



## **Contribuições da Geração Fotovoltaica no Alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**

**Bruno Sabino Scolari**

Doutorando, UTFPR, Brasil.  
brunoengutfpr@gmail.com

**Faimara do Rocio Strauhs**

Professora Doutora, UTFPR, Brasil.  
faimara@utfpr.edu.br

## RESUMO

Na busca pela sustentabilidade energética a energia solar fotovoltaica (FV) vem se destacando como uma solução para promover o desenvolvimento sustentável do setor. À medida que a tecnologia FV se expande surge a necessidade de estudos que avaliem como esse novo mercado afeta a busca pela sustentabilidade ambiental, social e econômica. Seguindo uma abordagem interdisciplinar, e baseado no paradigma epistemológico da *Design Science*, o objetivo do presente estudo foi levantar as contribuições da geração distribuída fotovoltaica para o alcance de cada um dos dezessete Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Para tanto caracterizou-se, por meio de revisão sistemática da literatura – RSL, o estado da arte a respeito do tema. Subsidiados pela RSL e apoiados na literatura de base sobre o assunto, elaborou-se um quadro descritivo das contribuições da geração FV para o alcance de cada um dos ODS. A seguir a relevância das contribuições levantadas para o alcance de cada ODS foi avaliada quantitativamente. Identificou-se que a geração FV contribui para o alcance de todos os ODS, sendo que essa contribuição possui maior ou menor relevância dependendo do ODS considerado. Verificou-se que ela é de relevância intrínseca para o alcance do ODS 7 – Energia Limpa e Renovável, do ODS 11 – Cidades e Comunidades Sustentáveis e do ODS 13 – Ação Contra Mudança Global do Clima. Este estudo se apresenta como um passo na direção de um melhor entendimento eco socioeconômico da geração FV, de modo a contribuir para o avanço desta tecnologia e das tomadas de decisão no setor.

**PALAVRAS-CHAVE:** Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – ODS. Geração Fotovoltaica. Geração Distribuída.

## 1 INTRODUÇÃO

A sustentabilidade tem se apresentado como uma agenda em ascensão, amplamente debatida nos diversos setores da sociedade (FERNANDES; VIEIRA, 2014). As crescentes reflexões e o interesse pelo tema tornaram evidente a necessidade da revisão de paradigmas vigentes, especialmente o de que os recursos naturais são infinitos, estimulando países e a comunidade internacional a desenvolver ações conjuntas na perspectiva de conciliar a necessidade de produzir bens necessários à qualidade de vida das sociedades e ao mesmo tempo preservar os elementos naturais igualmente responsáveis por esta mesma qualidade de vida (FERNANDES; VIEIRA, 2014; PHILIPPI JR. *et al.*, 2013).

Em uma perspectiva de cooperação internacional, a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável – CNUDS, conhecida como Rio+20, realizada no Rio de Janeiro em 2012, estimulou governos a pensarem um conjunto de metas visando o alcance do desenvolvimento sustentável (GRIGGS *et al.*, 2013). Como resultado dessa discussão inicial, em 2015, a Cúpula das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável em Nova Iorque divulgou a Agenda 2030 (ONU, 2015), que consiste em uma declaração oficial adotada pelos membros da Organização das Nações Unidas (ONU) contendo um plano de ação global com metas a serem alcançadas até 2030 (SALVIA *et al.*, 2019). A Agenda possui 169 metas e diversos indicadores para monitoramento, orientados pelos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – ODS, que estão apoiados nas dimensões econômica, ambiental e social da sustentabilidade (ONU, 2015).

Sachs (2012) afirmava que agrupar as prioridades em um conjunto facilmente compreensível de metas e estabelecer objetivos mensuráveis e com prazo determinado, ajuda a promover a conscientização global, a responsabilidade política, a elaboração de métricas aprimoradas, a participação da sociedade e a responder às pressões públicas correlatas.

Deste modo, a partir da elaboração dos ODS pesquisas relacionadas começaram a surgir de modo interdisciplinar no meio acadêmico (BEBBINGTON; UNERMAN, 2018). Leal Filho *et al.* (2018), além de enfatizarem o caráter interdisciplinar da pesquisa em sustentabilidade, acrescentam que os ODS são uma oportunidade para estimular o estudo da sustentabilidade no meio acadêmico, uma vez que estudos sobre determinados aspectos eco socioeconômicos e seus vínculos com os ODS são importantes para compreender adequadamente a sustentabilidade sob uma ótica mais ampla e em uma maior escala, sendo a pesquisa acadêmica um mecanismo importante nessa busca.

Em uma conjuntura de estudo interdisciplinar da sustentabilidade, a questão energética assume protagonismo, na ótica do Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT (2010) e de Lajara *et al.* (2023), enfrentando-se a dificuldade de conciliar a manutenção do fornecimento de insumos energéticos com a manutenção, no curto e no longo prazo, das necessidades ambientais, sociais, éticas, culturais, econômicas e políticas da sociedade. Outrossim, a conjuntura energética assume importância no contexto da sustentabilidade, mencionada diretamente no sétimo ODS, no qual se lê: “Assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todos” (ONU, 2015, p. 21).

Neste contexto, por reforçarem o sétimo ODS, na visão de Connolly, Lund e Mathiesen (2016) e Lajara *et al.* (2023) as fontes renováveis de geração de energia elétrica surgem como uma solução para promover o desenvolvimento sustentável no setor energético.

Dentre as fontes renováveis, a energia solar fotovoltaica (FV) vem se destacando tanto no cenário mundial quanto no cenário nacional, devido ao baixo impacto ambiental de implantação e de geração (EPE, 2021; REN21, 2020). Segundo o Think Tank Global Renewable Energy Policy Network for the 21st Century - REN21 (2020), a tecnologia FV está se expandindo à medida que se torna a opção mais competitiva para geração distribuída<sup>1</sup> de eletricidade em um número crescente de locais. Assim, ao passo que o seu nível de penetração aumenta, a geração FV distribuída tem um efeito cada vez maior nos sistemas elétricos, aumentando a importância de elaboração de estudos específicos de seus efeitos (REN21, 2020).

A contribuição da geração distribuída fotovoltaica para o cumprimento do ODS 7 (Energia limpa e acessível), salienta-se, já é amplamente debatida na literatura da área (AMESHO; EDOUN, 2019; CONNOLLY; LUND; MATHIESEN, 2016; KUANG *et al.*, 2016; NUNES-VILLELA *et al.*, 2017; PEREIRA *et al.*, 2017; SCOLARI *et al.*, 2022). Ademais, “os vínculos e a natureza integrada dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável são de importância crucial para assegurar que o propósito da nova Agenda seja realizado” (ONU, 2015, p. 2), evidenciando assim a interconexão entre os diversos ODS e a importância de avaliação das contribuições da geração FV no alcance dos demais ODS.

Segundo Brunet *et al.* (2020), embora baseadas em elementos naturais como o sol, a geração FV requer sistemas tecnológicos avançados, cuja complexidade de interações eco socioeconômicas não pode ser subestimada, necessitando de estudos aprofundados.

---

<sup>1</sup> A geração distribuída é caracterizada pela geração de eletricidade a partir de sistemas de geração dispersos geograficamente, geralmente de pequena escala e próximos ao ponto de consumo (REN21, 2020).

Assim, considerando os avanços e as lacunas, evidenciados pelo estado da arte sobre o tema, o objetivo deste estudo é levantar as contribuições da geração distribuída fotovoltaica para o alcance de cada um dos dezessete Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

Para alcançar o objetivo proposto, na próxima Seção serão descritas as linhas metodológicas que guiaram e sustentaram epistemologicamente o presente estudo, fundamentalmente bibliográfico e analítico.

