



## AVALIAÇÃO BIBLIOMÉTRICA DO SETOR EÓLICO *OFFSHORE* BÁRBARA GOMES PEREIRA<sup>1</sup>, WANBERTON GABRIEL DE SOUZA<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>CETENS, UFRB, Feira de Santana-BA, barbarapereira501@gmail.com;

**Resumo** - Atualmente, a maior parte dos parques eólicos são *onshore*, porém a instalação de parques *offshore* tem se tornado crescente. Isso tem acontecido, em especial, devido à redução de locais com potencial de produção disponíveis em terra. Neste contexto, esta pesquisa delimitou-se em realizar uma análise bibliométrica sobre a produção científica relacionada ao setor da energia eólica *offshore*. Assim, realizou-se, no mês de setembro de 2021, a busca na base de dados Scopus, utilizando-se o descritor “*offshore wind power*” estabelecendo como critérios de inclusão para seleção da amostra os artigos científicos e reviews, publicados no período de 2016 a 2021. As análises bibliométricas foram realizadas com auxílio do software VOSviewer, utilizando ferramentas de mineração de dados como o acoplamento bibliográfico. Esta pesquisa analisou 603 artigos e reviews publicados em 73 países, com este material identificamos importantes autores, instituições e países que tem se dedicado ao setor eólico *offshore*.

**Palavras-Chave** - Acoplamento bibliográfico, Bibliometria, Eólica *offshore*, VOSviewer.

### BIBLIOMETRIC EVALUATION OF THE OFFSHORE WIND SECTOR

**Abstract** - Currently, most wind farms are onshore, but the installation of offshore parks has become increasing. This has happened, in particular, due to the reduction of sites with production potential available on land. In this context, this research was limited to carrying out a bibliometric analysis on the scientific production related to the offshore wind energy sector. Thus, in September 2021, a search was carried out in the Scopus database, using the descriptor “*offshore wind power*”, establishing as inclusion criteria for sample selection the scientific articles and reviews, published in the period of 2016 to 2021. Bibliometric analyzes were performed using the VOSviewer software, using data mining tools such as bibliographic coupling. This research analyzed 603 articles and reviews published in 73 countries, with this material we identified important authors, institutions and countries that have been dedicated to the offshore wind sector.

**Keywords** - Bibliographic coupling, Bibliometrics, Offshore wind, VOSviewer.

### I. INTRODUÇÃO

A energia eólica é uma fonte de energia renovável que está permanentemente ao dispor do homem em qualquer região do mundo. A partir da transformação da energia do vento em energia útil, a fonte eólica se tornou uma forma de obter energia, sobretudo elétrica, de forma limpa, uma vez que, não produz poluentes.

Atualmente a fonte vem se consolidando como uma das principais protagonistas na matriz energética mundial e a tendência é que ela continue se estabelecendo cada vez mais. Tal fato, vem da existência de dois principais fatores: a necessidade de segurança energética e a mitigação do impacto ambiental proveniente do uso dos combustíveis fósseis.

No Brasil, a energia eólica ocupa o segundo lugar na geração de energia elétrica do país com a marca de 19 GW de capacidade instalada, o que representa 10% da matriz elétrica nacional. São 726 parques e mais de 8.585 aerogeradores em operação e a previsão é que, até 2024 teremos cerca de 28 GW [1].

Em meados de 2011, o setor eólico brasileiro contava com pouco mais de 1,5 GW de capacidade. Um dos fatores que explicam esse crescimento é que, o país tem um fator de capacidade acima da média mundial, o fator de capacidade é um indicador que define o quanto uma usina gera em relação ao máximo que ela poderia gerar. Ele se refere a proporção entre a energia gerada e a capacidade instalada de um sistema de geração de energia eólica [1].

Em 2020 o fator de capacidade no Brasil foi de 40,6%, a média mundial é de cerca de 35%. Outro ponto favorável é que o país apresenta um grande potencial eólico, sobretudo nas regiões sudeste, nordeste e sul do país.

