

## **A energia solar fotovoltaica: transformação, evolução, aspectos ambientais e abordagens na sala de aula**

**Photovoltaic solar energy: transformation, evolution, environmental aspects and approaches in the classrooms**

**Energía solar fotovoltaica: transformación, evolución, aspectos ambientales y enfoques en el aula**

Recebido: 05/07/2022 | Revisado: 12/07/2022 | Aceito: 13/07/2022 | Publicado: 20/07/2022

### **Adriana Tenir Egéa de Oliveira**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9085-360X>  
Universidade de Passo Fundo, Brasil  
E-mail: [adri\\_egea27@hotmail.com](mailto:adri_egea27@hotmail.com)

### **André Alves Sobreira**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9401-8313>  
Universidade de Passo Fundo, Brasil  
E-mail: [andreuepa@yahoo.com.br](mailto:andreuepa@yahoo.com.br)

### **Hozana Freitas da Costa**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1847-8219>  
Universidade de Passo Fundo, Brasil  
E-mail: [hozanafreitas242@gmail.com](mailto:hozanafreitas242@gmail.com)

### **José dos Santos Ferreira**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1601-0241>  
Universidade de Passo Fundo, Brasil  
E-mail: [santosdianz@hotmail.com](mailto:santosdianz@hotmail.com)

### **Carlos Ariel Samudio Perez**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1976-9886>  
Universidade de Passo Fundo, Brasil  
E-mail: [samudio@upf.br](mailto:samudio@upf.br)

### **Resumo**

Os grandes desafios que surgem diante do aumento contínuo da população mundial, como consumo de alimentos, água e energia, trazem a sustentabilidade como forma de sensibilização aos cuidados com o meio ambiente. O artigo traz uma reflexão dialogada com pesquisas que discutem a energia solar fotovoltaica como uma das alternativas para tais cuidados. Propomos nesta discussão, dialogar com conceitos que abordam a transformação de Energia Solar em Energia Elétrica, apresentar algumas inovações ambientais sustentáveis, pontuar dados estatísticos sobre o impacto e retorno econômico social, abordar atualidades sobre as placas solares e explanar uma abordagem teórico-prática para a sala de aula. De modo geral, a energia solar fotovoltaica é atrativa e tem apresentado avanços tecnológicos na área de semicondutores e na produção de células fotovoltaicas. Dentre os recursos energéticos renováveis, a energia solar se destaca por oferecer uma fonte limpa para geração de energia elétrica com emissão zero de gases de efeito estufa para a atmosfera. No contexto da sala de aula, expõe-se um ambiente com diversos espaços de construção do conhecimento científico e de reflexão, oportuno para a avaliação de fatores que impactem nas aprendizagens, conforme o envolvimento e resultados alcançados. Ressaltamos que a realidade de cada ambiente escolar, implica na tomada de decisão por parte do professor e que, adaptar, modificar, remixar e/ou problematizar a sugestão dos cenários metodológicos propostos, podem oportunizar práticas reflexivas segundo o perfil dos educandos.

**Palavras-chave:** Energia solar; Paineis solares; Geração de energia; Cenários metodológicos.

### **Abstract**

The great challenges that emerge from the continuous increase in the world population, such as the consumption of food, water and energy, bring sustainability as a way of raising awareness of environmental care. The article brings a dialogic reflection with researches that discuss photovoltaic solar energy as one of the alternatives for such cares. In this discussion, we propose to dialogue with concepts that address the transformation of Solar Energy into Electric Energy, to present some sustainable environmental innovations, punctuate statistical data on the social-economic impact, to address solar panels updates and explain a theoretical-practical approach for the classroom. In general, photovoltaic solar energy is attractive, and has shown technological advances in the field of semiconductors and in the production of photovoltaic cells. Among the renewable energy resources, solar energy stands out for offering a clean source for generating electricity with zero emission of greenhouse gases into the atmosphere. In the context of the classroom, an environment with different spaces for the construction of scientific knowledge and reflection is exposed, opportune for the assessment of factors that impact on learning, according to the involvement and results

achieved. We emphasize that the reality of each school environment implies decision-making by the teacher and that adapting, modifying, remixing and/or problematizing the suggestion of the proposed methodological scenarios can provide opportunities for reflective practices according to students' profile.

**Keywords:** Solar energy; Solar panel; Power generation; Methodological scenarios.

### Resumen

Los grandes retos que surgen ante el continuo aumento de la población mundial, como el consumo de alimentos, agua y energía, traen la sostenibilidad como una forma de concienciar sobre el cuidado del medio ambiente. El artículo trae una reflexión dialogada con investigaciones que discuten la energía solar fotovoltaica como una de las alternativas para tal cuidado. En esta discusión, nos proponemos dialogar con conceptos que abordan la transformación de la Energía Solar en Energía Eléctrica, presentar algunas innovaciones ambientales sostenibles, puntuar datos estadísticos sobre el impacto y retorno económico social, abordar novedades sobre paneles solares y explicar un enfoque teórico-práctico para el aula. En general, la energía solar fotovoltaica es atractiva y ha mostrado avances tecnológicos en el campo de los semiconductores y en la producción de células fotovoltaicas. Entre los recursos energéticos renovables, la energía solar se destaca por ofrecer una fuente limpia para generar electricidad con cero emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera. En el contexto del aula, se expone un entorno con varios espacios para la construcción del conocimiento científico y la reflexión, propicio para la valoración de los factores que impactan el aprendizaje, de acuerdo con la implicación y los resultados alcanzados. Destacamos que la realidad de cada ámbito escolar implica la toma de decisiones por parte del docente y que adaptar, modificar, remezclar y/o problematizar la sugerencia de los escenarios metodológicos propuestos puede brindar oportunidades para prácticas reflexivas según el perfil de los estudiantes.

**Palabras clave:** Energía solar; Paneles solares; Generación de energía; Escenarios metodológicos.

## 1. Introdução

Os grandes desafios que surgem diante do aumento contínuo da população mundial, como o consumo de alimentos, água e energia, trazem a sustentabilidade como forma de sensibilização para com os cuidados com o meio ambiente. Dessa forma, se busca por meio da ciência, desenvolver meios alternativos e sustentáveis para uma revolução renovável que venha de encontro às necessidades e atenda a esta crescente demanda.