## **2 METODOLOGIA DA PESQUISA**

Apoiado no modelo proposto por Gibbons *et al.* (1994) e seguindo uma óptica transdisciplinar, o presente estudo utiliza-se desta para a resolução de problemas e para a produção de conhecimento, sendo estruturado de modo que tal abordagem convirja para a criação de conhecimentos aplicáveis em diferentes áreas de saberes (DRESCH *et al.*, 2015).

Neste contexto, para a elaboração do presente estudo adotou-se o paradigma epistemológico da *Design Science*, proposta por Simon (1996). Não sendo o objetivo descobrir leis naturais ou universais que expliquem o comportamento do objeto de estudo, a *Design Science* objetiva desenvolver soluções para melhorar sistemas existentes, resolver problemas, ou, ainda, criar artefatos que contribuam para uma melhor atuação humana, não almejando forçosamente a solução ótima, mas sim, uma solução satisfatória, sendo adequada, portanto, para condução de pesquisas transdisciplinares (DRESCH *et al.*, 2015; GIBBONS *et al.*, 1994).

Deste modo, guiando-se pela Estratégia para Condução de Pesquisas Fundamentadas na *Design Science*, proposta por Dresch *et al.* (2015), cabe destacar que o método de coleta de dados utilizado neste estudo se deu por meio de pesquisa bibliográfica, mais especificamente por meio de uma Revisão Sistemática da Literatura – RSL; enquanto a análise de dados foi efetuada fazendo uso de Análise de Conteúdo, fundamentada em Bardin (2016).

Para a condução da RSL adaptou-se o método proposto por Dresch *et al.* (2015), que se aplica às necessidades da *design science*. Para Van Aken (2011), a RSL pode ajudar a identificar soluções para determinada classe de problema, além de identificar lacunas na literatura existente. Procurou-se por meio da RSL abordar o estado da arte na literatura sobre de que formas as fontes renováveis de geração distribuída de energia, especialmente a fotovoltaica, podem contribuir para o alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

Neste sentido, pretendeu-se efetuar uma revisão configurativa, na qual buscam-se estudos primários heterogêneos, que são explorados e interpretados resultando em uma renderização teórica coerente (DRESCH *et al.*, 2015). Para isso, utilizou-se uma estratégia de busca de saturação, que objetiva localizar estudos primários suficientes para uma configuração coerente do tema de estudo. Deste modo, a busca por novos materiais se estende até o momento em que não contribuam com novos conceitos para o processo de síntese em tela (BRUNTON *et al.*, 2012; DRESCH *et al.*, 2015).

Com vistas a minimização do viés na estratégia de busca, Dresch *et al.* (2015) ressaltam a importância de, além da busca pelos termos principais, efetuar a busca incluindo sinônimos, diferentes grafias e expressões similares. Seguindo esta orientação, além dos termos principais: (i) Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, (ii) Geração Fotovoltaica, (iii) Fontes Renováveis de Energia e (iv) Geração Distribuída, foram pesquisados grupos de descritores para cada termo principal, tanto na Língua Portuguesa quanto na Língua Inglesa. A

escolha dos descritores foi efetuada utilizando-se de teste de aderência que considerou diversos descritores para cada termo principal, conforme será apresentado no Quadro 1.

A etapa de consulta foi efetuada em junho de 2023 nas seguintes bases de dados: (i) SciELO (Scientific Electronic Library Online), (ii) BDTD (Biblioteca Digital de Teses e Dissertações), (iii) Scopus (Elsevier) e (iv) Web of Science (Coleção Principal – Clarivate Analytics). Entre as diversas bases de dados disponibilizadas pelo portal de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, essas foram escolhidas pela grande quantidade de itens indexados revisados por pares em cada uma delas e por oferecerem uma visão geral abrangente da produção mundial em diferentes áreas de pesquisa, tornando assim a pesquisa abrangente o suficiente para abordar os temas em questão com a profundidade e a amplitude necessárias e minimizando vieses de pesquisa.

Na sequência, foi realizada a busca combinada dos descritores utilizando-se de operadores lógicos booleanos (“AND” e “OR”), tendo em mente o alinhamento com o tema do estudo e objetivando tanto a precisão quanto a revocação satisfatórias. Os termos foram pesquisados no campo *Título* dos documentos e os resultados foram filtrados para documentos publicados no período de 2019-2023, nos idiomas português e inglês.

Propiciando à RLS o caráter reproduzível inerente a uma pesquisa científica, representou-se a estratégia de busca como uma linha de comando única, escrita utilizando elementos de sintaxe de tal modo que incluía todos os parâmetros adotados na pesquisa, a fim de que possa ser utilizada por outros pesquisadores para reproduzir os resultados encontrados (GUEDES, 2022). No entanto, como cada base de dados possui uma sintaxe de busca diferente, será apresentada a estratégia específica para a base de dados Scopus, mas que pode ser adaptada para as outras bases consultadas, conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 – Estratégia de Busca para a base Scopus

<p>TITLE ( ( "Photovoltaic" OR "Solar Energy" OR "Solar Power" OR "Distributed Generation" OR "Renewable Energy" OR "Solar Thermal" OR "Access to Energy" ) AND ( "Sustainable Development Goals" ) ) AND PUBYEAR &gt; 2018 AND PUBYEAR &lt; 2024 AND ( LIMIT-TO ( LANGUAGE,"English" ) OR LIMIT-TO ( LANGUAGE,"Portuguese" ) )</p>
---

Fonte: Autoria própria.

Após a leitura prévia dos resultados e a exclusão de materiais duplicados e que não estavam alinhados com a pesquisa, foram selecionados 26 documentos que atendem aos objetivos da RSL. Não foi encontrado nenhum resultado relevante em língua portuguesa, nem que aborde o território brasileiro.

Dresch *et al.* (2015) destacam ainda a importância de a pesquisa nas bases de dados não ser exclusiva, podendo-se também ser consultada a *grey literature*. Kugley *et al.* (2017) destacam que, anais de congressos, seminários, conferências, entre outros, são uma boa fonte de *grey literature*, uma vez que mais da metade dos estudos apresentados nunca chegam a ser publicados. Desta forma selecionaram-se mais dois documentos para aprofundar o tema, resultando em 28 documentos que compõem o *corpus* dinâmico da pesquisa. Além disso, cabe destacar que se acrescentou outros 28 documentos, utilizados para embasar a metodologia da pesquisa e para contextualizar a temática – *corpus* estático, sendo, portanto, os *corpora* do artigo formados por 56 documentos.

Finalizada esta etapa da pesquisa, na próxima Seção serão apresentados e discutidos os resultados obtidos por meio da revisão sistemática da literatura.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme citado na Seção anterior, a revisão sistemática da literatura – RSL – resultou em 28 documentos relevantes para a pesquisa; os quais tratam, cada um com uma ênfase específica, das contribuições das fontes renováveis de geração distribuída de energia.

Observou-se que o tema é abordado de maneira interdisciplinar pelos autores da área, perpassando diferentes dimensões do campo de estudo. Em média, em cada documento consultado os autores identificaram 8 ODS que são beneficiados pela geração renovável e distribuída de eletricidade, transitando assim, entre os ODS de caráter ambiental, social e econômico com maior ou menor intensidade, de acordo com a abrangência ou especificidade que o autor enseja – Quadro 2.

