

**Energia solar fotovoltaica: Um estudo sobre os benefícios e relevância do gerenciamento ambiental para a prevenção dos possíveis danos para componentes bióticos e abióticos**

**Marluce Teixeira Andrade Queiroz**

**Sara Vitória Lima Donato**

**Vitor Rodrigues Faria Almeida**

**Resumo**

Este artigo abordou a energia solar a partir do uso das instalações fotovoltaicas conectadas a rede de distribuição sendo dada ênfase aos aspectos pertinentes ao gerenciamento ambiental para garantir a sua viabilidade no Brasil e sem comprometer os componentes bióticos. Trata-se de uma pesquisa exploratória com revisão bibliográfica da literatura, partindo da premissa de que a energia fotovoltaica, sendo uma fonte alternativa inesgotável e em abundância em território nacional, é apropriada para ampliação da sua adoção imediata pela sociedade. Nesse contexto, o estudo analisou a matriz energética brasileira, apresentou os impactos ambientais decorrentes do seu uso, explicitou o potencial nacional em relação ao uso da energia solar, descreveu os impactos ambientais e apontou as tratativas aplicáveis no uso desse tipo de energia. O estudo revelou que, embora haja muitas vantagens na utilização de energia solar fotovoltaica, há também alguns inconvenientes, tal como, o preço para instalação, os impactos ambientais, a falta de domínio da tecnologia necessária para produzir os equipamentos aqui no Brasil, a existência de medidas políticas ainda embrionárias e a falta de esclarecimento à população acerca dos benefícios da energia solar. A pesquisa conclui que, embora haja vários empecilhos para a ampliação do uso desses sistemas no Brasil, a energia solar fotovoltaica é uma alternativa concreta e viável. Acredita-se que havendo mais informações a respeito das vantagens econômicas em longo prazo e ambientais da energia fotovoltaica, haverá uma predisposição imediata da sociedade, em adotar individualmente seus próprios sistemas de energia solar fotovoltaica.

**Palavras-chave:** Energia solar fotovoltaica; Administração ambiental; Gerenciamento dos danos ambientais.

## 1. Introdução

No âmbito da administração verifica-se a relevância das práticas atribuídas à gestão ambiental. Trata-se de um sistema administrativo empresarial que dá ênfase à sustentabilidade com aplicação de métodos que contribuem para reduzir o impacto das atividades econômicas em relação aos recursos da natureza (SILVA *et al.*, 2018).

Com essa perspectiva, são construídas e consolidadas estratégias fundamentais relacionadas com o gerenciamento dos impactos dos serviços e produtos em relação ao meio ambiente. Em outro ângulo, através da gestão ambiental, podem ser delineadas as tratativas eficazes relacionadas aos possíveis efeitos negativos associados (DUARTE *et al.*, 2009).

Pondera-se que através da gestão ambiental eficiente são alcançados diversos benefícios, tal como, a proteção do meio ambiente incluindo a prevenção da degradação e a manutenção da biodiversidade; uso sustentável dos recursos naturais assegurando o atendimento das necessidades atuais sem comprometer as gerações futuras; controle da poluição e gerenciamento de resíduos; cumprimento das normas e padrões ambientais evitando prejuízos pertinentes ao pagamento de multas; promoção do aprimoramento da conscientização sobre as questões ambientais entre funcionários e comunidade em geral. Em adição, são possivelmente estabelecidas diversas outras oportunidades, dentre essas, a coleta seletiva, a logística reserva e reciclagem de resíduos (PAULI e FIGUEIREDO, 2021).

Considerando essas questões, nesse trabalho atentou-se para as instalações fotovoltaicas conectadas à rede de distribuição de baixa tensão levando em consideração que o número de conexões relacionadas com uso dessas estruturas vem aumentando significativamente e existindo grande preocupação com o desenvolvimento de análises fidedignas associadas à contenção das possíveis repercussões ambientais negativas por elas ocasionadas (HECKTHEUER *et al.*, 2016).

Especificamente, dentre os efeitos adversos encontram-se aqueles relacionados principalmente com as falhas catastróficas desses arranjos fotovoltaicos, tal como, a produção do arco elétrico. Nessa situação, o calor e a energia gerados podem provocar choques elétricos, queimaduras e incêndios, sendo que este último constituiu-se em um risco grave para pessoas, patrimônio, componentes da flora e fauna (SANTOS *et al.*, 2014).

