérios devem ser considerados ao integrar tecnologia fotovoltaica em uma edificação no contexto brasileiro. A formulação da hipótese é se a integração fotovoltaica conectada à rede no contexto brasileiro deve considerar critérios projetuais fotovoltaicos inerentes a irradiação solar, orientação solar, tecnologias disponíveis. O objetivo geral é desenvolver pesquisa bibliográfica para embasar estudo projetual acerca de integração fotovoltaica na arquitetura. Para isso, foi realizada uma pesquisa documental no âmbito do tema. Os resultados indicam que os critérios devem ser observados na integração fotovoltaica são questões relacionadas ao tradicional sistema fotovoltaico, com inserção de características arquitetônicas. Conclui-se, portanto que os critérios fotovoltaicos resultam em geração e vida útil e segurança elevadas, sendo assim o profissional deve se atentar a estes critérios para uma boa integração fotovoltaica.

PALAVRAS-CHAVE: Tecnologia Fotovoltaica. Design de edifícios solares. Eficiência energética. Design Integrado.

1. INTRODUÇÃO

No presente artigo o assunto é Arquitetura Sustentável com o tema edifício projetado com sistema fotovoltaico integrado à arquitetura. Do ponto de vista social e cultural, justifica-se a presente pesquisa pois, de acordo com Mohammad e Garrod (2023, p. 01), o mais recente relatório do IPCC (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas) indica que os dados sobre o aquecimento global são preocupantes para as futuras gerações. Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas (ONU) para 2030 foram anunciados como resposta à necessidade de promover a sustentabilidade global, destacando o item 7 – Energia limpa e acessível. Portanto, é fundamental abordar o tema visando proteger o futuro de nossa sociedade, levando em consideração o Brasil e

¹ Acadêmica de Graduação em Arquitetura e Urbanismo da FAG. Elaborado em projeto de conclusão de curso: TC: Qualificação. Email: E-mail: cgoliveira2@minha.fag.edu.br

² Professor orientador da presente pesquisa. Docente do curso de Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário FAG – Cascavel/PR. Graduado em Arquitetura e Urbanismo pelo Centro Universitário FAG. Mestre em Metodologia de projeto de arquitetura e urbanismo pela UEM – Universidade Estadual de Maringá – Cascavel. E-mail: rabel@fag.edu.br



buscando também promover ações que incentivem uma cultura de sustentabilidade, a qual pode ser uma grande ferramenta para a conscientização sobre as mudanças climáticas." (Brasil, 2022). A presente pesquisa no âmbito profissional se justifica, pois, a mesma pode angariar conhecimento para profissionais que venham a trabalhar sobre a temática, e pela abordagem pessoal pois servirá de base para futuros estudos científicos sobre o tema.

O problema de pesquisa busca identificar quais critérios devem ser considerados ao integrar tecnologia fotovoltaica em uma edificação no contexto brasileiro. A formulação da hipótese é se a integração fotovoltaica conectada à rede no contexto brasileiro deve considerar critérios projetuais fotovoltaicos inerentes a irradiação solar, orientação solar, tecnologias disponíveis. A integração fotovoltaica conectada à rede no contexto brasileiro deve considerar critérios projetuais fotovoltaicos inerentes a irradiação solar, orientação solar, tecnologias disponíveis. O objetivo geral é desenvolver pesquisa bibliográfica para embasar estudo projetual acerca de integração fotovoltaica na arquitetura. Os objetivos específicos: 1. Abordar revisão bibliográfica sobre a temática; 2. Realizar análise dos correlatos; 3. Realizar proposta projetual acerca do tema; 4. Publicar o trabalho em meios de divulgação acadêmica;