Contudo, é importante ressaltar que outros fatores, tais quais, as crises hídricas que afetaram a produção hidrelétrica, na qual o país ainda possui dependência, aliada a falta de planejamento mostraram a necessidade de se investir em outras fontes renováveis, como a solar e a eólica, incentivando o desenvolvimento deste setor. Consequentemente, acarretando em uma matriz energética cada vez mais diversificada e com maior participação de renováveis.

Atualmente a maior parte dos parques eólicos estão instalados em terra (*onshore*), porém a instalação de parques no mar (*offshore*) tem se tornado crescente. Isso tem acontecido em decorrência da redução de locais com potencial de produção disponíveis em terra, juntamente com a possibilidade de serem utilizadas torres mais altas e com maior capacidade produtiva, impossível de serem instaladas em terra.

Portanto, o presente trabalho tem como objetivo principal realizar uma análise bibliométrica, na base Scopus, sobre a produção científica relacionada ao setor da energia eólica *offshore* no mundo buscando entender o direcionamento deste campo de estudo e suas perspectivas futuras e destacando o atual cenário do Brasil.

## II. REFERENCIAL TEÓRICO

O desenvolvimento da indústria da energia eólica brasileira deve-se a uma conjuntura de crise internacional, com considerável impacto nos anos 2009 a 2012, em que o Brasil tornou-se um importante lócus de investimento para este setor, ao lado da China e Índia [2].

Para os próximos anos, uma das maiores tendências no setor eólico, em especial o brasileiro, serão as instalações no mar. Com maiores avanços nos estudos sobre o potencial disponível, aliado a um domínio de tecnológico sobre fundações no mar, poderão ser verificados um aumento da aplicação destes sistemas em solo brasileiro [3].

Apesar das instalações *offshore* representarem atualmente maior custo de transporte, instalação e manutenção, sua expansão tem crescido a cada ano principalmente com o esgotamento de áreas de grande potencial eólico em terra [4]. Países como a Dinamarca atualmente lideram a instalação *offshore* no mundo.

Quatorze países já tinham parques eólicos em alto mar [5]. Atualmente o continente europeu ainda lidera o mercado, no entanto, a recente baixa de preços também atraiu a atenção de diversos países, sobretudo na América do Norte, e Ásia, favorecendo a expansão da eólica *offshore* para estes continentes [6].

Os primeiros estudos sobre o potencial eólico no mar do Brasil foram realizados no âmbito do Plano Nacional de Energia 2050 formulado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE) [7]. O estudo apontou uma estimativa de potencial de 1.780 GW para a Zona Econômica Exclusiva (ZEE) [7]. Dentre os resultados obtidos cabe destacar as áreas com velocidade acima de 7m/s, que são consideradas as mais atrativas no que se refere ao potencial de geração. Pôde-se perceber que a 100 m de altura, o potencial do Brasil seria de 697 GW em locais com profundidade até 50 m.

O consumo brasileiro de energia elétrica deve alcançar 1.624 (TWh) até 2050 [8]. Dessa forma, seriam necessários um aumento nos investimentos em geração e transmissão de energia elétrica, além da diversificação da matriz energética para que se consiga atender essa demanda futura. Nesse contexto, em virtude do potencial indicado, a eólica *offshore* seria uma ótima estratégia [9].

Figura 1- Usina eólica *Offshore*



No entanto, para que a geração eólica *offshore* venha a se consolidar no país ela antes irá confrontar-se com muitos obstáculos. Dentre eles, podem ser destacados os altos custos, a falta de regulamentação e a baixa incidência de estudos e de dados coletados. Segundo especialistas a previsão é que a geração de energia eólica *offshore* só se torne estrategicamente atrativa daqui a 10 ou 20 anos.

Mas mesmo com horizonte de alguns anos pelas frente, não se pode ignorar o grande potencial de ventos na ZEE brasileira. Já é possível verificar o desenvolvimento de alguns projetos *offshore* no país. O primeiro deles é o Parque Eólico Asa Branca, que prevê a instalação de uma usina com capacidade de 500 MW na região costeira do estado de Ceará, com operação prevista para 2022 [10].