Em outro ângulo dessa problemática, verifica-se uma grande preocupação com a gestão dos resíduos provenientes dos módulos fotovoltaicos considerando alguns aspectos

complexos atribuídos à reciclagem dos seus componentes e ainda sem alcançar unanimidade quanto à alternativa com menor nível de impacto ambiental (SANTOS *et al.*, 2020).

Pensando nessa problemática, essa pesquisa apresentou como objetivo geral a realização de diagnóstico concernente às repercussões relativas à inclusão de sistemas fotovoltaicos conectados na rede de distribuição considerando aspectos concernentes à degradação do meio ambiente e reconhecimento das estratégias mitigadoras aplicáveis. Em adição, foram delimitados como objetivos específicos relacionar os principais espécimes impactados explorando, diversos quesitos, tal como, os danos associados com a perda de habitat e alimentação.

Entende-se que os achados desse estudo devem contribuir para o enfrentamento de um dos principais desafios enfrentados na gestão empresarial ambiental que consiste nas diligências aplicáveis no tratamento assertivo das inconsistências que se manifestam considerando a escala espacial real e as diretrizes aplicadas no gerenciamento dos processos de trabalho (LUCENA e CHAVES, 2019).

## **2. Materiais e métodos**

Nesse trabalho utilizou-se como método a revisão da literatura de forma integrativa, sistemática e narrativa. Desse modo, foi realizado um trabalho metódico com aplicação de modelos explícitos e sistemáticos para identificar, selecionar e avaliar criticamente as pesquisas relacionadas com os riscos para biota e as tratativas aplicáveis relacionadas com a instalação/desenvolvimento/produção/destinação final dos módulos fotovoltaicos conectados à rede de baixa tensão.

Em adição, para a seleção dos referenciais teóricos para a construção dessa pesquisa foi dado favorecimento aos estudos publicados no espaço temporal compreendido entre 2017 e 2023. Nesse cenário, priorizou-se como fonte de dados a plataforma do *Scielo*, considerando as áreas de saúde animal, utilizando para a busca as palavras-chaves: instalações fotovoltaicas; acidentes com animais e adoecimento da biota animal. A partir disso, foram realizadas leituras informativas científicas buscando a identificação dos achados mais relevantes sobre o assunto em questão com a pretensão de estabelecer das análises científicas que oportunizaram comparações e conclusões conforme a delimitação estabelecida.

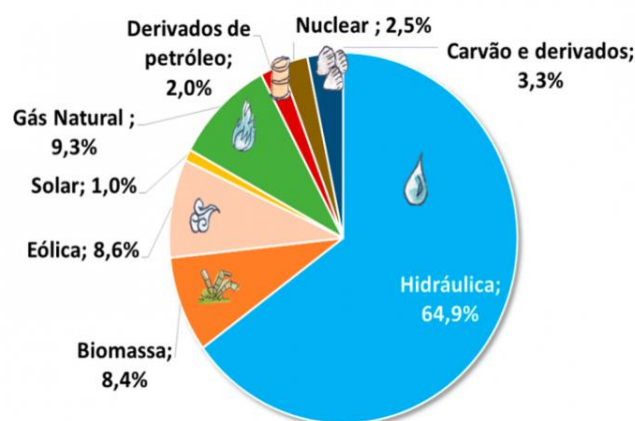
### 3. Resultados e discussão

#### 3.1. Matriz energética

Wall e Marzall (2006) pontuam que a sustentabilidade ambiental é um dos temas mais debatidos e importantes para a sociedade na atualidade. Os pesquisadores relatam que diversos fóruns mundiais discutem frequentemente a utilização dos recursos naturais e sua preservação para gerações futuras. Em adição, ponderam que tais debates enfocam também a preocupação com o modo de produção de energia, que é um elemento significativo de degradação ambiental e, ao mesmo tempo, constitui-se em alicerce para a evolução tecnológica (QUEIROZ *et al.*, 2020).