Propomos nesta discussão sobre energia solar fotovoltaica, dialogar com conceitos que abordam a transformação de Energia Solar em Energia Elétrica, apresentar algumas inovações ambientais sustentáveis, pontuar dados estatísticos sobre o impacto e retorno econômico social, abordar atualidades sobre as placas solares e explanar uma abordagem teórico-prática (propostas didáticas) para a sala de aula.

De modo geral, a energia solar fotovoltaica é atrativa e tem apresentado avanços tecnológicos na área de semicondutores e na produção de células fotovoltaicas, como aponta Dantas e Pompermayer (2018). Dentre os recursos energéticos renováveis, a energia solar se destaca por oferecer uma fonte limpa para geração de energia elétrica com emissão zero de gases de efeito estufa para a atmosfera (Wilberforce et al., 2019, Abdelsalam et al., 2020 & Ashok et al., 2017 apud Tawalbeh et. al, 2021).

Seguindo esse contexto, o aumento da temperatura global, resultante das emissões de gases do efeito estufa, começa a provocar alterações no clima trazendo prejuízos sociais, ambientais e econômicos. Cientistas e especialistas ambientais afirmam constantemente que o uso de energias renováveis é uma das principais maneiras de minimizar as mudanças climáticas. E, ao optar pela geração solar fotovoltaica, o consumidor contribui também para a mitigação das mudanças climáticas, um problema global que depende também dos hábitos de consumo de todos os cidadãos (América do sol, 2021).

Os raios solares, além de trazerem a luz e o calor, essenciais para a vida na Terra, podem ser aproveitados para a geração de energia, tanto na forma de calor quanto na de eletricidade. Segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) as usinas solares de grande porte correspondem a apenas 2% da capacidade da matriz elétrica instalada atualmente (América do sol, 2021). Essa eletricidade que vem do sol, chamada de fotovoltaica, termo formado a partir de duas palavras: foto, que em grego significa "luz", e voltaica, que vem da palavra "volt", a unidade para medir o potencial elétrico, ainda tem sido pouco expandida no Brasil.

## 2. Passos Metodológicos

A pesquisa construída no processo deste estudo se caracteriza como uma pesquisa do tipo bibliográfica, em que buscamos analisar propostas que desenvolvam diálogos para a construção de situações de aprendizagem que enriqueçam por meio da ciência, análises e construções didáticas que instiguem meios alternativos e sustentáveis em atendimento às necessidades atuais e a crescente demanda das discussões acerca da sustentabilidade. A pesquisa bibliográfica, segundo Lüdke e André (1986), constitui uma técnica de aspecto importante na pesquisa qualitativa, atuando na complementação de informações obtidas por meio de outras estratégias, desvelando aspectos novos na construção de um determinado tema ou problema.

Como tratamos neste texto de uma descrição de uma proposta de ensino teórico-prática, a expomos como uma pesquisa descritiva, que na concepção de Raupp e Beuren (2006), descrever significa ser capaz de identificar, relatar, comparar, entre outros aspectos. E de uma forma contextualizada, o projeto desenvolvido por uma abordagem descritiva, contribui significativamente para o esclarecimento de questões superficialmente abordadas sobre o assunto pesquisado.

Nesse sentido amplia-se a objetividade desta análise bibliográfica para uma perspectiva qualitativa, como corrobora Borba (2004), uma abordagem na percepção qualitativa a verdade é dinâmica e a concepção de conhecimento adjacente, segue o viés da compreensão do fenômeno em suas especialidades, permitindo submissão de interferências subjetivas. Seguimos esse pensamento ao concordarmos que esse é um processo de trabalho no qual começamos com uma pergunta e terminamos com uma resposta passível de originar novas interrogações.

Ainda neste pensamento, tratar de uma pesquisa bibliográfica com aspectos científicos no campo da ciência, nos oportuniza um processo de investigação para encontrar soluções, baseadas em indagações e hipóteses sobre o estudo de um fenômeno, e aprimorar os conhecimentos sobre o mesmo. Como salienta, Lakatos e Marconi (2003, p. 183) “[...] a pesquisa bibliográfica não é mera repetição do que já foi dito ou escrito sobre certo assunto, mas propicia o exame de um tema sob novo enfoque ou abordagem, chegando a conclusões inovadoras”.

A análise sequenciada dos dados catalogados, segue referenciada por autores cujos pressupostos são atuais e bastante utilizados, fazendo referência à Energia Solar Fotovoltaica e também complementam a mediação das discussões na produção textual, sempre em busca de atingir os objetivos propostos e de procurar as respostas para a solução dos pressupostos iniciais.

## 3. Discussão dos Resultados

O sol é uma estrela que emite bastante energia para a terra. Segundo Marques & Delvizio (2020), “a energia solar que incide na superfície terrestre, chega a até  $1,5 \times 10^{18}$  kWh/ano, sendo esse valor, aproximadamente, 1% da totalidade de energia consumida no planeta durante um ano”. Esse fato mostra a dimensão da importância do sol como fonte energética e térmica. Na verdade, para os autores, o sol é o responsável pela manutenção da vida na terra e também é uma fonte de energia limpa e inesgotável, tanto na forma de luz como na forma de calor.

A geração da energia do sol ocorre através de um processo chamado fusão nuclear, onde o hidrogênio é transformado em hélio, os dois gases mais leves que temos. O processo acontece de modo contínuo e, a cada segundo, por exemplo,  $6 \times 10^{11}$  kg do gás hidrogênio ( $H_2$ ) são transformados em Hélio (H) e, somente nesse pequeno intervalo, o sol perde 4.000 kg de sua massa e, é exatamente o quantitativo citado que é transformado em energia (Santos, 2018).