A base teórica da presente pesquisa é o livro de Nuria Martín Chivelet, Ignacio Fernández Solla - Técnicas de vedação fotovoltaica na arquitetura, este livro explora de forma completa e sucinta o tema. Segundo Luque (2007), o livro é a primeira monografia originalmente publicada em espanhol sobre a tecnologia fotovoltaica na edificação do ponto de vista técnico. Acrescenta Bedoya (2007), diz que o livro trata dos aspectos arquitetônicos das instalações fotovoltaicas. Este estudo é baseado na técnica de pesquisa documental do autor Antônio Carlos Gil (2002). Segundo ele, a pesquisa documental é uma técnica de pesquisa que se baseia na análise de documentos escritos, seja em formato físico ou digital. Esses documentos podem incluir livros, artigos científicos, relatórios, leis, regulamentos, cartas, diários, entre outros. Na pesquisa documental, o pesquisador busca extrair informações relevantes e confiáveis dos documentos disponíveis para responder a questões de pesquisa ou investigar determinado tema. É uma técnica muito utilizada em diversas áreas do conhecimento, especialmente nas ciências sociais, humanas e jurídicas (GIL, A. C. 2002). Portanto, o desenvolvimento desta pesquisa documental é baseado em realizar a seleção cuidadosa dos documentos a serem analisados, a leitura crítica e a interpretação das informações encontradas, além da organização e apresentação dos resultados de forma coerente e fundamentada. (GIL, A. C. 2002).



2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

No presente capítulo serão abordadas temáticas como irradiação solar, orientação solar, tecnologias disponíveis, respectivamente.

Geralmente, os sistemas fotovoltaicos ideais adotam práticas de projeto tradicionais, utilizando ângulos de inclinação que correspondem à latitude do local e orientação voltada para o hemisfério oposto, visando maximizar a geração anual de energia. (Badescu, 2006, Hummon *et al.*, 2012, Hussein *et al.*, 2000).

2.1 IRRADIAÇÃO SOLAR

Sobre a irradiação (INPE, 2017), traz dados relevantes para bom aproveitamento da irradiação no projeto fotovoltaico integrado. Abaixo é esclarecida a temática da irradiação solar.

O Atlas Brasileiro de Energia Solar (INPE, 2017), é uma base de dados que fornece informações previstas sobre a irradiação solar no Brasil, incluindo médias anuais e mensais. Os dados foram validados por estações solimétricas e ambientais, e a reprodução da base de dados para fins comerciais requer autorização. O Atlas oferece informações sobre a irradiação solar em diferentes meses do ano, com uma resolução espacial de aproximadamente 10km. Segundo o Atlas Brasileiro de Energia Solar do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) o conhecimento da irradiação solar incidente no plano dos painéis solares fotovoltaicos é fundamental para o correto



dimensionamento do gerador integrado na edificação (telhado ou fachada) e a correta estimativa da quantidade de energia que o mesmo pode gerar anualmente (INPE, 2017).

O Atlas Brasileiro de Energia Solar de (COSTA *et al.*, 2017), utilizou sensoriamento remoto, modelos físicos e técnicas estatísticas para mapear os dados de irradiação solar, com baixos níveis de incerteza e grande confiabilidade, sendo assim uma fonte para avaliação da irradiação no território brasileiro.

Concluindo parcialmente, a utilização das ferramentas em destaque possibilita a eficiente aplicação projetual. Finalizando este item, a próxima temática abordada é a orientação solar.

2.2 ORIENTAÇÃO SOLAR

Já em orientação solar, destaca-se PIZZUTI, RAMOS, VITORINO (2018) as condições ideais de dimensionamento do sistema. Abaixo é esclarecida a temática da orientação solar.

Para PIZZUTI, RAMOS, VITORINO (2018), a condição ideal para aproveitar a energia solar é aquela em que a tecnologia escolhida para converter a energia solar em eletricidade ou calor esteja posicionada de maneira a permanecer iluminada pelo Sol pelo maior tempo possível ao longo do dia.

Para reduzir os custos sem inviabilizar um empreendimento solar, é necessário determinar a inclinação do sistema de conversão em relação ao solo e a direção para a qual o sistema apontará, com base no posicionamento do Sol ao longo dos dias e meses do ano. No Brasil, em geral, o sistema de conversão solar deve estar voltado para o Norte e inclinado em um ângulo próximo ao da latitude do local de instalação (o Brasil está localizado quase que totalmente no hemisfério Sul). PIZZUTI, RAMOS, VITORINO (2018)



Acrescenta PIZZUTI, RAMOS, VITORINO (2018), que existem muitos recursos e ferramentas computacionais desenvolvidos para prever a posição do Sol em determinado horário, calculando os ângulos zenitais e azimutais, o que possibilita avaliar a ocorrência de sombreamento por obstáculos em geral. No entanto, a determinação do sombreamento causado por nuvens é mais complexa, pois as nuvens estão em movimento na atmosfera devido a fenômenos climáticos ou meteorológicos.