Entretanto, ao nível da realidade mundial ainda prevalece majoritariamente uma matriz energética não renovável. Ao nível da realidade nacional vem sendo dada ênfase ao aproveitamento da energia potencial das águas (Figura 1). Nesse cenário, ganham destaque as hidrelétricas, embora utilizem um recurso natural renovável, causam grande impacto ambiental e social proveniente dos alagamentos nas áreas em que são implantadas. Também se verifica o uso reservas petrolíferas (Figura 1) que são recursos naturais passíveis de esgotamento e, além disso, seus derivados emitem gases poluentes na combustão. Além disso, o setor energético brasileiro encontra-se em processo evolutivo relacionado com o uso da energia solar que atualmente ocupa parcela ainda pouca significativa (Figura 1) em relação ao suprimento da demanda energética do País (QUEIROZ, 2017).

**Figura 1** – Representação da matriz energética brasileira



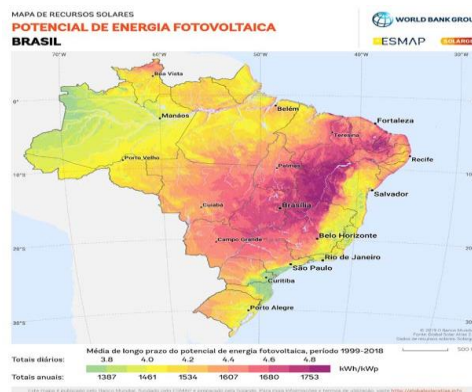
Disponível: <<https://www.vetorlog.com/>>, Acesso: 06/06/2023.

### 3.2. Energia solar no Brasil

A disponibilidade da radiação solar, também denominada energia total incidente sobre a superfície terrestre depende das condições atmosféricas (nebulosidade, umidade relativa do ar, etc.), da latitude do local e da posição no tempo (hora do dia e dia do ano) em função do movimento de translação que a Terra descreve ao redor do sol (BRASIL, MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2023).

O Ministério de Minas e Energia (MME) informa que como a maior parte do território brasileiro está localizada relativamente próxima da linha do Equador, de forma que não são observadas grandes variações na duração solar diária. A insolação diária pode chegar a atingir um período de oito (8) horas em algumas regiões do Brasil, desse modo, verifica-se que o País apresenta um grande potencial para a exploração da energia fotovoltaica (Figura 2). Vale destacar, que estimativas indicam que a energia solar incidente sobre a superfície terrestre seja da ordem de 10 mil vezes o consumo energético mundial (BRASIL, MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2023).

**Figura 2** – Mapa do potencial de energia fotovoltaica do Brasil



Disponível: <<https://www.solarvoltenergia.com.br/>>, Acesso: 25/05/2023.

Nesse cenário, verifica-se que o uso dos sistemas fotovoltaicos conectados à rede de distribuição no território nacional encontra-se em expansão. Essa modalidade de geração energética foi introduzida no país no final dos anos noventa (90) a partir de projetos pilotos. Porém, somente em 2012 ocorreu a regulamentação através da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), desse modo, estimulando a adesão dos consumidores (ANEEL, 2023). Atualmente, o Brasil já atingiu a marca de um (1) milhão de sistemas residenciais de energia solar com a produção estimada correspondente a 6,4 GW e beneficiando 1,2 milhão de

consumidores que aderiram ao segmento de Geração Solar Distribuída (GSD) (ANEEL, 2023).