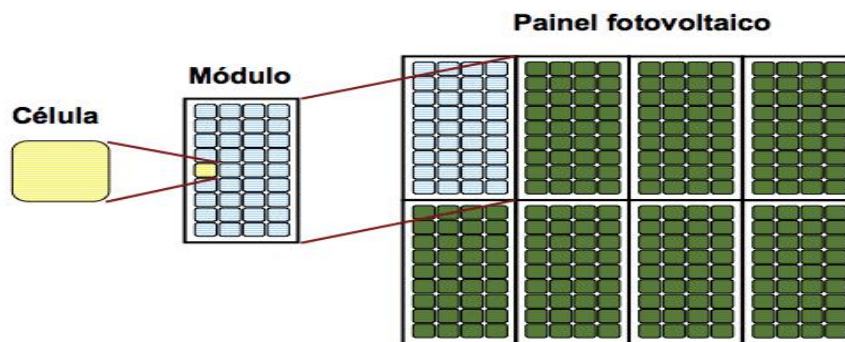
A quantidade de massa perdida pelo sol, representada pelo intervalo apresentado, considerando a equação:  $E=mc^2$ , é transformada em  $3,6 \times 10^{20}$  J, que equivalem a  $1,0 \times 10^{14}$  kWh, ou seja, a cada segundo, pelo processo de fusão nuclear, o sol libera grande quantidade de energia. A conversão direta da luz do sol em energia elétrica é alcançada por meio das células fotovoltaicas, através de um processo denominado efeito fotovoltaico.

### 3.1 Transformação de energia solar em energia elétrica

As células fotovoltaicas ou células solares são construídas utilizando materiais semicondutores, para que, quando os fótons as atingirem, alguns dos elétrons que circundam os átomos se desprendam e migrem para uma região que está com ausência de elétrons, criando uma corrente elétrica, chamada de energia solar fotovoltaica. Portanto, a célula fotovoltaica reage com a incidência dos raios do sol e libera elétrons que são transferidos para um circuito dentro de um painel solar, gerando energia elétrica (Portal Solar, 2021).

A Figura 1 mostra esquematicamente a sequência do agrupamento conducente à obtenção de um painel fotovoltaico. Várias células, ao serem ligadas, formam um módulo e, a união de vários deles, um painel fotovoltaico. Dessa forma, um painel fotovoltaico é formado por diversos módulos que, por sua vez, quanto à ligação entre eles, pode ser via ligação em série ou em paralelo.

**Figura 1.** Processo hierarquizado de agrupamento: célula → módulo → painel fotovoltaico.



Fonte: Carneiro (2010, p. 5).

Por uma necessidade de evitar que problemas como o sombreamento, no caso do circuito em série, possa trazer aquecimento ou então que a intensidade da corrente elétrica, em um circuito com vários módulos, fosse somados e ficasse em quantidade elevada, no caso de um circuito em paralelo, então, comumente se utiliza módulos ligados da forma mista.

### 3.2 Evolução da energia solar fotovoltaica

A história da geração de energia fotovoltaica teve início em 1839 com a descoberta do efeito fotovoltaico por Edmond Becquerel. Dentre os marcos históricos dos principais pontos da evolução dessa forma de geração de energia, destaca-se o ano de 1954, quando o físico Calvin Fuller realizou o processo de dopagem de silício, resultando na criação da primeira célula solar fotovoltaica moderna, criada nos laboratórios Bell nos Estados Unidos, permitindo assim, o uso do silício na célula.

Destaca-se também o ano 2000, quando se iniciou a utilização de sistemas fotovoltaicos ligados à rede. São os chamados sistemas on grid, que utilizam a rede da concessionária local de energia, como uma espécie de bateria onde o excedente de energia produzida é injetado na rede.

No Brasil, em 2012 a Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) através da RN 482, regulamentou os sistemas ligados a rede, estabelecendo por exemplo, o sistema de créditos, onde o cliente que injeta seu excedente de energia na rede tem direito a tê-la de volta integralmente na forma de créditos na sua fatura de energia.

Segundo Fadigas (2004), no início da era moderna da geração energia fotovoltaica as células solares foram utilizadas inicialmente em missões espaciais, passando a ser mais difundida em uso terrestre a partir da crise da crise mundial de energia em 1973/1974. Para o autor, a partir de então as inovações tecnológicas trouxeram aumento da eficiência das células fotovoltaicas e consequente redução dos preços de um sistema solar fotovoltaico, impulsionando o uso em larga escala.

De acordo com dados da Agência Internacional de Energia Renovável (Irena, 2019, p.3), “a partir dos níveis atuais, a análise do IRENA mostra que as instalações de energia solar fotovoltaica podem crescer quase seis vezes nos próximos dez anos”. No período que compreende os anos 2000 até 2018, a potência de energia fotovoltaica instalada no mundo passou de 1 GW para 480 GW. As projeções indicam ainda, que essa fonte de geração de energia continue crescendo. A Associação Brasileira de Energia Solar (Absolar), destaca que o Brasil ocupa hoje a 16ª posição em geração de energia solar, mas apresenta crescimento acentuado dessa forma de geração de energia nos últimos anos.

Os sistemas solares fotovoltaicos são classificados pela Aneel de acordo com a potência instalada. Segundo o caderno de Micro e minigeração distribuída (Aneel, 2016), a geração distribuída inclui sistemas de geração com potência instalada de até 5 MW, incluindo por exemplo, os sistemas instalados em residências, condomínios, lojas, entre outros. Enquanto que a geração centralizada são todos os sistemas com potência superior, como as usinas solares, por exemplo.

Seguindo os dados da Aneel (2016), até 2012 a geração distribuída tinha pouca representatividade no total de potência instalada, porém com a aprovação da RN 482/2012, esses tipos de instalações começaram a ter um crescimento relevante.

Desde 17 de abril de 2012, quando a ANEEL criou o Sistema de Compensação de Energia Elétrica, o consumidor brasileiro pode gerar sua própria energia elétrica a partir de fontes renováveis ou cogeração qualificada e inclusive fornecer o excedente para a rede de distribuição de sua localidade (Aneel, 2016, p. 7).