Quadro 2 - Documentos resultantes da RSL e respectivos ODS citados pelos autores

Referência do documento consultado	Número dos ODS citados	Quant. de ODS citados
(ACHEAMPONG <i>et al.</i> , 2019)	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 13 e 16	12
(ADENLE, 2020)	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 13, 15 e 16	11
(AMESHO; EDOUN, 2019)	7, 8 e 9	3
(AMIN <i>et al.</i> , 2022)	4, 7, 8, 9, 12, 13, 14, 15	8
(ANAM <i>et al.</i> , 2022)	2, 3, 7 e 8	4
(BERTHEAU, 2020)	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 13 e 15	9
(BISAGA <i>et al.</i> , 2021)	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 e 17	14
(BRUNET <i>et al.</i> , 2020)	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 11, 13, 14, 15 e 17	13
(BUONOCORE <i>et al.</i> , 2019)	3, 6, 7, 9, 13, 14 e 15	7
(CALDÉS; SERRANO, 2018)	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 15, 16 e 17	15
(CHEN <i>et al.</i> , 2022)	7, 8, 9 e 13	4
(CHENG <i>et al.</i> , 2021)	1, 2, 4, 6, 7, 8, 9, 13, 14, 15 e 17	11
(HANNAN <i>et al.</i> , 2021)	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 e 17	17
(LAJARA <i>et al.</i> , 2023)	1, 2, 7, 8 e 13	5
(LOHANI <i>et al.</i> , 2022)	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 13, 15 e 17	11
(MEHMOOD, 2021)	4, 7 e 13	3
(MUDAHERANWA; UDOAKAH; CIPCIGAN, 2019)	7 e 13	2
(OBAIDEEN <i>et al.</i> , 2021)	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 e 17	17
(OLABI <i>et al.</i> , 2022)	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 e 17	17
(PHILIP; EMIR; UDEMBA, 2022)	7 e 13	2
(SABOORI; MEHRJERDI, 2022)	6, 7 e 13	3
(SALAMEH <i>et al.</i> , 2022)	6, 7 e 13	3
(SAREEN; NORDHOLM, 2021)	7, 10 e 13	3
(SCHONE; HEINZ, 2023)	7	1
(SCHONE; TIMOFEEVA; HEINZ, 2022)	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 15, 16 e 17	15
(UDEMBA <i>et al.</i> , 2022)	7, 8, 9 e 13	4
(WEN <i>et al.</i> , 2023)	7, 8, 10 e 13	4
(ZHOU; LI, 2022)	7, 8, 9 e 13	4

Fonte: Autoria própria.

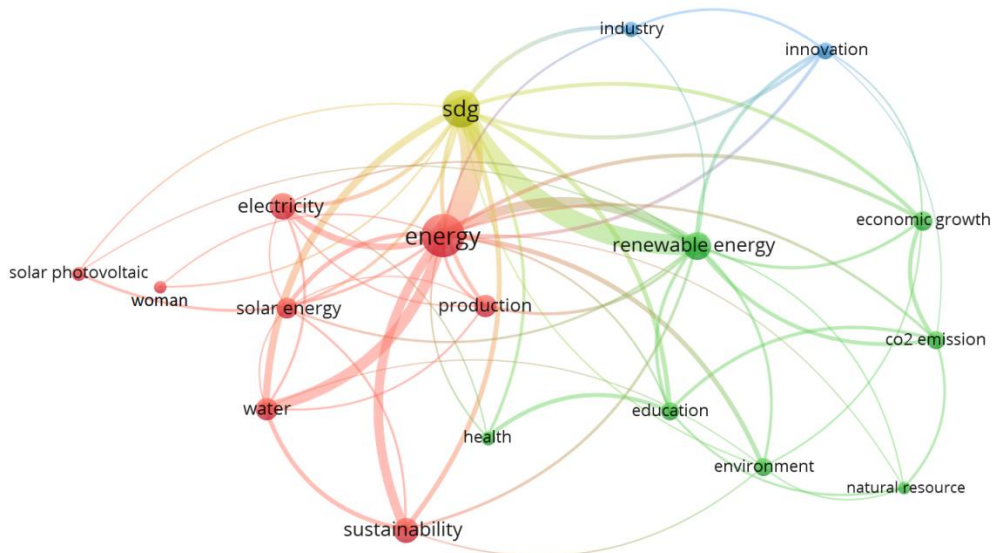
Verificou-se ainda, que em 71% dos documentos consultados – 20 artigos – foram citados quatro ou mais ODS, corroborando para a ideia de interconexão entre os diversos ODS,

visão esta compartilhada por Bisaga *et al.* (2021), McCollum (2018) e Nerini *et al.* (2018, 2019). Identificaram-se, igualmente, três estudos que abordam todos os 17 ODS.

Nessa conjuntura, diversos estudos se propõem a investigar as interligações entre os ODS (SCHONE; TIMOFEEVA; HEIZ, 2022), a exemplo de Le Blanc (2015), que aplicou técnicas de análise de rede para mapear as ligações entre os diferentes ODS, concluindo que as áreas temáticas com o maior número de interligações com o ODS 7 incluem desigualdade, produção e consumo sustentáveis, pobreza, fome e educação.

Seguindo a linha dos estudos supracitados e utilizando-se dos textos utilizados na RSL correlacionados aos ODSs mapeou-se a correlação e a ocorrência dos principais termos a partir da análise das redes formadas, via Software VOSviewer, conforme representado na Figura 1. Observou-se nessa análise que além dos temas intrínsecos à geração fotovoltaica e ao ODS 7 como: *energy*, *electricity* e *solar energy*, também foram identificados temas relativos à outros ODS como: *health* (ODS 3), *education* (ODS 4), *woman* (ODS 5), *water* (ODS 6), *economic growth* (ODS 8), *industry* e *innovation* (ODS 9) e *CO<sub>2</sub> emission* (ODS 13), corroborando com a ideia de interações e ligações entre os diversos ODS.

Figura 1 – Resultado da Análise das Redes formadas pelos textos utilizados na RSL



Fonte: Autoria própria, com utilização do VOSviewer.

Nessa linha, Nilsson, Griggs e Visbeck (2016) desenvolveram a ideia de sinergias e de conflitos entre os ODS, contribuindo com um quadro descrevendo diferentes tipos de interações entre os Objetivos. Além disso, esses autores enfatizam a importância de se avaliar o contexto local, as tecnologias disponíveis e os aspectos de tempo e de espaço nessa análise.

Já Nerini *et al.* (2018) identificaram e examinaram as ligações entre a conjuntura energética e os ODS, concluindo que as interdependências no nível das metas individuais dos ODS são múltiplas e altamente específicas do contexto. Ainda nessa conjuntura, McCollum *et al.* (2018) avaliaram, por meio de uma revisão da literatura, as interações do ODS 7 com os outros ODS, considerando a natureza e a força das interações identificadas e a robustez das evidências da literatura, concluindo que as interações positivas (sinergias), superam as interações negativas (conflitos) tanto em número quanto em magnitude, entre todos os ODS.

Embora possa haver conflitos entre os ODS, Buonocore *et al.* (2019) estimam que a busca por energia limpa contribua mais do que prejudique o progresso em direção aos outros ODS, uma vez que o ODS 7 está fundamentalmente vinculado ao alcance de mais da metade das metas contidas nos outros ODS. Nessa linha, Bisaga *et al.* (2021) afirmam que a infraestrutura elétrica desempenha um papel importante nas aspirações coletivas de maior bem-estar e de maior saúde, identificando uma relação bidirecional entre o ODS 7 e outros ODS, de modo que o ODS 7 sustenta a realização de todos os outros ODS e vice-versa.

Deste modo, as diversas contribuições das fontes renováveis de geração distribuída de energia citadas nos documentos levantados por meio da RSL e que sejam aplicáveis à geração fotovoltaica – FV foram sintetizadas, catalogadas e compiladas, conforme apresentado no Quadro 3.