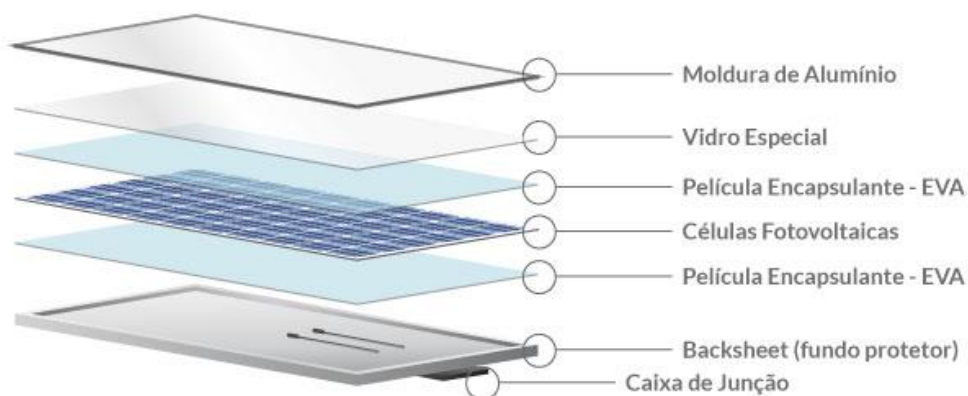
### 3.3. Sistemas fotovoltaicos

Os principais componentes do sistema fotovoltaico são os seguintes: painel fotovoltaico, controlador de carga, inversor e banco de baterias. Nos sistemas conectados à rede, deve ser incluída a medição bidirecional de energia. O banco de baterias pode ser mantido quando se opta por um sistema híbrido em localidades com alta instabilidade na rede elétrica (SUETA *et al.*, 2015).

Quanto às células fotovoltaicas, os principais tipos atualmente disponíveis são: células cristalinas e células de filme fino. No âmbito dessas duas tecnologias existem diversas variações de arquitetura, de processo produtivo e de semicondutores que são utilizadas visando à redução de custos e o aumento da eficiência das células e painéis. Atualmente, as células de silício mono e policristalino são as que detêm a maior participação de mercado (BRADASCHIA *et al.*, 2019).

Em paralelo, diversos outros tipos de células cristalinas e de filme fino despontam como apostas tecnológicas, como por exemplo as células multijunção e as orgânicas, dentre diversas outras. A composição típica de um sistema fotovoltaico (Figura 3) inclui moldura de alumínio, vidro especial, película encapsulante - EVA, célula fotovoltaica, fundo protetor e caixa de junção (SILVA *et al.*, 2017).

**Figura 3** – Composição típica de um sistema fotovoltaico



Disponível: <[https:// blog.bluesol.com.br/](https://blog.bluesol.com.br/)>, Acesso: 25/05/2023.

Nascimento *et al.* (2020) informam que as células fotovoltaicas que compõem o módulo solar são, em grande parte, compostas por moléculas de silício (Si). Essas moléculas, quando atingidas pela luz solar, são excitadas de tal forma que, os elétrons presentes nos átomos de silício se tornam altamente energizadas e se movimentam da superfície superior do módulo (que recebe a radiação), para a superfície inferior (que recebe uma película branca de proteção). Esse movimento libera uma corrente elétrica contínua que é captada pelos filamentos condutores do módulo fotovoltaico. Em sequência, essa corrente é então enviada para o inversor interativo, aparelho que transforma essa energia de corrente contínua (CC) para corrente alternada (CA), que é o tipo utilizado em residências ou empresas.

### **3.3. Impactos ambientais relacionados com os sistemas fotovoltaicos conectados na rede de distribuição**

Conforme as investigações de Inatomi e Udaeta (2005) o sistema fotovoltaico conectado à rede de distribuição não gera poluentes durante a sua operação. Nesse quesito, destaca-se a ausência das emissões contendo os Gases do Efeito Estufa (GEE) que são responsáveis por ocasionarem um conjunto de mudanças no clima relacionado ao aquecimento global que tem alterado a temperatura atmosférica e oceânica, representando uma ameaça para o planeta (FLANNERY, 2007).

Entretanto, Duarte *et al.* (2009) ponderam que frente ao crescente número de instalações de sistemas fotovoltaicos conectados à rede de distribuição torna-se necessário avaliar os possíveis agravos relacionados com esse tipo de geração de energia notadamente em relação aos componentes naturais e antrópicos. Tolmasquim (2004) informa que o sistema fotovoltaico apresenta diversos impactos ambientais negativos em decorrência dos processos de fabricação, transporte, instalação, operação, manutenção e descomissionamento dos sistemas. Especificamente os aumentos do fluxo de veículos e da densidade demográfica local podem estar relacionados aos impactos temporários, entretanto, exercendo grande pressão antrópica enquanto as obras são executadas. Em outro ângulo, também apresentam reflexos positivos relacionados com a geração de emprego, oportunizando maior dinamismo em relação às atividades econômicas e favorecendo a especulação imobiliária local (CORNILS *et al.*, 2020).