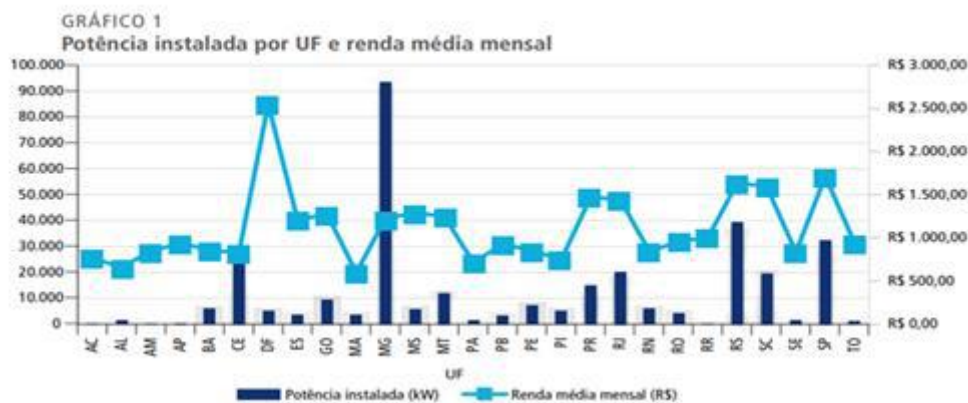
Anteriormente a aprovação RN 482/2012, o cliente que tivesse seu excedente injetado na rede da concessionária de energia local estaria fazendo uma doação, pois não recebia qualquer benefício em troca da energia gerada, com o sistema de créditos e outros incentivos presentes na mesma resolução, os sistemas de geração distribuídas passaram a crescer rapidamente, representando hoje 64% do total da potência instalada de energia solar fotovoltaica no Brasil.

Em se tratando de geração distribuída, os estados que se mantêm nos três primeiros lugares em potência instalada, segundo a Absolar (2021), são respectivamente: Minas Gerais (1053,1 MW), São Paulo (740 MW) e Rio Grande do Sul (730,7 MW). E figurando nos três últimos lugares temos, Acre (9,6 MW), Amapá (8,4 MW) e Roraima (3,1 MW).

Um ponto importante a se ressaltar é que quando observamos o atlas brasileiro de energia solar, alguns dos estados com menor potência instalada, são estados com maior potencial de geração de energia solar quando se observa a radiação solar nesses estados. Por exemplo, alguns estados do norte e nordeste tem uma radiação solar maior do que alguns estados do sul e sudeste.

Dantas (2020) relata que a capacidade instalada de energia solar fotovoltaica em um estado, está diretamente ligada à renda média mensal do cidadão daquele estado e ao preço da tarifa de energia elétrica cobrada pelas concessionárias locais. Na Figura 2 abaixo, podemos observar a correlação apontada pelo autor, quando compararmos, por exemplo, o estado de Roraima que figura em último lugar no ranking de potência instalada com o estado do Rio Grande do Sul, verificamos que a renda média mensal do morador de Roraima fica abaixo de R\$ 500,00, enquanto que a renda média do Rio Grande do Sul fica acima de R\$ 1.000,00.

**Figura 2.** Gráfico da Potência instalada por UF e renda média mensal.



Fonte: Dantas (2020, p. 15).

Da mesma forma podemos observar que os estados com maior potência instalada possuem uma taxa de energia maior do que aqueles que figuram em último lugar nesse ranking. Esse fato se justifica pela observação de que nos estados em que o preço da energia é mais alto, o retorno de um investimento em energia solar fotovoltaica deve acontecer em menor intervalo de tempo e, portanto, é um investimento mais interessante.

### 3.3 Energia solar e o meio ambiente

Estudos e pesquisas abordam que o Brasil possui uma das maiores reservas de silício do mundo. Para Palz (2002), o silício é o semicondutor mais importante para a conversão da energia solar fotovoltaica e, assim, cerca de 95% de todas as células fotovoltaicas são fabricadas a partir dele. Isso faz com que o país seja um local privilegiado para desenvolver pesquisas científicas e até mesmo contribuir na formação de profissionais que se interessam em explorar este campo.

Os vários estudos realizados e já disponíveis para pesquisa, como os de Wilberforce et al. (2019), Abdelsalam et al. (2020) e Ashok et al. (2017 apud Tawalbeh et. al., 2021), trazem dados que são relevantes para pesquisas e uso de energia fotovoltaica no Brasil. Dentre os recursos energéticos renováveis, a energia solar oferece uma fonte limpa para geração de energia elétrica com emissão zero de gases de efeito estufa para a atmosfera.

Dentre os benefícios ecológicos da energia solar, catalogados nesta pesquisa, destacamos:

- Livre de geração de gases de efeito estufa, (energia limpa);
- Redução das emissões de CO<sub>2</sub> relacionadas com a energia;
- A energia do Sol é renovável;
- Contribui com a redução das mudanças climáticas;
- Reduz a extração de combustíveis fósseis;
- Segurança energética de futuras gerações;
- Não alaga ou desmata grandes áreas para a construção de grandes usinas hidrelétricas;
- Mais vantajoso do que renda fixa, uma vez que a vida útil do sistema (no mínimo 25 anos de durabilidade) e dos constantes reajustes na conta de luz, o investimento em sistema fotovoltaico tornou-se muito atraente;
- A instalação de sistema fotovoltaico é rápida e proporcional ao tamanho do sistema, podendo ainda ser alterado com a instalação de novas placas conforme a necessidade de aumento de produção de energia;
- Valorização do imóvel.

Os avanços e pesquisas sobre as fontes alternativas e renováveis de energia, vem ganhando notoriedade. Trabalhos como a produção do Atlas Brasileiro de Energia Solar, trazem resultados de uma pesquisa de mais de 17 anos. Em sua edição



de 2017, emprega dados de satélites implementados com diversos avanços nas parametrizações do modelo de transferência radiativa, denominada BRASIL-SR.

O trabalho cooperativo entre o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e pesquisadores de instituições brasileiras, como a Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), a Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) e o Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), apresenta uma nova versão, com análises diversas (Inpe, 2017).

A nova versão contém análises sobre os níveis de confiança, sobre a variabilidade espacial e temporal do recurso solar, além de apresentar cenários de emprego de várias tecnologias solares. Embora o foco do Atlas seja a área de energia, os dados apresentados também atendem usuários em várias outras áreas de conhecimento, como a meteorologia, climatologia, agricultura, hidrologia e arquitetura (Inpe, 2017).

E, em se tratando de refletir sobre os processos que permeiam a segurança e a eficiência energética, grande preocupação de muitos países, o desenvolvimento sustentável e o bem-estar social da população é também foco de projetos que promovem o debate sobre o compromisso de proteção à natureza e o planeta, reconhecendo o valor e ações sociais como veículo de informação e formação dos comportamentos para uma qualidade de vida.