Quadro 3 - Contribuição da geração fotovoltaica com o alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

<p><b>ODS 1: Erradicação da pobreza</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduz os custos globais de eletricidade, liberando recursos para outras demandas domésticas.</li> <li>• Possibilita fornecimento de energia em locais de difícil acesso, o que aumenta as horas produtivas, melhora as atividades geradoras de renda e aprimora as oportunidades empresariais das comunidades.</li> <li>• Geração de oportunidades de emprego no setor, tanto na fabricação, na instalação ou na manutenção desses sistemas.</li> <li>• Reduz a pobreza a partir do alcance de outros ODS (ver ODS2, ODS4, ODS8).</li> </ul>
<p><b>ODS 2: Fome zero e agricultura sustentável</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduz os custos globais de eletricidade, liberando recursos para alimentação.</li> <li>• O uso de geração fotovoltaica para bombeamento de água para irrigação de colheitas reduz os custos de cultivo e aumenta a produtividade, o que diminui o valor do produto final, gera maior segurança alimentar e conseqüentemente a minimização da fome.</li> <li>• O uso de fontes distribuídas de energia de baixo custo na agricultura familiar torna o cultivo mais eficiente e mais competitivo ao reduzir os custos de produção.</li> <li>• Possibilita o armazenamento e a conservação de alimentos em locais de difícil acesso à eletricidade (ver ODS 3).</li> </ul>
<p><b>ODS 3: Saúde e bem-estar</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contribui para a redução de doenças respiratórias, pois a geração FV favorece a diminuição da poluição do ar.</li> <li>• Ao reduzir os efeitos das mudanças climáticas (ver ODS 13), reduzem-se também as suas respectivas repercussões na saúde da população.</li> <li>• Melhora a infraestrutura e a tecnologia para os cuidados de saúde.</li> <li>• Permite a conservação de vacinas e de medicamentos em geladeiras em locais de difícil acesso à eletricidade.</li> <li>• Melhora o acesso à água potável por meio do bombeamento da água e de sistemas de purificação e de dessalinização (ver ODS 6).</li> <li>• Possibilita o armazenamento e a conservação de alimentos em locais de difícil acesso à eletricidade (ver ODS 2).</li> <li>• Reduz os custos globais de eletricidade, liberando recursos para saúde e bem-estar.</li> <li>• Melhora a segurança por meio de iluminação pública.</li> </ul>
<p><b>ODS 4: Educação de qualidade</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Melhora os resultados da aprendizagem escolar uma vez que possibilita o uso de computadores, de internet e de outros dispositivos educacionais baseados em eletricidade, além de aumentar as horas possíveis de estudo no período noturno.</li> <li>• Favorece a capacitação profissional e a participação na educação à distância tanto para crianças quanto para jovens e adultos.</li> <li>• Reduz os custos globais de eletricidade, liberando recursos para educação.</li> <li>• Contribui para a inclusão da Educação Ambiental nas escolas.</li> </ul>
<p><b>ODS 5: Igualdade de gênero</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• A possibilidade de uma educação de qualidade (ver ODS 5) faz com que as mulheres ganhem independência econômica e autonomia à medida que obtêm acesso a mais oportunidades de trabalho, o que afeta diretamente o entorno social destas.</li> <li>• Permite o acesso à dispositivos eletrônicos para obtenção de informações relevantes sobre políticas afirmativas de equidade de gênero.</li> <li>• Em comunidades tradicionais onde a coleta de lenha utilizada para cozinhar, para a iluminação e para o aquecimento é efetuada exclusivamente por mulheres e crianças, o acesso ao fornecimento de eletricidade representa a diminuição da necessidade de lenha, o que propicia mais tempo livre para se envolver em empreendimentos mais produtivos, como educação.</li> </ul>



<ul style="list-style-type: none"> <li>• Melhora a segurança por meio de iluminação pública, permitindo que meninas e mulheres realizem atividades após o anoitecer.</li> </ul>
<p><b>ODS 6: Água potável e saneamento</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Melhora o acesso à água potável por meio de sistemas de bombeamento, de purificação e de dessalinização.</li> <li>• A geração FV consome significativamente menos água do que outras tecnologias, incluindo as termelétricas.</li> </ul>
<p><b>ODS 7: Energia acessível e limpa</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contribui diretamente para assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todos, visto que a geração fotovoltaica é uma fonte de energia renovável, limpa e acessível para locais de difícil acesso ao fornecimento de eletricidade.</li> <li>• Diminui a dependência de combustíveis fósseis e a emissão de gases nocivos resultantes da combustão como CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> e NO<sub>x</sub>, uma vez que reduz o uso de tecnologias de geração mais poluentes, como as termelétricas.</li> </ul>
<p><b>ODS 8: Trabalho decente e crescimento econômico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• O setor de geração fotovoltaica (fabricação, instalação, operação e manutenção) proporciona aumento do produto interno bruto e a geração de empregos.</li> <li>• Melhora as atividades de geração de renda e as oportunidades empresariais ao levar eletricidade para locais de difícil acesso.</li> <li>• Possibilita a criação de pequenas empresas de instalação de sistemas fotovoltaicos.</li> <li>• Favorece o aumento do número de turnos de trabalho, uma vez que é possível estender o horário de trabalho no período noturno.</li> <li>• Melhora o acesso à educação e à capacitação profissional (ver ODS 4).</li> </ul>
<p><b>ODS 9: Indústria, inovação e infraestrutura</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Incentiva o surgimento de novas empresas e indústrias como resultado do desenvolvimento do mercado FV.</li> <li>• Fomenta a pesquisa e o desenvolvimento tecnológico no setor, de modo a elaborar novas soluções e tornar a geração fotovoltaica mais eficiente.</li> <li>• O uso da geração fotovoltaica em uma indústria reduz o seu passivo energético e aumenta a sustentabilidade energética de seus processos produtivos.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• A fabricação, a instalação, a operação e a manutenção de sistemas fotovoltaicos levam à criação de empregos (ver ODS 8) e ao surgimento de novas empresas e indústrias locais.</li> <li>• Torna a infraestrutura do sistema elétrico de distribuição e de transmissão mais resiliente e confiável.</li> <li>• Diminuiu as perdas de distribuição e de transmissão de energia elétrica, tornando a infraestrutura mais eficiente.</li> <li>• Melhora a qualidade da energia elétrica fornecida aos consumidores.</li> <li>• Desafoga o sistema de distribuição e de transmissão de energia, liberando capacidade para o uso industrial.</li> <li>• Possibilita a mecanização de processos produtivos em locais de difícil acesso ao fornecimento de eletricidade.</li> <li>• Reduz os custos globais de eletricidade, diminuindo o custo de produção industrial.</li> </ul>
<p><b>ODS 10: Redução das desigualdades</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contribui na erradicação da pobreza (ver ODS 1), na diminuição da fome (ver ODS 2), na educação de qualidade (ver ODS 4), na igualdade de gênero (ver ODS 5) e no trabalho decente (ver ODS 8), sendo esses, fatores de redução das desigualdades.</li> </ul>
<p><b>ODS 11: Cidades e comunidades sustentáveis</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diminui a poluição atmosférica nos centros urbanos, uma vez que reduz a dependência de outras tecnologias de geração mais poluentes, como as termelétricas.</li> <li>• Reduz o uso de combustíveis fósseis quando associada a sistemas de mobilidade urbana elétricos.</li> <li>• Reduz o passivo energético dos centros urbanos e favorece a busca pela autossuficiência energética das cidades.</li> <li>• Possibilita a construção de residências e de edifícios energeticamente sustentáveis, com saldo positivo de energia e com selos de certificação de construções sustentáveis.</li> <li>• Favorece a integração harmônica entre os métodos de geração de eletricidade com o ambiente urbano.</li> </ul>
<p><b>ODS 12: Consumo e produção sustentáveis</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contribui para construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação (ver ODS 9).</li> <li>• Favorece a produção e o consumo de energia elétrica de modo sustentável (ver ODS 7).</li> <li>• O uso da geração fotovoltaica em uma indústria reduz o seu passivo energético e aumenta a sustentabilidade energética de seus processos produtivos.</li> </ul>
<p><b>ODS 13: Ação contra a mudança global do clima</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diminui a dependência de combustíveis fósseis e a emissão de gases do efeito estufa como o CO<sub>2</sub> (ver ODS 7), combatendo a mudança global do clima, uma vez que reduz o uso de outras tecnologias de geração mais poluentes, como as termelétricas.</li> </ul>
<p><b>ODS 14: Vida na água</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ao combater a mudança global do clima (ver ODS 13) evita-se o aumento da temperatura dos oceanos, preservando os ecossistemas aquáticos.</li> <li>• Ao diminuir a emissão de gases resultantes de combustão como CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> e NO<sub>x</sub> (ver ODS 7), reduz-se a acidificação dos oceanos.</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ao diminuir a dependência de combustíveis fósseis, como o petróleo e o gás natural (ver ODS 7), reduz-se o risco ambiental decorrente da sua extração offshore e do seu transporte, que incluem riscos de vazamentos e de derrames destes combustíveis nos oceanos.</li> </ul>
<p><b>ODS 15: Vida terrestre</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ao combater a mudança global do clima (ver ODS 13) evitam-se alterações no ciclo hidrológico, preservando os ecossistemas terrestres.</li> <li>• Ao diminuir a emissão de gases resultantes de combustão como CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> e NO<sub>x</sub> (ver ODS 7), reduz-se a acidificação do solo.</li> <li>• Ao diminuir a dependência de combustíveis fósseis, como o petróleo e o gás natural (ver ODS 7), reduz-se o risco ambiental decorrente da sua extração onshore e do seu transporte, que incluem riscos de vazamentos e de derrames destes combustíveis no solo.</li> </ul>
<p><b>ODS 16: Paz, justiça e instituições eficazes</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Favorece a inclusão de toda a sociedade em políticas públicas e o acesso a informações relevantes para o cidadão, uma vez que possibilita o acesso ao fornecimento de eletricidade em locais de difícil acesso.</li> <li>• Ajuda a reduzir as disparidades econômicas e sociais dentro de um país e entre as nações, contribuindo para a promoção de comunidades mais harmoniosas.</li> <li>• Diminui os conflitos em todo o mundo pela posse e pelo fornecimento de combustíveis fósseis, como o petróleo e o gás natural; uma vez que a geração fotovoltaica diminui a necessidade desses combustíveis.</li> </ul>
<p><b>ODS 17: Parcerias e meios de implementação</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• A geração distribuída fotovoltaica representa um meio capaz de implementar o desenvolvimento sustentável no setor energético (ver ODS 7), além de contribuir direta ou indiretamente para todos os outros ODS.</li> <li>• Permite a criação de parcerias público-privadas entre fornecedores solares privados e o poder público, para a implementação de sistemas fotovoltaicos.</li> <li>• Abre espaço para a atuação de organizações não governamentais (ONGs) em parceria com o poder público para oferecer o acesso à energia fotovoltaica em comunidades socioeconomicamente vulneráveis.</li> <li>• Incentiva a pesquisa e desenvolvimento (ver ODS 9), integrando os profissionais e os pesquisadores da área na busca de soluções, além de fortalecer a parceria global na busca do desenvolvimento sustentável.</li> </ul>