Nessas situações, existem as emissões de produtos tóxicos durante o processamento da matéria-prima para a produção dos módulos e componentes periféricos, tais como ácidos e produtos cancerígenos, além de gás carbônico (CO<sub>2</sub>), dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>), Material Particulado (MP); ocupação de área para implementação do projeto e possível perda de habitat (crítico apenas em áreas especiais), no entanto, nos sistemas fotovoltaicos podem ser utilizadas áreas e estruturas já existentes como telhados, fachadas; impactos visuais, que podem ser minimizados em função da escolha de áreas não sensíveis; riscos associados aos materiais tóxicos utilizados nos módulos fotovoltaicos (arsênico, gálio e cádmio) e outros componentes (TORETI SCARABELLOT *et al.*, 2021).

Além disso, existe a probabilidade de falhas no sistema que podem gerar acidentes com dimensões variadas. A prevenção desses eventos refere-se à realização de manutenções preventivas e corretivas envolvendo os dispositivos que compõem esse quadro, principalmente a chave seccionadora, o Dispositivo de Proteção Contra Surtos (DPS) e os fusíveis. Esses componentes devem estar preparados para intervir em caso de anomalias elétricas. Havendo a intercorrência, a chave seccionadora deve interromper a passagem de energia no circuito para evitar a ocorrência dos sinistros e os possíveis efeitos deletérios associados (SANTOS *et al.*, 2014; OLIVEIRA *et al.*, 2020).

Além disso, em relação aos possíveis impactos capazes de afetar a biota, pondera-se também quanto à existência de animais com hábitos generalistas (que se adaptam muito bem em diferentes locais), nessa situação, os efeitos deletérios são minimizados (BARONI *et al.*, 2021). Entretanto, principalmente em relação às aves existe a probabilidade do ofuscamento causado por possível reflexão da radiação solar ao atingir as placas. Além disso, tem sido atribuído o incremento do número das mortes em diversas espécies provocando danos ambientais inadvertidamente. Reforça-se que diversos especialistas ponderam que o uso da energia solar pode ser uma grande armadilha para a vida selvagem, uma vez que, a luz refletida pelos espelhos atrai insetos que, por sua vez, atraem pássaros que morrem devido aos intensos raios de luz (BERNARDES *et al.*, 2017).

Outro problema detectado é que embora os módulos fotovoltaicos sejam, principalmente, produzidos com materiais, tais como, vidro, alumínio e semicondutores que podem ser recuperados e reutilizados ainda são verificadas condições incipientes relacionadas com esses processos. Observa-se que na composição dos painéis solares se encontram a prata,



e a recuperação deste material deve ser estimulada e pode representar uma compensação dos custos para ser feita a reciclagem (QUEIROZ *et al.*, 2015). Reforça-se que a interação com esse elemento químico pode afetar diretamente o componente humano. O referido metal pode ser absorvido pelo homem através da via oral ou respiratória depositando-se preferencialmente nos rins, fígado e baço. A biodisponibilidade desse elemento tóxico também pode afetar outros animais, tal como, o gado bovino em função da sua deposição na vegetação e/ou águas superficiais. Nesses animais os primeiros sinais da intoxicação aguda ou crônica são os neurológicos. Dentre esses, são frequentes as dores de cabeça, salivação excessiva, espasmos nas pálpebras, trismo mandibular (dificuldades para abrir ou fechar a boca), tremores musculares e convulsões (NASCIMENTO *et al.*, 2016). As diversas possibilidades relacionadas com a degradação ambiental evidenciam que o processo de reciclo é fundamental para a prevenção dos efeitos insalubres ao ecossistema (TORETI SCARABELLOT *et al.*, 2021).

### **3.4. Gestão ambiental**

Sabemos que as adoções dos sistemas administrativos relacionados com a gestão ambiental são importantes para a preservação do meio ambiente e também melhorando no mercado as imagens das marcas de seus produtos. No âmbito empresarial as práticas adotadas conseguem reduzir seus custos, evitando desperdícios e reutilizando materiais (SILVA *et al.*, 2018).