Dentro desses projetos, citamos o Selo Solar, que foi criado justamente para dar forma a algo que não se vê a eletricidade. Consumir eletricidade produzida a partir do sol é uma atitude inovadora, porém ainda tomada por apenas poucas empresas no Brasil. A principal razão é o custo das tecnologias de conversão de energia solar em elétrica (Palz, 2002).

Diante disso, as empresas que já apostam na energia do futuro passam a ser reconhecidas pelos seus consumidores com o Selo Solar, e com isso pretende-se aumentar e incentivar que novos projetos sejam colocados em prática. Residências com projetos solares que consumam um número mínimo anual de eletricidade solar também podem receber o Selo Solar caso desejem.

O Instituto para o Desenvolvimento de Energias Alternativas para a América Latina (Ideal) e a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE) lançaram o Selo Solar que contou com o apoio da Cooperação Alemã para o Desenvolvimento Sustentável e do Banco Alemão de Desenvolvimento.

O Selo Solar é concedido para empresas, instituições públicas ou privadas e proprietários de edificações que consumirem um valor mínimo anual de eletricidade solar por meio de sistemas fotovoltaicos conectados à rede (micro e minigeradores) ou por meio de contratação de energia no mercado livre.

Conforme o subgrupo tarifário no qual o consumidor está enquadrado, a sua adesão e subgrupo os reconhecidos com o Selo Solar pagam uma taxa que varia de meio a três salários mínimos, com validação a cada dez anos. Pesquisas que abordam a responsabilidade social, apontam que 87% dos brasileiros preferem empresas com práticas sustentáveis (TopSun).

O mundo segue passando por grandes transformações sociais e ambientais. A empresa TopSun, reforça a importância em adotar mudanças nas áreas ambientais, o que se mostra cada vez mais urgente na sociedade. Não é diferente ao tratarmos da educação nas escolas, a qual oportuniza dialogar e compreender o cenário dos negócios sustentáveis que buscam minimizar o impacto ambiental de forma constante.

Neste sentido, a atuação docente em aulas que possam trazer sentido e significado para a sustentabilidade e meio ambiente, requerem uma interação entre as disciplinas para oportunizar o efeito reflexão e pesquisa com a prática social educativa que gera uma consequente aplicação na realidade social. A dimensão social exige transpor a ciência e as atividades acadêmicas no que diz respeito às temáticas do meio ambiente e do desenvolvimento.

Estudos como os realizados pela Organización Latinoamericana para El Desarrollo (OLADE), mostram que cidadãos informados e sensibilizados para a necessidade de usar a energia de forma racional e eficiente, tendem a economizar de 10% a 15%, quando comparados àqueles que não estão atentos para esta questão. A utilização de tecnologias mais eficientes e a

utilização energética mais racional e inteligente, são duas frentes que devem ser consideradas na formulação de políticas públicas (Colatusso, 2018).

A construção da consciência da população diante do uso das energias renováveis, e das percepções sobre o meio ambiente impactam diretamente em como o ser humano enxerga, interpreta, convive e se adapta à realidade do meio em que vive, principalmente em se tratando de ambientes instáveis ou vulneráveis socialmente e naturalmente (Okamoto, 1996 apud Colatusso).

A Associação Brasileira de Energia Fotovoltaica (Absolar), indica que a geração e distribuição fotovoltaica é uma tecnologia que beneficia todos os consumidores de todas as classes sociais. Conforme pesquisas realizadas, encontramos a incorporação de projetos voltados até mesmo para casas populares. Mesmo estando em processo de desenvolvimento no País, essa tecnologia é uma das mais democráticas e socialmente acessíveis, tendo importante papel na redução de desigualdades sociais e econômicas no Brasil.

De fato, a tecnologia está presente nos programas habitacionais da Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo (CDHU-SP), Projeto Casa Solar, desenvolvido pela Agência Goiana de Habitação (Agehab-GO) e no Programa Minha Casa Minha Vida, do Governo Federal, aliviando os custos da população mais vulnerável, para que possa melhorar sua alimentação, saúde, educação, transporte e qualidade de vida (Absolar, 2019).

Ainda, conforme dados trazidos no relatório da Absolar (2019), as Organizações Não-Governamentais (ONGs) RevoluSolar e Insolar, atuam levando GDFV para as favelas do Rio de Janeiro, inclusive levando a conscientização sobre sustentabilidade e energia elétrica. Estas ONGs atendem uma escola e dois comércios locais com os benefícios da GDFV e, além de gerar economia direta, empregos locais e capacitação para moradores locais para atuarem na instalação dos sistemas, os projetos desenvolvidos em escolas locais delineiam a importância das fontes de energia limpa.

Projetos inovadores que podem gerar grande impacto positivo em um futuro muito próximo, seguem sendo apresentados ao mundo. A Polônia foi o primeiro país a idealizar a junção entre energia solar e ciclovias, construindo a Ciclovia Luminosa. A tecnologia usada nesse projeto é bem fácil de compreender: o asfalto da pista é recoberto por luminóforos, que conseguem captar a energia do sol e emitir uma luz azul, que ilumina todo o caminho.

Diferente da ciclovia polonesa, a Holanda construiu a Solaroad, a primeira ciclovia solar do mundo, construída com placas de painéis solares, com o objetivo de gerar energia elétrica através desses painéis solares.

Já a Alemanha construiu uma ciclovia recoberta com pastilhas solares. Essas pastilhas (que na verdade são células solares), são interligadas umas às outras, formando uma espécie de malha flexível, que pode ser instalada em locais que apresentam desníveis e raízes de árvores. Para completar, foi adicionada uma camada de borracha que absorve o som e conecta o tapete com o asfalto. A pista teste com 90 m de extensão e área de aproximadamente 200 m<sup>2</sup>, custou cerca de 800 mil euros e tem a capacidade de se 'auto descongelar', usando a eletricidade gerada por ela mesma.