Fonte: Autoria própria, com base nos autores citados no Quadro 2.

Salienta-se que, conforme proposto por Nilsson, Griggs e Visbeck (2016) e Nerini *et al.* (2018), foi considerado um contexto social e territorial amplo nessa análise, visto que um sistema FV pode tanto ser instalado em uma área urbana com boa infraestrutura, como também pode ser utilizado para fornecimento de energia elétrica para uma comunidade de difícil acesso, onde outra fonte de geração seria inviável; sendo, portanto distintas, nesses dois casos, as contribuições em relação aos ODS de cunho social, econômico e ambiental destas duas características de sistemas FV.

Observou-se que geração fotovoltaica distribuída contribui em algum nível para todos os ODS; seja diretamente, como é o caso dos ODS 7, ODS 11 e ODS 13, ou indiretamente, como ocorre com o ODS 4, ODS 5 e ODS 16 por exemplo. Além disso, observou-se que essas contribuições são mais ou menos relevantes dependendo do ODS considerado.

Por este motivo, visando avaliar quantitativamente a relevância das contribuições da geração fotovoltaica com cada ODS foram adaptados os métodos propostos por Le Blanc (2015) e Schone, Timofeeva e Heiz (2022), estabelecendo-se uma escala ordinal de cinco pontos variando de 0 a 4 conforme apresentado no Quadro 4.

Quadro 4 - Escala de relevância das contribuições com o respectivo ODS

Grau de relevância	Tipo da relevância	Descrição
4	Intrínseco	Intrinsecamente ligada a consecução do respectivo ODS.
3	Reforço	Reforça a realização do respectivo ODS.
2	Condicional	Cria condições para a implementação do respectivo ODS.
1	Favorável	Auxilia de maneira indireta.
0	Irrelevante	Não apresenta nenhuma contribuição.

Fonte: Autoria própria, adaptado de Le Blanc (2015) e Schone, Timofeeva e Heiz (2022).

Ao descrever o seu método de classificação, Schone, Timofeeva e Heiz (2022) já alertavam que a escala ordinal de cinco pontos não permite precisão total na classificação das contribuições da geração distribuída fotovoltaica para cada um dos ODS, no entanto, ela reflete a evidência limitada disponível na literatura da área e em artigos de pesquisa. Assim, os autores supracitados afirmam que a ordenação sugerida, não obstante as suas limitações, é uma forma relativamente precisa e objetiva para lançar luz sobre este tema.

Seguindo o método proposto, as contribuições da geração fotovoltaica distribuída, levantadas por meio da revisão sistemática da literatura, foram avaliadas de acordo com o tipo de relevância para o alcance de cada um dos ODS, conforme representado na Figura 2.

Figura 2 – Grau de relevância das contribuições da geração fotovoltaica distribuída para o alcance de cada um dos ODS em uma escala de 0 a 4.



Fonte: Autoria própria.

Embora a geração distribuída fotovoltaica apresente contribuições para todos os objetivos de desenvolvimento sustentável, reforça-se que ela é de relevância intrínseca para o alcance do ODS 7 – Energia Limpa e Renovável, do ODS 11 – Cidades e Comunidades Sustentáveis e do ODS 13 – Ação Contra Mudança Global do Clima, que representam os ODS ligados à sustentabilidade energética, às cidades sustentáveis e às questões ambientais.

Em segundo lugar, observou-se que a geração distribuída fotovoltaica corrobora com a realização do ODS 8 – Trabalho decente e crescimento econômico, do ODS 9 – Indústria, inovação e infraestrutura e do ODS 12 – Consumo e produção responsáveis; sendo que esses ODS estão relacionados às questões econômicas e de recursos da sustentabilidade.