Concluindo parcialmente, o sistema fotovoltaico integrado deve ser orientado estrategicamente. O Brasil se encontra no hemisfério sul, portanto a face resultará em maior captação de energia solar deve estar voltada ao norte e inclinada favoravelmente de acordo com a latitude do local, outro item de atenção são obstáculos que possam causar sombreamento na face receptora da energia solar.

Finalizando este item, a próxima temática abordada serão as tecnologias disponíveis.

2.3 TECNOLOGIAS DISPONÍVEIS

Seguido das informações sobre as tecnologias disponíveis, onde são abordadas partes componentes do sistema fotovoltaico integrado, destacando o autor CHIVELET, SOLLA (2007).

Abaixo é esclarecida a temática das tecnologias disponíveis, apresentando os componentes tradicionais do sistema fotovoltaico integrado conectado à rede. Iniciando pela abordagem do módulo fotovoltaico, em seguida, inversores, materiais elétricos e fixação, e finalizando com normativas vigentes no Brasil para estes sistemas.

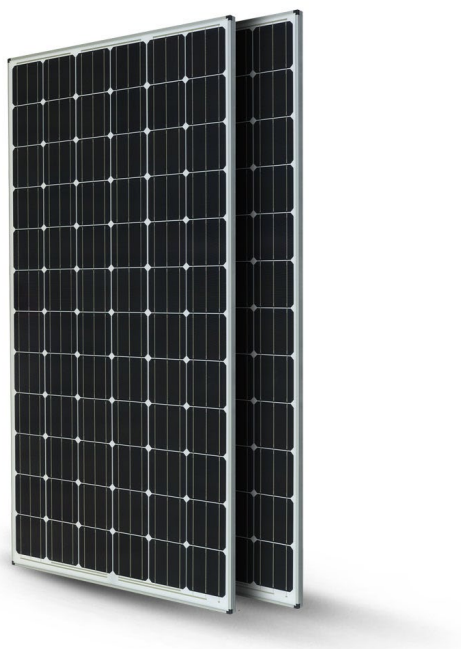


- **2.3.1 Módulos Fotovoltaicos**

Abaixo a abordagem sobre módulos fotovoltaicos segundo análise ao que foi dito pelos autores RUTHER (2004) e SHUKLA *et al.* (2016).

A indústria fotovoltaica tem desenvolvido diversos produtos voltados para a aplicação no entorno construído, como módulos fotovoltaicos de aço inoxidável em formato flexível, revestidos por resina plástica e com superfície autocolante, bem como módulos de vidro sem moldura. Esses produtos podem ser instalados diretamente em fachadas, telhados e até mesmo em telhas de vidro integradas com painéis fotovoltaicos RUTHER (2004).

Imagem 01 - Módulo fotovoltaico monocristalino



Fonte: Komeco (2024)

Imagem 02 - Aplicação de módulos fotovoltaicos em brises



Fonte: Archi Expo (2024)

SHUKLA *et al.* (2016) afirmam que os materiais utilizados em células solares fotovoltaicas atualmente incluem silício cristalino, silício amorfo, telureto de cádmio e seleneto de cobre e índio, sendo o mais utilizado silício cristalino.

Acrescenta CHIVELET, SOLLA (2007) a estrutura do módulo é semelhante a um sanduiche, com diversas camadas acopladas. As normas exigem que sejam realizados ensaios mecânicos, ambientais e elétricos para garantir todas as propriedades de eficiência. Além disso, para integração fotovoltaica é recomendado a utilização de vidro duplo temperado, para maior resistência, estanqueidade e menores transmissividade térmicas.

Um material de revestimento fotovoltaico deve satisfazer requisitos físicos e estruturais, ser versátil em termos de tamanho, forma e montagem, além de ter uma boa aparência estética e alta



qualidade e durabilidade. Dentre os painéis fotovoltaicos disponíveis no mercado atualmente, existe uma ampla variedade que atende a esses requisitos. Para alcançar a potência instalada desejada, costumam ser utilizadas combinações série/paralelo de vários módulos para obter as tensões e correntes necessárias RUTHER (2004).

Concluindo parcialmente, o mercado oferece uma ampla variedade de módulos fotovoltaicos, que devem seguir requisitos para que sua eficiência seja garantida, quando utilizado como revestimento solar ainda deve ter uma boa aparência, qualidade e durabilidade. Para alcançar a potência desejada do sistema devem ser conectados vários módulos em série/paralelo.

Na sequência serão abordados os inversores.