Sustentabilidade como linha principal, o arquiteto polonês Peter Kuczia desenvolveu a Solar Veloroute, uma via fotovoltaica multifuncional para ciclistas e pedestres; o projeto foi elaborado para distritos da Suíça e Dubai, mas pode ser adaptado a qualquer local e zona climática. Segundo o projeto, apenas um quilômetro da Solar Veloroute poderia fornecer cerca de 2.000 MWh de eletricidade, o suficiente para abastecer 750 residências ou fornecer eletricidade para mais de 1.000 carros elétricos dirigindo 11.000 km por ano.

Seguindo esta inovação, o Brasil produz painéis solares orgânicos mais leves e transparentes. A produção deste painel solar orgânico é feita de filme plástico, onde as tintas que são à base de carbono, são impressas e podem transformar a luz do Sol em energia elétrica. Duas camadas intermediárias são responsáveis pela condução de elétrons. A camada por cima, tem como função conduzir cargas positivas, enquanto a camada inferior transporta as cargas negativas. As prensas são similares às



de jornais, as quais imprimem as cinco camadas de tintas no filme plástico. E, por fim, a última camada impressa no filme plástico é a do terminal metálico, responsável por fechar o circuito (Portal energia, 2021).

Ainda segundo o portal, o painel fotovoltaico orgânico leve, flexível e relativamente transparente, também é fácil de ser aplicado, mesmo nas mais diversas superfícies. Como ele é produzido com materiais orgânicos, torna-se uma opção mais sustentável em comparação aos painéis tradicionais de silício, que hoje são utilizados para esta tecnologia.

A pesquisa desenvolvida no Centro Suíço de Eletrônica e Microtecnologia (CSEM/AS), do centro de pesquisa aplicada do Instituto, localizado em Belo Horizonte, Minas Gerais, avança há mais de dez anos. O projeto tem como objetivo evidenciar a energia verde em todo lugar. A tecnologia empregada, favorece para que a produção tende a ser de até 30 vezes mais barato, em relação aos painéis tradicionais de silício, em uma produção de maior escala. O projeto vem passando por testes e adaptações com a construção de máquinas para o processo de impressão (Olhar digital, 2021).

### **3.4 Possibilidades de abordagens em sala de aula**

A sala de aula representa um espaço de possibilidades para que o/a professor/a possa desenvolver, junto com seus educandos, metodologias que facilitem a aprendizagem e estimulem o estudo dos objetos de aprendizagem abordados, discutidos e vivenciados. Nesta perspectiva a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2018), aponta as orientações a serem seguidas para cada unidade temática, em cada etapa de ensino da educação básica.

Com a intenção de apresentar uma abordagem teórico-prática para uso em sala de aula, elaboramos conforme as orientações propostas, quadros representativos que abordam a unidade temática, o segmento de ensino, o objeto do conhecimento e a respectiva habilidade específica, para nortear a construção dos cenários metodológicos de estudo com os educandos.

O Quadro 1, representa as orientações propostas para serem seguidas sobre a unidade temática matéria e energia, no ensino fundamental I.

**Quadro 1.** Orientações da BNCC - Ensino Fundamental I.

<p style="text-align: center;"><b>UNIDADE TEMÁTICA:</b> Matéria e energia</p> <p style="text-align: center;"><b>CIÊNCIAS – 3º ANO</b></p> <p><b>OBJETO DE CONHECIMENTO:</b> Efeitos da luz nos materiais</p> <p><b>HABILIDADE:</b> (EF03CI02). Experimentar e relatar o que ocorre com a passagem da luz através de objetos transparentes (copos, janelas de vidro, lentes, prismas, água etc.), no contato com superfícies polidas (espelhos) e na intersecção com objetos opacos (paredes, pratos, pessoas e outros objetos de uso cotidiano).</p> <p style="text-align: center;"><b>CIÊNCIAS – 4º ANO</b></p> <p><b>OBJETO DE CONHECIMENTO:</b> Transformações reversíveis e não reversíveis</p> <p><b>HABILIDADE:</b> (EF04CI02). Testar e relatar transformações nos materiais do dia a dia quando expostos a diferentes condições (aquecimento, resfriamento, luz e umidade).</p> <p style="text-align: center;"><b>CIÊNCIAS – 5º ANO</b></p> <p><b>OBJETO DE CONHECIMENTO:</b> Consumo consciente</p> <p><b>HABILIDADE:</b> (EF05CI04). Identificar os principais usos da água e de outros materiais nas atividades cotidianas para discutir e propor formas sustentáveis de utilização desses recursos.</p>
---

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

A seguir o Quadro 2, representa as orientações propostas sobre a unidade temática matéria e energia, no ensino fundamental II.

**Quadro 2.** Orientações da BNCC - Ensino Fundamental II.

**UNIDADE TEMÁTICA:** Matéria e energia

**CIÊNCIAS – 6º ANO**

**OBJETO DE CONHECIMENTO:** Materiais sintéticos

**HABILIDADE:** (EF06CI04). Associar a produção de medicamentos e outros materiais sintéticos ao desenvolvimento científico e tecnológico, reconhecendo benefícios e avaliando impactos socioambientais.

**CIÊNCIAS – 7º ANO**

**OBJETO DE CONHECIMENTO:** Formas de propagação do calor

**HABILIDADE:** (EF07CI03). Utilizar o conhecimento das formas de propagação do calor para justificar a utilização de determinados materiais (condutores e isolantes) na vida cotidiana, explicar o princípio de funcionamento de alguns equipamentos (garrafa térmica, coletor solar etc.) e/ou construir soluções tecnológicas a partir desse conhecimento.

**CIÊNCIAS – 8º ANO**

**OBJETO DE CONHECIMENTO:** Fontes e tipos de energia; Transformação; Cálculo de consumo; Circuitos elétricos; Uso consciente.

**HABILIDADE:** (EF08CI06). Discutir e avaliar usinas de geração de energia elétrica (termelétricas, hidrelétricas, eólicas etc.), suas semelhanças e diferenças, seus impactos socioambientais, e como essa energia chega e é usada em sua cidade, comunidade, casa ou escola.

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Por fim, o Quadro 3, representa as orientações propostas para serem seguidas na etapa do ensino médio, baseado em suas competências e suas habilidades específicas.

**Quadro 3.** Orientações da BNCC - Ensino Médio.

**COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 1:**

Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e/ou global.