Já em relação aos ODS 2 – Fome zero e agricultura sustentável, ODS 3 – Saúde e bem-estar, ODS 4 – Educação de qualidade, ODS 6 – Água potável e saneamento, ODS 10 – Redução das desigualdades, ODS 14 – Vida na água e ODS 15 – Vida terrestre, o tipo de relevância é condicional, ou seja, a geração distribuída fotovoltaica cria condições para a implementação do respectivo ODS, agindo em conjunto com outras ações diretas relativas a esses ODS.

Ao se avaliar os ODS com viés social e institucional: ODS 1 – Erradicação da pobreza, ODS 5 – Igualdade de gênero, ODS 16 – Paz, justiça e instituições eficazes e ODS 17 – Parcerias e meios de implementação, verificou-se que a geração distribuída fotovoltaica possui uma relevância de favorecimento, auxiliando de maneira indireta as outras ações voltadas ao fomento desses ODS.

Finalmente, acrescenta-se que nenhum ODS é insensível às possíveis contribuições da geração FV, ou seja, por mais que a contribuição seja indireta e sutil, ela existe e não deve ser ignorada em estudos correlatos.

#### 4 CONCLUSÃO

Por meio de uma revisão sistemática da literatura foi possível levantar as contribuições da geração distribuída fotovoltaica (FV) para o alcance de cada um dos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Verificou-se que a geração FV contribui para o alcance de todos os ODS, sendo que essa contribuição possui maior ou menor relevância dependendo do ODS considerado, conforme apresentado.

Assim, esse estudo se apresenta como um passo na direção de um melhor entendimento eco socioeconômico da geração FV, de modo a contribuir para o avanço dessa tecnologia e das tomadas de decisão no setor, possibilitando direcionar de maneira mais eficaz políticas públicas urbanas, planejamentos energéticos, programas de incentivo, entre outros, no sentido de tornar a geração FV e, conseqüentemente o mercado fotovoltaico como um todo, cada vez mais sustentável em suas diversas dimensões.

Sugere-se como trabalho futuro, sequencial, a elaboração de estudos que exemplifiquem na prática as contribuições de um sistema de geração FV existente para o cumprimento dos ODS, considerando diferentes classes da unidade consumidora (residencial, comercial, industrial e setor público) e diferentes recortes espaciais, a fim de se avaliar as diferenças no comportamento e as tendências de cada uma delas.

#### REFERÊNCIAS

ACHEAMPONG, Michael; YU, Qiuyan; ERTEM, Funda C.; EBUDE, Lucy D. E.; TANIM, Shakhawat; EDUFUL, Michael; VAZIRI, Mehrdad; ANANGA, Erick. Is Ghana Ready to Attain Sustainable Development Goal (SDG) Number 7? - A Comprehensive Assessment of Its Renewable Energy Potential and Pitfalls. **Energies**, [s. l.], v. 12, n. 3, p. 408, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/en12030408>. Acesso em: 25 de Julho de 2023.

ADENLE, Ademola A. Assessment of solar energy technologies in Africa - opportunities and challenges in meeting the 2030 agenda and sustainable development goals. **Energy Policy**, Oxford, v. 137, p. 111180, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.111180>. Acesso em: 25 de Julho de 2023.

AMESHO, Kassian T. T.; EDOUN, Emmanuel I. Financing Renewable Energy in Namibia - A Fundamental Key Challenge to the Sustainable Development Goal 7: Ensuring Access to Affordable, Reliable, Sustainable and Modern Energy for All. **International Journal of Energy Economics and Policy**, [s. l.], v. 9, n. 5, p. 442-450, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.32479/ijeeep.7704>. Acesso em: 25 de Julho de 2023.

AMIN, Nabila; SHABBIR, Muhammad S.; SONG, Huaming; ABBASS, Kashif. Renewable energy consumption and its impact on environmental quality: A pathway for achieving sustainable development goals in ASEAN countries. **Energy & Environment**, Brentwood, v. 0, n. 0, p. 1-19, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/0958305X221134113>. Acesso em: 25 de Julho de 2023.

ANAM, Zahidul; BARI, Mainul; PAUL, Sanjoy K.; ALI, Syed M.; KABIR, Golam. Modelling the drivers of solar energy development in an emerging economy: Implications for sustainable development goals. **Resources, Conservation & Recycling Advances**, [s. l.], v. 13, p. 200068, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rcradv.2022.200068>. Acesso em: 25 de Julho de 2023.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Lisboa: ed.70, 2016.

BEBBINGTON, Jan; UNERMAN, Jeffrey. Achieving the United Nations Sustainable Development Goals: An enabling role for accounting research. **Accounting, Auditing and Accountability Journal**, Bradford, v. 31, n. 1, p. 2-24, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/AAAJ-05-2017-2929>. Acesso em: 25 de Julho de 2023.

BERTHEAU, Paul. Assessing the impact of renewable energy on local development and the Sustainable Development Goals: Insights from a small Philippine island. **Technological Forecasting and Social Change**, New York, v. 153, p. 119919, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.119919>. Acesso em: 25 de Julho de 2023.

BISAGA, Iwona; PARIKH, Priti; TOMEI, Julia; TO, Long S. A. Mapping synergies and trade-offs between energy and the sustainable development goals: A case study of off-grid solar energy in Rwanda. **Energy Policy**, Oxford, v. 149, p. 112028, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.112028>. Acesso em: 25 de Julho de 2023.

BRUNET, Carol; SAVADOGO, Oumarou; BAPTISTE, Pierre; BOUCHARD, Michel A.; RAKOTOARY, Jean C.; RAVONINJATOVO, Andry; CHOLEZ, Céline; GENDRON, Corine; MERVEILLE, Nicolas. Impacts Generated by a Large-Scale Solar Photovoltaic Power Plant Can Lead to Conflicts between Sustainable Development Goals: A Review of Key Lessons Learned in Madagascar. **Sustainability**, Amsterdam, v. 12, n. 18, p. 7471, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su12187471>. Acesso em: 25 de Julho de 2023.

BRUNTON, Ginny; STANSFIELD, Claire; CAIRD, Jenny; THOMAS, James. Finding relevant studies. In: GOUGH, David; OLIVER, Sandy; THOMAS, James (Orgs.). **An Introduction to Systematic Reviews**. p. 107-134. Londres: Sage, 2012.

BUNOCORE, Jonathan J.; CHOMA, Ernani; VILLAVICENCIO, Aleyda H.; SPENGLER, John D.; KOEHLER, Dinah A.; EVANS, John S.; LELIEVELD, José; KLOP, Piet; PINA, Ramon S. Metrics for the sustainable development goals: renewable energy and transportation. **Palgrave Communications**, Basingstoke, v. 5, p. 136, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1057/s41599-019-0336-4>. Acesso em: 25 de Julho de 2023.

CALDÉS, Natàlia; SERRANO, Irene R. Potential contribution of concentrated solar power in meeting the sustainable development goals. In: SolarPACES 2017: International Conference on Concentrating Solar Power and Chemical Energy Systems, 2017, Santiago, Chile. **Anais [...]**. Santiago, Chile, 2018. p. 120001. Disponível em: <https://doi.org/10.1063/1.5067130>. Acesso em: 25 de Julho de 2023.

CHEN, Jie; SU, Fan; JAIN, Vipin; SALMAN, Asma; TABASH, Mosab I.; HADDAD, Akram M.; ZABALAWI, Eman; ABDALLA, Alaa A.; SHABBIR, Malik S. Does Renewable Energy Matter to Achieve Sustainable Development Goals? The Impact of Renewable Energy Strategies on Sustainable Economic Growth. **Frontiers in Energy Research**, New York, v. 10, p. 829252, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fenrg.2022.829252>. Acesso em: 25 de Julho de 2023.