- **2.3.2 Inversores**

Abaixo a abordagem sobre inversores segundo análise ao que foi dito pelos autores TANGIPAR (2021), SOUZA (2019) CHIVELET, SOLLA (2007) e RUTHER (2004).

Segundo o GRUPO TANGIPAR (2021), o componente considerado o coração do sistema é um “inversor” que transforma a energia gerada pelos módulos de corrente alternada para corrente contínua, assim podendo ser consumida em componentes elétricos da edificação.

Imagem 03 – Inversor Fotovoltaico 5 KW.



Fonte: Energy Total

De acordo com SOUZA (2019) O *Oversizing* é o termo usado quando o inversor está em sobrecarga, atuando em máxima potência e iniciando seu trabalho mais cedo e terminando mais tarde para aproveitar a incidência ao longo do dia, o que garante uma quantidade em geração elevada, entretanto a longo prazo pode impactar no período de vida útil do equipamento.

Deve-se respeitar todas as normas pertinentes às instalações elétricas, incluindo instalação, manutenção e segurança do sistema, além de garantir que as características físicas, como forma, tamanho, peso, acabamento, materiais utilizados, proteção contra o ambiente, terminais elétricos e instrumentação, sejam apropriadas RUTHER (2004).

Segundo CHIVELET, SOLLA (2007) o inversor é o principal motivo de problemas técnicos, os fatores de perda devem ser observados pelo projetista afim de atingir melhor

produtividade final, e que 3 fatores na fase de projeto devem ser analisados para impedir falhas e defeitos, são eles: desenho, instalação e operação.

Concluindo parcialmente, os inversores são equipamentos que devem ser bem dimensionados, atendendo as exigências técnicas e normativas, para maximizar o potencial de funcionamento.

Na sequência serão abordados materiais elétricos.

- **2.3.3 Materiais elétricos e fixação**

Abaixo a abordagem sobre materiais elétricos segundo análise ao que foi dito pelos autores RUTHER (2004) ZOMER *et al.*, (2019) e CHIVELET, SOLLA (2007).

De acordo com RUTHER (2004), outros elementos importantes são materiais elétricos, como cabos, conexões, dispositivos de segurança, disjuntores, entre outros. A utilização de materiais próprios para sistemas fotovoltaicos traz melhoria na qualidade de instalação.

Imagem 05 – Cabo Rígido



Fonte: Conduspar

O sistema de fixação, como aponta RUTHER (2004), compreende a estrutura na qual os painéis serão montados, devendo suportar cargas mecânicas e ventos, variações de tamanho que um material sofre em resposta às mudanças de temperatura, e com vida útil equivalente à do arranjo fotovoltaico, aproximadamente 30 anos.

Imagem 06 – Fixação em cobertura de painel fotovoltaico integrado



Fonte: Archdaily, 2020

Concluindo parcialmente, os materiais elétricos utilizados na integração são convencionais, porém se forem próprios para este tipo de instalação traz benefícios. Ademais a fixação tende a variações de tamanho e material e deve se atentar a vida útil do material de fixação e suas exigências.

Segundo ZOMER *et al.*, (2019), na integração fotovoltaica os módulos fotovoltaicos seguem a arquitetura do edifício, muitas vezes substituindo materiais da envolvente do edifício.



No contexto de uma fachada, é possível empregar o gerador fotovoltaico tanto como um componente de revestimento quanto como um elemento de sombreamento. Além disso, os custos de instalação desses painéis são semelhantes aos custos de instalação de uma fachada de vidro convencional RUTHER (2004).

Segundo CHIVELET, SOLLA (2007) ainda que no projeto final da edificação os módulos serão visíveis apenas na vedação externa, deve-se considerar o sistema completo. Os componentes do sistema conectado à rede e do sistema autônomo são em princípio os mesmos, a diferença é que o sistema conectado à rede envia o excedente energético diretamente a rede concessionária, enquanto o autônomo armazena este excedente em baterias.

O estudo aborda temas como irradiação solar, orientação solar, tecnologias disponíveis e normativas brasileiras. Destaca-se a importância de considerar a irradiação solar incidente para o correto dimensionamento do sistema fotovoltaico e a orientação solar adequada para maximizar a geração de energia. Além disso, são discutidas as tecnologias disponíveis, incluindo módulos fotovoltaicos, inversores, materiais elétricos e fixação, bem como as normativas brasileiras que regem o setor fotovoltaico.