**HABILIDADES:**

**HABILIDADE:** (EM13CNT102). Realizar previsões, avaliar intervenções e/ou construir protótipos de sistemas térmicos que visem à sustentabilidade, com base na análise dos efeitos das variáveis termodinâmicas e da composição dos sistemas naturais e tecnológicos.

**HABILIDADE:** (EM13CNT107). Realizar previsões qualitativas e quantitativas sobre o funcionamento de geradores, motores elétricos e seus componentes, bobinas, transformadores, pilhas, baterias e dispositivos eletrônicos, com base na análise dos processos de transformação e condução de energia envolvidos – com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais –, para propor ações que visem a sustentabilidade.

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Com base na organização acima, elencada nos Quadros 1, 2 e 3, apresentamos três cenários com projeções metodológicas de aulas que podem ser trabalhadas como estratégias didáticas com os educandos. Cada cenário metodológico representa uma possibilidade de desenvolver e estimular a criatividade e o pensamento crítico desses educandos, cujo objetivo é oportunizar uma investigação com conhecimento científico sob contextos reais, para a análise e compreensão sobre as matrizes energéticas, em especial a energia solar fotovoltaica bem como o processo de transformação de energia, como obtê-las, produzi-las e analisar a sua contribuição para a sustentabilidade.

A abordagem metodológica para o cenário 1, compreende uma aula teórica. A aula propõe uma introdução sobre o tema em questão, com discussões e debates que podem enriquecer o pensamento crítico e reflexivo do educando, cujo objetivo é inserir os mesmos em um espaço de diálogos, pesquisa e reconhecimento das fontes renováveis de energia, com foco na

energia solar. A proposta é que os estudantes interajam com a temática e descrevam experiências vivenciadas em seus contextos. Desta forma, a aula teórica, com explanações e debates temáticos sobre Energia Solar, se divide em três momentos:

- **1º momento** – Pesquisa por meio de materiais disponibilizados pelo professor: revistas, recortes de jornais, textos impressos, e explicação do processo de implantação e transformação da energia solar em elétrica (pelo professor);
- **2º momento** – Realização de debate sobre a temática, abordando custo/benefício, apontamentos e curiosidades;
- **3º momento** – Autoavaliação com produção de texto argumentativo da aprendizagem sobre energia solar.

O cenário metodológico 2, apresenta uma aula prática. Neste momento a intenção é promover um ambiente dinâmico que possibilite um espaço coletivo e de colaboração, para que os educandos apliquem os conhecimentos obtidos e construam protótipos (maquetes) de um sistema de implantação de placas solares, cujos passos evidenciem todo o processo de geração de energia.

Com base nos conceitos científicos, espera-se que os alunos reconheçam e compreendam que a energia fotovoltaica consiste na geração de energia elétrica por meio de materiais semicondutores que apresentam o efeito fotovoltaico. Esse fenômeno químico/físico pode ser definido como a formação de tensão elétrica ou corrente em um material que é exposto à luz (Dantas & Pompermayer, 2018, p. 7).

A proposta é desafiar a construção do sob a ótica da investigação e do pensamento científico. Como pontua a BNCC (Brasil, 2018), a proposta aqui descrita permite a aplicação de modelos que possibilita um maior nível de abstração, por meio de espaços e processos de investigação, que buscam explicar, analisar e prever os efeitos das interações e relações entre matéria e energia, considerando a elaboração de argumentos e explicações, discussões e debates que podem enriquecer a criticidade e a inovação dos envolvidos no projeto.

Considerando os recursos disponíveis na escola, apresentamos duas possibilidades:

- **1ª possibilidade** – Em laboratório (ou sala de aula) com materiais e recursos disponíveis, construir um sistema que represente a geração de energia solar fotovoltaica;
- **2ª possibilidade** – Vídeo aula seguindo o passo a passo para as etapas de implantação do sistema, para a compreensão e reflexão.

Para o cenário metodológico 3 propomos, por meio da metodologia de projetos, desenvolver a autonomia e o senso criativo dos educandos, além da promoção do protagonismo, investigação e interação. Trazemos uma abordagem investigativa, como assinala a BNCC (Brasil, 2018) que deve promover o conhecimento científico e tecnológico, partindo de desafios e problemas, cuja contextualização envolvida na proposta “estimula a curiosidade e a criatividade na elaboração de procedimentos e na busca de soluções de natureza teórica e/ou experimental” (Brasil, 2018, p. 551).

Propomos para este cenário metodológico, três momentos:

- **1º momento** – Projeto de Mostra/Feira científica abordando a temática da Energia solar, com montagem de mini painéis demonstrativos;
- **2º momento** – Orientação, com pesquisa e estudo de produções científicas, sobre a temática;
- **3º momento** – Confecção de maquete (Funcional ou Ilustrativa). Protótipos e/ou simuladores para a compreensão do funcionamento das placas e sistemas solares de energia fotovoltaica, com as devidas explicações da transformação de energia solar em energia elétrica.

#### 4. Considerações Finais

Neste trabalho, observamos que a tecnologia sobre as células fotovoltaicas culmina em diversos estudos e pesquisas que buscam potencializar a sua utilização para atender a necessidade da população e também contornar o problema do efeito

estufa, como pontua Dantas e Pompermayer (2018) que, no Brasil ainda há um grande espaço para o desenvolvimento dessa matriz energética, em especial nas regiões de maior incidência solar.

Acreditamos que a abertura para a visão de mundo, ao iniciar na vida escolar, propicia o desenvolvimento de “competências e habilidades que permitam a ampliação e a sistematização das aprendizagens essenciais, e corrobora a necessidade de a educação básica comprometer-se com o letramento científico” (Brasil, 2018, p. 547).

Nesta perspectiva, aplicar conhecimentos científicos em contextos da realidade por meio de espaços de diálogo e reflexão, pesquisa sobre a expansão tecnológica e a forma de geração de energia elétrica a partir dos raios solares e o seu funcionamento, pode levar a sistematização e o reconhecimento de conceitos curriculares que superam a simples exemplificação. Além disso, promove a interação dos educandos envolvendo-os na busca pela melhoria da qualidade de vida, avaliando o impacto das tecnologias e da ciência em seu cotidiano.