CHENG, Xin; CHEN, Jia; JIANG, Shiwei; DAI, Yan; ZENG, Jianping; SHUAI, Chuanmin; LIU, Jiali; LI, WENJING; LIU, Yue, *et al.* Pursuing sustainable development goals: A review of renewable energy and poverty alleviation nexus. **Environmental Development**, Amsterdam, v. 40, p. 100679, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.envdev.2021.100679>. Acesso em: 25 de Julho de 2023.

CONNOLLY, D.; LUND, H.; MATHIESEN, B. V. Smart Energy Europe: The technical and economic impact of one potential 100% renewable energy scenario for the European Union. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, Oxford, v. 60, p. 1634-1653, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.02.025>. Acesso em: 25 de Julho de 2023.

DRESCH, Aline; LACERDA, Daniel P.; ANTUNES Jr., José A. V. **Design science research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia**. Porto Alegre: Bookman, 2015.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE. **Relatório Síntese do Balanço Energético Nacional 2023: ano base 2022**. Rio de Janeiro: EPE, 2023. Disponível em: [https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-748/topico-681/BEN\\_S%C3%ADntese\\_2023\\_PT.pdf](https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-748/topico-681/BEN_S%C3%ADntese_2023_PT.pdf). Acesso em: 25 de Julho de 2023.

FERNANDES, Valdir; VIEIRA, Afonso. Consumo Responsável. In: ANDREOLI, Cleverson V.; TORRES, Patrícia L. (Orgs.). **Complexidade: redes e conexões do ser sustentável**. p. 553-567. Curitiba, PR: SENAR, 2014.

GIBBONS, Michael; LIMOGES, Camille; NOWOTNY, Helga; SCHWARTZMAN, Simon; SCOTT, Peter; TROW, Martin. **The New Production of Knowledge: The Dynamics of Science and Research in Contemporary Societies**. London: Sage, 1994.

GRIGGS, David; STAFFORD-SMITH, Mark; GAFFNEY, Owen; ROCKSTROM, Johan; OHMAN, Marcus C.; SHYAMSUNDAR, Priya; STEFFEN, Will; GLASER, Gisbert; KANIE, Norichika; NOBLE, Ian. Sustainable development goals for people and planet. **Nature**, London, v. 495, p. 305-307, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/495305a>. Acesso em: 25 de Julho de 2023.

GUEDES, Josefina, A. S. **Indicadores qualitativos para avaliação do potencial semântico de portais do conhecimento de universidades**. Tese (doutorado), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Tecnologia e Sociedade – PPGTE. Curitiba, 2022. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/28149>. Acesso em: 25 de Julho de 2023.

HANNAN, M.A.; AL-SHETWI, Ali Q.; KER, Pin J.; BEGUM, R. A.; MANSOR, M.; RAHMAN, S. A.; DONG, Z. Y.; TIONG, S. K.; MAHLIA, Indra T. M.; MUTTAQI, K, M. Impact of renewable energy utilization and artificial intelligence in achieving sustainable development goals. **Energy Reports**, [s. l.], v. 7, p. 5359-5373, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.egy.2021.08.172>. Acesso em: 25 de Julho de 2023.

KUANG, Yonghong; ZHANG, Yongjun; ZHOU, Bin; LI, Canbing; CAO, Yijia; LI, Lijuan; ZENG, Long. A review of renewable energy utilization in islands. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, Oxford, v. 59, p. 504-513, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.01.014>. Acesso em: 25 de Julho de 2023.

LAJARA, Marco B.; FALCÓ, Javier M.; GARCÍA, Eduardo S.; TUDELA, Luis A. M. Analyzing the Role of Renewable Energy in Meeting the Sustainable Development Goals: A Bibliometric Analysis. **Energies**, [s. l.], v. 16, n. 7, p. 3137, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/en16073137>. Acesso em: 25 de Julho de 2023.

LEAL FILHO, Walter; AZEITEIRO, Ulisses; ALVES, Fátima; PACE, Paul; MIFSUD, Mark; BRANDLI, Luciana; CAEIRO, Sandra S.; DISTERHEFT, Antje. Reinvigorating the sustainable development research agenda: the role of the sustainable development goals (SDG). **International Journal of Sustainable Development and World Ecology**, Abingdon, v. 25, n. 2, p. 131-142, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/13504509.2017.1342103>. Acesso em: 25 de Julho de 2023.

LE BLANC, David. Towards Integration at Last? The Sustainable Development Goals as a Network of Targets. **Sustainable Development**, Chichester, v. 23, n. 3, p. 176-187, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/sd.1582>. Acesso em: 25 de Julho de 2023.

LOHANI, Sunil P.; GURUNG, Prekshya; GAUTAM, Bhawana; KAFLE, Ural; FULFORD, David; JEULAND, Marc. Current status, prospects, and implications of renewable energy for achieving sustainable development goals in Nepal. **Sustainable Development**, Chichester, v. 31, n. 1, p. 572-585, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/sd.2392>. Acesso em: 25 de Julho de 2023.

MCCOLLUM, David L.; ECHEVERRI, Luis G.; BUSCH, Sebastian; PACHAURI, Shonali; PARKINSON, Simon; ROGELJ, Joeri; KREY, Volker; MINX, Jan C.; NILSSON, Mans; STEVANCE, Anne-Sophie; RIAHI, Keywan. Connecting the sustainable development goals by their energy inter-linkages. **Environmental Research Letters**, Bristol, v. 13, n. 3, p. 033006, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aaafe3>. Acesso em: 25 de Julho de 2023.

MEHMOOD, Usman. Contribution of renewable energy towards environmental quality: The role of education to achieve sustainable development goals in G11 countries. **Renewable Energy**, Oxford, v. 178, p. 600-607, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.06.118>. Acesso em: 25 de Julho de 2023.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA (MCT). **Livro Azul da 4ª Conferência Nacional de Ciência e Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Sustentável**. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2010. Disponível em: <https://livroaberto.ibict.br/handle/1/677>. Acesso em: 25 de Julho 2023.

MUDAHERANWA, Emmanuel; UDOAKAH, Ye-Obong; CIPCIGAN, Liana. Rwanda’s Energy Profile and Potential Renewable Energy Resources Mapping toward Sustainable Development Goals. *In: 2019 IEEE Power Engineering Society Conference and Exposition in Africa, PowerAfrica, 2019, Abuja, Nigeria. Anais [...]*. Abuja, Nigeria, 2019. p. 533-538. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/PowerAfrica.2019.8928834>. Acesso em: 25 de Julho de 2023.

NERINI, Francesco F.; TOMEI, Julia; SENG TO, Long; BISAGA, Iwona; PARIKH, Priti; BLACK, Mairi; BORRION, Aiduan; SPATARU, Catalina; CASTAN-BROTO, Vanesa; ANANDARAJAH, Gabriel; MILLIGAN, Ben; MULUGETTA, Yacob. Mapping synergies and trade-offs between energy and the Sustainable Development Goals. **Nature Energy**, London, v. 3, p. 10-15, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41560-017-0036-5>. Acesso em: 25 de Julho de 2023.

NERINI, Francesco F.; SOVACOO, Benjamin; HUGHES, Nick; COZZI, Laura; COSGRAVE, Ellie; HOWELLS, Mark; TAVONI, Massimo; TOMEI, Julia; ZERRIFFI, Hisham; MILLIGAN, Ben. Connecting climate action with other Sustainable Development Goals. **Nature Sustainability**, London, v. 2, p. 674-680, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0334-y>. Acesso em: 25 de Julho de 2023.

NILSSON, Mans; GRIGGS, Dave; VISBECK, Martin. Map the interactions between Sustainable Development Goals. **Nature**, London, v. 534, p. 320-322, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/534320a>. Acesso em: 25 de Julho de 2023.