Nesse cenário, para evitar acidentes que possam afetar os componentes ambientais é importante que as instalações fotovoltaicas conectadas à rede de distribuição atendam os requisitos da Norma Regulamentadora nº 10 (NR 10) e da Norma Técnica Brasileira nº 16.384 (NBR 16.384) que fornecem as instruções necessárias para que todo o trabalho pertinente à instalação, a inspeção e a manutenção dessas instalações elétricas sejam realizadas com segurança, desse modo, favorecendo a proteção dos componentes bióticos e abióticos inseridos nessa dinâmica. É importante ressaltar que a observância desses parâmetros normativos previnem as falhas catastróficas em arranjos fotovoltaicos, tal como, as relacionadas com falhas no aterramento, as falhas nas conexões linha-linha e produção de arco elétrico. Essas ocorrências geram grandes quantidades de calor e a energia de um arco elétrico que podem provocar choques elétricos, queimaduras e incêndios, sendo que este

último representa um risco ainda maior às pessoas, aos animais e patrimônio (TORETI SCARABELOT *et al.*, 2021).

Por sua vez, Tolmasquim (2016) reconhecendo os impactos ambientais negativos dos sistemas fotovoltaicos conectados à rede distribuição pontua que o gerenciamento ambiental deve incluir a disposição e reciclagem correta das baterias (geralmente do tipo chumbo-ácido, e com vida média de quatro a cinco anos) e outros materiais tóxicos contidos nos módulos fotovoltaicos e demais componentes elétricos e eletrônicos. Entretanto, o autor reconhece que o lado ofensivo da energia fotovoltaica ao meio ambiente, não desmerece sua importância, além do mais, os riscos podem ser gerenciados potencializando a utilização com segurança.

Em complemento, Jannuzzi *et al* (2009) e Souza *et al.* (2023) sugerem que a administração ambiental incorpore os procedimentos atenuantes para os efeitos nocivos da produção de energia fotovoltaica. Dentre esses, os pesquisadores apontam que com relação ao descomissionamento dos módulos fotovoltaicos em fim de linha seja aplicado um rígido controle quanto à utilização, ao transporte e o descarte desses materiais e dos subprodutos gerados, conforme práticas de segurança humana e ambiental adotadas em processos industriais de características semelhantes. Especificamente, em relação à purificação do silício, o autor sugere a gestão ambiental apropriada ao longo de todas as etapas dos processos, visando à menor geração de resíduos e à adoção de práticas de controle. Os autores ainda acrescentam que o nível de gás carbônico (CO<sub>2</sub>) gerado na fabricação de um módulo fotovoltaico não é considerado alto quando fabricado utilizando eletricidade proveniente majoritariamente de fontes renováveis.

#### **4. Conclusão**

Através da revisão da literatura de forma integrativa, foram apresentadas evidências de que a energia solar mostra-se como uma alternativa energética importante frente à produção convencional baseada principalmente na hidroeletricidade e em combustíveis fósseis. Dentre os aspectos favoráveis pontua-se que o Brasil tem posição geográfica que favorece a possibilidade da exploração da energia solar disponível em seu território. Entretanto, foram detectados alguns entraves, já que o país ainda não dispõe de tecnologia e matéria-prima nacional reconhecida para viabilizar a sua inserção em larga escala entre as nações produtoras da energia fotovoltaica. Sendo assim, perdura a existência de alguns fatores relacionados com as instalações fotovoltaicas conectadas à rede de distribuição que geram algumas dificuldades

para o consumidor e em consequência para o crescimento da sua aplicação no Brasil. Dentre essas, podem ser apontadas, o alto investimento inicial, dependência da rede elétrica e das concessionárias, alto custo para a armazenagem de energia e a contratação de instaladores especializados confiáveis (FONSECA *et al.*, 2022).

Esse estudo evidenciou que os módulos fotovoltaicos raramente causam incêndios em edificações, mas apresentam riscos potenciais para ocorrência desses sinistros, desse modo, há necessidade da aplicação de medidas mitigadoras pertinentes aos processos de produção, instalação, funcionamento e desativação com observância dos requisitos estabelecidos em normas técnicas, dentre essas, a NR 10 e NBR 16.384, principalmente.

Com base nas leituras e reflexões sobre o assunto, percebeu-se que no momento relacionado com a desativação do sistema de geração para troca de equipamentos as práticas de gestão ambiental adequadas são essenciais para proteção do meio ambiente. Nessa etapa, as placas solares são descartadas ou enviadas para reciclagem. No processo mais comum de reciclagem, 80% em peso do painel consegue ser reaproveitado. O procedimento inicia-se com a extração manual da moldura de alumínio e a caixa de junção. Em seguida, o vidro é separado das células para ser reutilizado ou reciclado (ADRIANO, 2015).