Para tal, a construção dos cenários metodológicos busca uma proposta que possibilita ao educando e ao professor, desenvolver de maneira interativa o diálogo com contextos reais, aproximando experiências e investigação/pesquisa dos saberes curriculares. A estratégia pedagógica deve redesenhar de maneira dinâmica, para o educando, a compreensão do universo científico e o papel da ciência para a inovação das tecnologias e sobretudo, a experimentação e análise qualitativa das aprendizagens, permeada segundo a BNCC (Brasil, 2018), pela contextualização social, cultural, ambiental e histórica desses conhecimentos aos processos e práticas de investigação.

Neste contexto, para a aula se expõe um ambiente com diversos espaços de construção do conhecimento científico e de reflexão, bem como oportuno para a avaliação dos fatores que impactem nas aprendizagens conforme o envolvimento e resultados alcançados. Ressaltamos que a realidade de cada ambiente escolar implica na tomada de decisão por parte do professor e que, adaptar, modificar, remixar e/ou problematizar a sugestão dos cenários metodológicos aqui referenciados, podem oportunizar práticas reflexivas segundo o perfil dos educandos.

Outrossim, o trabalho em questão abre a oportunidade para um olhar estratégico e desafiador diante das propostas pedagógicas que constantemente requerem do professor um ensino com situações provocadoras e assim, a nossa sugestão é que o debate aqui iniciado, sirva para instigar novas pesquisas e que possamos, destarte, ampliar as reflexões didáticas, levando em conta a realidade a que os estudantes estejam inseridos, bem como os percursos a serem construídos.

## Referências

- Absolar. (2021). *Panorama da solar fotovoltaica no Brasil e no mundo*. <https://www.absolar.org.br/mercado/infografico/>
- Agência Nacional de Energia Elétrica (Brasil). (2016). *Micro e minigeração distribuída: sistema de compensação de energia elétrica / Agência Nacional de Energia Elétrica*. (2a ed.), ANEEL.
- América do sol. (2021). <https://americadosol.org/potencial-solar-no-brasil/>
- Atlas Brasileiro de Energia Solar. (2017). (2a ed.), INPE. [http://ftp.ctpec.inpe.br/labren/publ/livros/Atlas\\_Brasileiro\\_Energia\\_Solar\\_2a\\_Edicao.pdf](http://ftp.ctpec.inpe.br/labren/publ/livros/Atlas_Brasileiro_Energia_Solar_2a_Edicao.pdf)
- Borba, M. C. (2004). *A pesquisa qualitativa em educação matemática*. Anais da 27ª reunião anual da Anped. Caxumba, MG, 21-24, 1-18.
- Brasil. (2018). Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília, 2018. [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf)
- Brasil. (2018). Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília. <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/>
- Carneiro, C. (2010). *Electromagnetismo b módulos fotovoltaicos características e associações*. (Dissertação de Mestrado, Universidade do Minho, Escola de Ciências, Departamento de Física, 2º Ano do Mestrado Integrado em Engenharia Civil, 18 p. Minho).
- Colatusso, R. A. (2018). *A energia solar e sua contribuição na matriz energética do Paraná: aspectos socioambientais e de sustentabilidade local*. (Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento, 137 p. Curitiba).
- Dantas, S. G. (2020). *Oportunidades e Desafios da Geração Solar Fotovoltaica no Semiárido do Brasil*. [http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/9680/1/TD\\_2541.pdf](http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/9680/1/TD_2541.pdf)

- Dantas, S. G. & Pompermayer, F. M. (2018). *Viabilidade Econômica de Sistemas Fotovoltaicos no Brasil e possíveis efeitos no Setor Elétrico*. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Brasília: Rio de Janeiro: Ipea.
- Fadigas, E. A. F. A. (2004). *Energia Solar Fotovoltaica: Fundamentos, Conversão e Viabilidade técnico-econômica*. GEPEA – Grupo de Energia, Escola Politécnica Universidade de São Paulo.
- Irena. (2021). <https://www.irena.org/>
- Lakatos, E. M. & Marconi, M. A. (2003). *Fundamentos de Metodologia Científica*.
- Lüdke, M. & André, M. E. D. A. (1986). *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. EPU.
- Marques, I. C. A. & Delvizio, E. S. (2020). Estudo de viabilidade técnica de microgeração residencial fotovoltaica. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*. Ano 05, Ed. 05, 03, 166-203.
- Olhar digital. (2021). *Painel solar orgânico*. <https://olhardigital.com.br/2021/02/06/videos/painel-solar-organico-produzido-no-brasil-transforma-luz-em-energia-limpa-2/?gfetch=2021%2F02%2F06%2Fvideot%2FBrasiliassa-valmistettu-orgaaninen-aurinkopaneeli-muuttaa-valon-puhtaaksi-energiaksi-2%2F>
- Palz, W. (2002). *Energia solar e fontes alternativas*. UNESCO: Hemus.
- Portal Energia. (2021). *ENERGIAS RENOVÁVEIS*. <http://portal-energia.com/painel-solar-organico-brasil/>
- Portal Solar. (2021). *Como funciona uma célula fotovoltaica*. <https://www.portalsolar.com.br/celula-fotovoltaica.html>
- Raupp, F. M., & Beuren, I. M. (2006). *Metodologia da pesquisa aplicável às Ciências Sociais*. In I. M. Beuren (Ed.), *Como Elaborar Trabalhos Monográficos em Contabilidade: Teoria e Prática* (3rd ed., pp. 76-97). São Paulo: Atlas.
- Santos, I. J. (2018). *Estudos de caso de um sistema fotovoltaico conectado à rede*. 122 fls. Engenharia elétrica – Centro Universitário UNIFACVEST, Lages.
- Selo solar. (2021). <https://www.selosolar.com.br/selo-solar/>
- Tawalbeh, M. et al. (2021). *Environmental impacts of solar photovoltaic systems: A critical review of recent progress and future outlook*. *Science of The Total Environment*. 759.
- Topsun. (2021). <https://g1.globo.com/sc/santa-catarina/especial-publicitario/top-sun/top-sun-energia-solar/noticia/2021/03/02/responsabilidade-social-pesquisa-aponta-que-87percent-dos-brasileiros-preferem-empresas-com-praticas-sustentaveis.ghtml>