NUNES-VILLELA, Josely; RAPOZO, Filipe O.; DOMINGOS, Maria L. C.; QUELHAS, Osvaldo L. G. Energia em Tempo de Descarbonização: Uma Revisão com Foco em Consumidores Fotovoltaicos. **Brazilian Journal of Environmental Sciences**, [s. l.], v.45, p. 130-144, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.5327/Z2176-947820170264>. Acesso em: 25 de Julho de 2023

OBAIDEEN, Khaled; ALMALLAHI, Maryam N.; ALAMI, Abdul H.; RAMADAN, Mohamad; ABDELKAREEM, Mohammad A.; SHEHATA, Nabila; OLABI, A. G. On the contribution of solar energy to sustainable developments goals: Case study on Mohammed bin Rashid Al Maktoum Solar Park. **International Journal of Thermofluids**, [s. l.], v. 12, p. 100123, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijft.2021.100123>. Acesso em: 24 de Julho de 2023.

OLABI, Abdul G.; SHEHATA, Nabila; MAGHRABIE, Hussein M.; HEIKAL, Lobna A.; ABDELKAREEM, Mohammad A.; RAHMAN, Shek M. A.; SHAH, Sheikh K.; SAYED, Enas T. Progress in Solar Thermal Systems and Their Role in Achieving the Sustainable Development Goals. **Energies**, [s. l.], v. 15, n. 24, p. 9501, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/en15249501>. Acesso em: 25 de Julho de 2023.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/sites/default/files/2020-09/agenda2030-pt-br.pdf>. Acesso em: 25 de Julho de 2023.

PEREIRA, Enio B.; MARTINS, Fernando R.; GONÇALVES, André R.; COSTA, Rodrigo S.; LIMA, Francisco, J. L.; RUTHER, Ricardo; ABREU, Samuel L.; TIEPOLO, Gerson M.; PEREIRA, Silvia V.; SOUZA, Jefferson G. **Atlas Brasileiro de Energia Solar – 2ª Edição**. São José dos Campos: INPE, 2017. Disponível em: [http://labren.ccst.inpe.br/atlas\\_2017.html](http://labren.ccst.inpe.br/atlas_2017.html). Acesso em 25 de Julho de 2023.

PHILIPPI Jr., Arlindo; SOBRAL, Maria do C.; FERNANDES, Valdir; SAMPAIO, Carlos A. C. Desenvolvimento sustentável, interdisciplinaridade e Ciências Ambientais. **Revista Brasileira de Pós-Graduação**, Brasília, v. 10, n. 21, p. 509-533, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.21713/2358-2332.2013.v10.423>. Acesso em: 25 de Julho de 2023.

PHILIP, Lucy D.; EMIR, Firat; UDEMBA, Edmund N. Investigating possibility of achieving sustainable development goals through renewable energy, technological innovation, and entrepreneur: a study of global best practice policies. **Environmental Science and Pollution Research**, Heidelberg, v. 29, p. 60302-60313, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11356-022-20099-z>. Acesso em: 25 de Julho de 2023.

REN21. **Renewable 2020 – Global Status Report**. Paris: REN21 Secretariat, 2020. Disponível em: [https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/gsr\\_2020\\_full\\_report\\_en.pdf](https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/gsr_2020_full_report_en.pdf). Acesso em: 25 de Julho de 2023.

SABOORI, Hedayat; MEHRJERDI, Hasan. Tri-objective optimization of a synergistic wind-photovoltaic plant for water desalination addressing sustainable development goals. **Sustainable Development**, Chichester, v. 30, n. 6, p. 1811-1822, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/sd.2349>. Acesso em: 25 de Julho de 2023.

SACHS, Jeffrey D. From Millennium Development Goals to Sustainable Development Goals. **The Lancet**, Boston, v. 379, n. 9832, p. 2206-2211, 2012. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)60685-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)60685-0). Acesso em: 25 de Julho de 2023.

SALAMEH, Tareq; KUMAR, Polamarasetty P.; OLABI A.G.; OBAIDEEN, Khaled; SAYED, Enas T.; MAGHRABIE, Hussein M.; ABDELKAREEM, Mohammad A. Best battery storage technologies of solar photovoltaic systems for desalination plant using the results of multi optimization algorithms and sustainable development goals. **Journal of Energy Storage**, Amsterdam, v. 55, p. 105312, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.est.2022.105312>. Acesso em: 25 de Julho de 2023.

SALVIA, Amanda L.; LEAL FILHO, Walter; BRANDLI, Luciana L.; GRIEBELER, Juliane S. Assessing research trends related to Sustainable Development Goals: local and global issues. **Journal of Cleaner Production**, Oxford, v. 208, p. 841-849, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.09.242>. Acesso em: 25 de Julho de 2023.

SAREEN, Siddharth; NORDHOLM, Amber J. Sustainable development goal interactions for a just transition: multi-scalar solar energy rollout in Portugal. **Energy Sources**, Philadelphia, v. 16, n. 11-12, p. 1048-1063, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/15567249.2021.1922547>. Acesso em: 25 de Julho de 2023.

SCHONE, Nikolas; HEINZ, Boris. Semi-Systematic Literature Review on the Contribution of Hydrogen to Universal Access to Energy in the Rationale of Sustainable Development Goal Target 7.1. **Energies**, [s. l.], v. 16, n. 4, p. 1658, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/en16041658>. Acesso em: 25 de Julho de 2023.

SCHONE, Nikolas; TIMOFEEVA, Elena; HEINS, Boris. Sustainable Development Goal Indicators as the Foundation for a Holistic Impact Assessment of Access-to-Energy Projects. **Journal of Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems**, [s. l.], v. 10, n. 2, p. 1090400, 2022. Disponível em: <http://doi.org/10.13044/j.sdewes.d9.0400>. Acesso em: 25 de Julho de 2023.

SCOLARI, Bruno S.; NASCIMENTO, Décio E.; SOUZA, Marília; STRAUHS, Faimara R. COVID-19 pandemic impact on micro and mini photovoltaic distributed generation in Brazil: selection and analysis of representative indicator. **Brazilian Journal of Environmental Sciences** (Online), Rio de Janeiro, v. 57, n. 3, p. 397-408, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.5327/Z2176-94781330>. Acesso em: 25 de Julho de 2023.

SIMON, Herbert A. **The Sciences of the Artificial**. Cambridge: MIT Press, 1996.

UDEMBA, Edmund N.; EMIR, Firat; KHAN, Nazakat-Ullah; HUSSAIN, Sadam. Policy inference from technological innovation, renewable energy, and financial development for sustainable development goals (SDGs). **Environmental Science and Pollution Research**, Heidelberg, v. 29, p. 59104-59117, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11356-022-19730-w>. Acesso em: 25 de Julho de 2023.

VAN AKEN, Joan, E. **The research design for design science research in management**. Eindhoven: [s.n.], 2011.

WEN, Zheng G.; MURSHED, Muntasir; SIDDIK, Abu B.; ALAM, Md S.; LORENTE, Daniel B.; MAHMOOD, Haider. Achieving the objectives of the 2030 sustainable development goals agenda: Causalities between economic growth, environmental sustainability, financial development, and renewable energy consumption. **Sustainable Development**, Chichester, v. 31, n. 2, p. 680-697, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/sd.2411>. Acesso em: 25 de Julho de 2023.

ZHOU, Mingxiang; LI, Xing. Influence of green finance and renewable energy resources over the sustainable development goal of clean energy in China. **Resources Policy**, Amsterdam, v. 78, p. 102816, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2022.102816>. Acesso em: 25 de Julho de 2023.