Desse modo, pondera-se que o uso da energia fotovoltaica é uma boa alternativa para o Brasil. Verifica-se aí, a necessidade de investimentos em tecnologias, aperfeiçoamento dos métodos administrativos e das pesquisas de beneficiamento relacionadas com os materiais semicondutores. O atendimento dessas premissas deve contribuir para o crescimento no mercado interno no que diz respeito ao uso das instalações fotovoltaicas conectadas à rede de distribuição, representando um grande diferencial para o uso de eletricidade. A energia solar é um caminho viável para incrementar a sustentabilidade da matriz energética ao nível da realidade nacional (MARTINS *et al.*, 2022).

## Referências

- ADRIANO, G. L. M., 2015, Análise de ciclo de vida da tecnologia fotovoltaica em Portugal. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Energias Renováveis, Conversão Elétrica e Utilização Sustentável – Universidade Nova de Lisboa, Portugal.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), Norma Brasileira (NBR) 16.384: 2020 - Segurança em eletricidade – recomendações e orientações para trabalho seguro.
- Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), Banco de Informações de Geração (BIG). Brasília: ANEEL, 2016. Disponível em: [http://www.aneel.gov.br/informacoes-tecnicas/-/asset\\_publisher/CegkWaVJWF5E/content/big-banco-de-informacoes-de-geracao/655808?inheritRedirect=false](http://www.aneel.gov.br/informacoes-tecnicas/-/asset_publisher/CegkWaVJWF5E/content/big-banco-de-informacoes-de-geracao/655808?inheritRedirect=false). Acesso em: 30 jun. 2023.
- BRADASCHIA, F.; CAVALCANTI, M. C. ; DO NASCIMENTO, A. J.; DA SILVA, E. A. ; DE SOUZA AZEVEDO, G. M.. *Parameter Identification for PV Modules Based on an Environment-Dependent Double-Diode Model*. IEEE - *Journal of Photovoltaics*, v. 9, p. 1388-1397, 2019.
- DUARTE, J. B.F.; HOLANDA, C. A. M.; MARQUES, R. S. C. M.; LIMA, L. C.. Sistema compacto de geração de energia elétrica. *Revista Tecnologia (UNIFOR)*, v. 30, p. 219-228, 2009.
- FLANNERY, T. Os senhores do clima: como o homem está alterando as condições climáticas e o que isso significa para o futuro do planeta. São Paulo: Record, 2007.
- FONSECA, J. E. F. DA; OLIVEIRA, F. S. DE; PRIEB, C. W. M.; KRENZINGER, A.. Análise da degradação em duas instalações fotovoltaicas localizadas em Porto Alegre, Brasil. *The Journal of Engineering and Exact Sciences*, v. 8, p. 14670-01i, 2022.
- HECKTHEUER, L. A.; NEUMANN, V. de A.; BARBOZA, L. V.. *Decentralized generation system using low cost conventional components*. *Revista Biociências da Universidade de Taubaté*, 2016.
- INATOMI, T. A. H; UDAETA, M. E. M. Análise dos impactos ambientais na produção de energia dentro do planejamento integrado de recursos, 2005.
- JANUZZI, G. DE M.; VARELLA, F. K. DE O. M.; GOMES, R. D. M. *Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede: Relatório final*. Campinas, 2009.