2.1 2.1 IRRADIAÇÃO SOLAR

Sobre a irradiação (INPE, 2017), traz dados relevantes para bom aproveitamento da irradiação no projeto fotovoltaico integrado. Abaixo é esclarecida a temática da irradiação solar.

O Atlas Brasileiro de Energia Solar (INPE, 2017), é uma base de dados que fornece informações previstas sobre a irradiação solar no Brasil, incluindo médias anuais e mensais. Os dados foram validados por estações solimétricas e ambientais, e a reprodução da base de dados para fins comerciais requer autorização. O Atlas oferece informações sobre a irradiação solar em diferentes meses do ano, com uma resolução espacial de aproximadamente 10km. Segundo o Atlas



Brasileiro de Energia Solar do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) o conhecimento da irradiação solar incidente no plano dos painéis solares fotovoltaicos é fundamental para o correto dimensionamento do gerador integrado na edificação (telhado ou fachada) e a correta estimativa da quantidade de energia que o mesmo pode gerar anualmente (INPE, 2017).

O Atlas Brasileiro de Energia Solar de (COSTA *et al.*, 2017), utilizou sensoriamento remoto, modelos físicos e técnicas estatísticas para mapear os dados de irradiação solar, com baixos níveis de incerteza e grande confiabilidade, sendo assim uma fonte para avaliação da irradiação no território brasileiro.

4. CONSIDERAÇÕES PARCIAIS

É possível concluir que a pesquisa sobre Arquitetura Sustentável com a integração de sistemas fotovoltaicos é crucial para o avanço da eficiência energética e sustentabilidade no contexto brasileiro e global. A ênfase na importância da energia limpa e acessível destaca a relevância socioeconômica e ambiental desse tipo de abordagem arquitetônica.

Os critérios identificados, como irradiação solar, orientação solar e tecnologias disponíveis, são fundamentais para o sucesso da integração fotovoltaica em edifícios. A pesquisa também destaca a necessidade de considerar características arquitetônicas para garantir a eficácia e a segurança dos sistemas fotovoltaicos integrados.

No contexto profissional, essa pesquisa fornece um conhecimento que pode orientar arquitetos, engenheiros e outros profissionais na concepção e implementação de projetos arquitetônicos sustentáveis. Além disso, do ponto de vista acadêmico, essa pesquisa serve como uma base para estudos futuros sobre integração fotovoltaica na arquitetura.

Em suma, a pesquisa destaca a importância de considerar cuidadosamente os critérios fotovoltaicos ao integrar sistemas fotovoltaicos em edifícios, visando maximizar a geração de energia limpa, a vida útil dos sistemas e a segurança, contribuindo assim para a promoção da sustentabilidade global.



REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Resolução Normativa nº482**. 2012.

BRASIL. **Intended National Determined Contribution Towards Achieving the objective of the United Nations Framework Convention on Climate Change**, 2016. Disponível em: <https://www4.unfccc.int/sites/submissions/INDC/Published%20Documents/Brazil/1/BRAZIL%20iNDC%20english%20FINAL.pdf>. Acesso em: 02 abril. 2024.

CHIVELET, N. M.; SOLLA, I. F. **Técnicas de vedação fotovoltaica na arquitetura**. Porto Alegre: Bookman, 2010.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1994.

FARIA JR , H, TRIGOSO, F. & CAVALCANTI, J. **Review of distributed generation with photovoltaic grid connected systems in Brazil: Challenges and prospects**. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 75, 469-475, 2017. Disponível em: <
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032116307407>> Acesso em 01 abr, 2018.

FERREIRA, A.; KUNH, S. S.; FAGNANI, K. C.; DE SOUZA, T. A.; TONEZER, C.; DOS SANTOS, G. R.; COIMBRA-ARAÚJO, C. H. **Economic overview of the use and production of photovoltaic solar energy in Brazil**. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2018.

MARTINS, Fernando Ramos. **Atlas brasileiro de energia solar 2**. 2017.

PES, Marcelo Pizzuti; MARTINS, Fernando Ramos; PEREIRA, Silvia Vitorino. **Fundamentos para otimização da geração fotovoltaica**, 1 ed., 2018. Disponível em:
http://ftp.cptec.inpe.br/labren/publ/livros/Fundamentos_para_otimizacao_da_geracao_fotovoltaica_2018.pdf.