- LUCENA, J. R.; CHAVES, H. T.. Fatores de influência para participação eletrônica: Uma visão baseada na teoria da estruturação. *Revista Amazônia: Organizações e Sustentabilidade*, v. 8, p. 41-60, 2019.
- MARTINS, M. A.; BARROS, R. M.; DA SILVA, L. R. R.; DOS SANTOS, V. C.; LINTZ, R. C. C.; GACHET, L. A.; MELO, M. DE L.; MARTINEZ, C. B.. *Durability indicators of high-strength self-compacting concrete with marble and granite wastes and waste foundry exhaust sand using electrochemical tests. Construction and Building Materials*, v. 317, p. 125-907, 2022.
- NASCIMENTO, C. A.; SCHURA, A. B.; CHAGAS, E. F.; RAMOS, R. J. ; DE SANTANA, H.; MARLETTA, A.; THERÉZIO, E. M. . Inter- and intrachain transition analyses by photoluminescence and Raman Spectroscopy of electrochemically synthesized P3OT films. *Journal of materials science – Materials in electronics*, v. 31, p. 6629-6635, 2020.
- NASCIMENTO, M. L.; SOUZA, A. R. D. L.; CHAVES, A.S.; CESAR, A. S. M. ; TULLIO, R. R.; MEDEIROS, S. R.; MOURÃO, G. B.; ROSA, A. N.; FEIJÓ, G. L. D.; ALENCAR, M. M.; LANNA, D. P. D. . *Feed efficiency indexes and their relationships with carcass, non-carcass and meat quality traits in Nellore steers. Meat Science*, v. 116, p. 78-85, 2016.
- PAULI, D. R.; FIGUEIREDO, M. J.. Crédito aos municípios: Impactos e custo-benefício no Paraná entre 2010 e 2015. *Revista Econômica do Nordeste*, v. 52, p. 175-201, 2021.
- SANTOS, T. C. V.; CAVALCANTE, A. T. G.; SILVA, C. R.. Perdas na produção de energia solar fotovoltaica devido aos efeitos elétricos e térmicos/*Losses in solar photovoltaic energy production due to electrical and thermal effects. Brazilian Applied Science Review*, v. 4, p. 3448 – 3457, 2020.
- QUEIROZ, M. T. A.. Avaliação da qualidade da água da sub-bacia do Rio Piracicaba e da sua área de influência no reservatório da Usina Hidrelétrica de Sá Carvalho, Antônio Dias, MG, Brasil. Tese (Doutorado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) - Universidade Federal de Minas de Gerais, 123 p., 2017.
- QUEIROZ, M. T. A.; QUEIROZ, F. A.; QUEIROZ, C. P.. Administração e Segurança: Uma Análise dos Acidentes na Região Metropolitana Metropolitana do Vale do Aço, Minas Gerais, Brasil. In: XIX Congresso Virtual de Administração, 2022, São Paulo. Anais do CONVIBRA, 2022. v. único. p. 1-12.

- SANTOS, C. F. P.; PAULINO, R. F. S.; TUNA, C. E.; SILVEIRA, J. L.; ARAUJO, F. H. M.. *Thermodynamics analysis and ecological efficiency of a combined cycle power plant. Engenharia Térmica*, v. 13, p. 03-08, 2014.
- SILVA, E. A.; BRADASCHIA, F.; CAVALCANTI, M. C. ; NASCIMENTO, A. J.; MICHELS, L.; PIETTA, L. P.. *An Eight-Parameter Adaptive Model for the Single Diode Equivalent Circuit Based on the Photovoltaic Module's Physics. IEEE Journal of Photovoltaics*, v. 7, p. 1115-1123, 2017.
- SILVA, J. P. M. DA; KZURE- CERQUERA, H.; COELHO, J. M.. *The Quest for land at Piranema sand cluster. REM - International Engineering Journal*, v. 71, p. 377-382, 2018.
- SILVA, J. P. M. DA; KZURE-CERQUERA, H.; COELHO, J. M.. *The Quest for land at Piranema sand cluster, International Engineering Journal*, v. 71, p. 377-382, 2018.
- SOUZA, T. R. C. DE; ANDRADE, J. T. M. DE; SERRANO, R. O. P.; VIDIGAL, T. H..D.A.; VIANA, E. M. DE F.; BASTOS, A. S. MARTINEZ, C. B. *Energy efficiency analysis of pumping systems impacted by the golden mussel: A case study in the Brazilian Amazon. Energies*, v. 16, p. 1858, 2023.
- SUETA, H. E. ; MOCELIN, A. R. ; ZILLES, R. . *Análise técnico-econômica de SPDAs em sistemas fotovoltaicos. Eletricidade Moderna*, v. 494, p. 102-105, 2015.
- TOLMASQUIM, M. T. *Energia Renovável: Hidráulica, Biomassa, Eólica, Solar, Oceânica. (Coord.). EPE: Rio de Janeiro*, 2016.
- TORETI SCARABELLOT, L.; ARNS RAMPINELLI, G.; RAMBO, C. R.. *Over irradiance effect on the electrical performance of photovoltaic systems of different inverter sizing factors. Solar Energy*, v. 225, p. 561-568, 2021.