**11º SIMPÓSIO
DE SUSTENTABILIDADE**

**14-15-16
MAIO - 2024**



RÜTHER, R.; SALAMONI, I. **O Potencial dos Setores Urbanos Brasileiros para Geração de Energia Solar Fotovoltaica de Forma Integrada às Edificações**. Fórum Patrimônio, V. 4, N. 1, 2011.

SANTOS, Ísis Portolan. . **Desenvolvimento De Ferramenta De Apoio À Decisão Em Projetos De Integração Solar Fotovoltaica à Arquitetura**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, p.278, 2013.

SAMPAIO, M. J. A. M., Mozzer, G. B. e Dias, F. R. T. **Desdobramentos da recente Contribuição Nacionalmente Determinada - NDC**. In: Plataforma Visão de futuro do Agro. Disponível em: <https://www.embrapa.br/visao-defuturo/adaptacao-a-mudanca-do-clima/sinal-etendencia/desdobramentos-da-recentecontribuicao-nacionalmente-determinada-ndc>. Acesso em: 04 abr. 2024.

SILVEIRA, F., **Sistemas fotovoltaicos integrados à arquitetura (bipv): momento presente e potencial**. Universidade Federal do Paraná, 2018.

SHUKLA, A. K.; SUDHAKAR, K.; BAREDAR, P. **A comprehensive review on design of building integrated photovoltaic system**. Energy & Buildings, 2016.

SOUZA, João. **Oversizing e Clipping: Você está dimensionando da maneira correta seu sistema fotovoltaico?**. Disponível em: <https://www.ecorienergiasolar.com.br/artigo/oversizing-e-clipping:-voce-esta-dimensionando-da-maneira-correta-seu-sistema-fotovoltaico>. Acesso em: 04 abr. 2024.

TANGIPAR, Grupo. **Fundamentos energia solar**, 2022. Disponível em: <https://pulse.twygoad.com/portfolio>. Acesso em: 04 abr. 2024.

ZOMER, Clarissa Debiazi *et al.* **Centro de pesquisa e capacitação em energia solar da UFSC: integração fotovoltaica à arquitetura e simulações de desempenho energético**. Revista Brasileira de Energia Solar, v. 8, n. 2, p. 123-130, 2017.



RÜTHER, R.; SALAMONI, I. **O Potencial dos Setores Urbanos Brasileiros para Geração de Energia Solar Fotovoltaica de Forma Integrada às Edificações**. Fórum Patrimônio, V. 4, N. 1, 2011.

SANTOS, Ísis Portolan. . **Desenvolvimento De Ferramenta De Apoio À Decisão Em Projetos De Integração Solar Fotovoltaica à Arquitetura**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, p.278, 2013.

SAMPAIO, M. J. A. M., Mozzer, G. B. e Dias, F. R. T. **Desdobramentos da recente Contribuição Nacionalmente Determinada - NDC**. In: Plataforma Visão de futuro do Agro. Disponível em: <https://www.embrapa.br/visao-defuturo/adaptacao-a-mudanca-do-clima/sinal-etendencia/desdobramentos-da-recentecontribuicao-nacionalmente-determinada-ndc>. Acesso em: 04 abr. 2024.

SILVEIRA, F., **Sistemas fotovoltaicos integrados à arquitetura (bipv): momento presente e potencial**. Universidade Federal do Paraná, 2018.

SHUKLA, A. K.; SUDHAKAR, K.; BAREDAR, P. **A comprehensive review on design of building integrated photovoltaic system**. Energy & Buildings, 2016.

SOUZA, João. **Oversizing e Clipping: Você está dimensionando da maneira correta seu sistema fotovoltaico?**. Disponível em: <https://www.ecorienergiasolar.com.br/artigo/oversizing-e-clipping:-voce-esta-dimensionando-da-maneira-correta-seu-sistema-fotovoltaico>. Acesso em: 04 abr. 2024.

TANGIPAR, Grupo. **Fundamentos energia solar**, 2022. Disponível em: <https://pulse.twygoead.com/portfolio>. Acesso em: 04 abr. 2024.

ZOMER, Clarissa Debiazi *et al.* **Centro de pesquisa e capacitação em energia solar da UFSC: integração fotovoltaica à arquitetura e simulações de desempenho energético**. Revista Brasileira de Energia Solar, v. 8, n. 2, p. 123-130, 2017