## III. METODOLOGIA

Podemos definir a pesquisa bibliométrica ou bibliometria como “... uma técnica estatística e quantitativa com o objetivo de apresentar índices de produção e de disseminação do conhecimento científico” A utilização da bibliometria torna-se possível recolher informações sobre a atividade científica, visto que, ela examina o material bibliográfico, e destaca informações dentro de um campo específico [12].

Dentre os principais objetivos da bibliometria, os que justificam a sua utilização neste estudo são, [11]:

- Identificar as tendências e o crescimento do conhecimento em uma área;
- Prever as tendências de publicação;
- Estudar a dispersão e a obsolescência da literatura científica;
- Prever a produtividade de autores individuais, organizações e países;
- Medir o crescimento de determinadas áreas e o surgimento de novos temas.

### A. Escolha da base de dados

A Scopus é uma base de dados multidisciplinar e mais ampla em respeito às referências bibliográficas com resumos e citações de literatura científica revisada (*peer-review*): 21.900 títulos de revistas (1.800 de livre acesso) de

mais de 5.000 editores internacionais e 55 milhões de registros [13,14]

### B. O VOSviewer

O software VOSviewer permite a criação de mapas de termos que nada mais são que um mapa bidimensional em que a ocorrência de um determinado termo é definida pelo tamanho do rótulo e pela distância entre dois termos. De forma simplificada, a ferramenta nos permite um trabalho bibliométrico profundo e claro, gerando insights inerentes à pesquisa com poucos cliques [12].

### C. Procedimentos e métodos

A realização da bibliometria consistiu nas seguintes etapas: 1. Definição do campo de estudo; 2. Seleção do banco de dados; 3. Definição e ajuste dos critérios de pesquisa; 4. Limpeza e organização do material extraído e 5. Análise dos clusters e formação dos mapas.

Conforme a descrição metodológica, realizou-se, no mês de setembro de 2021, a busca na base de dados: Scopus, utilizando-se o descritor “*offshore wind power*”. Estabeleceram-se como critérios de inclusão para seleção da amostra: os artigos científicos e reviews publicados no período de 2016 a 2021, que estivessem disponibilizados na íntegra para acesso online e contemplados nas seguintes modalidades.

Assim, a amostra final colhida constituiu-se de 603 publicações, na qual a query obtida foi: “*TITLE-ABS-KEY ("offshore wind power") AND (LIMIT-TO (DOCTYPE, "ar") OR LIMIT-TO (DOCTYPE, "re")) AND (LIMIT-TO (PUBYEAR, 2021) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2020) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2019) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2018) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2017) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2016))*”.

### D. Limpeza e organização dos dados

Mesmo sendo considerada uma das maiores bases de dados multidisciplinares, a Scopus apresenta algumas inconsistências na grafia de nomes [15]. Essas inconsistências podem abranger também em palavras e até no nome das instituições, nesse caso os erros podem ocorrer devido as variações de grafia das instituições em diferentes línguas. Estas diferentes grafias as alteram o resultado de rankings de produtividade, os estudos de co-ocorrência, coautoria entre pesquisadores e instituições e também cocitação [15, 16].

Logo, devido a constatação destas inconsistências tornou-se necessário a realização de uma padronização/limpeza de nomes de autores, instituições de filiação, títulos das obras e palavras-chaves. O procedimento foi realizado imediatamente logo a extração dos dados, a fim de se garantir maior confiabilidade a pesquisa.

### E. Construção dos mapas

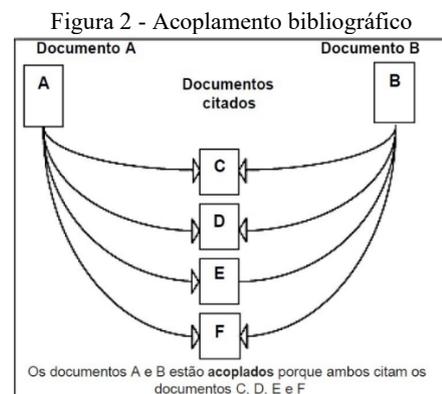
Nesta etapa, definiu-se como tipo de análises para examinar dentro do Vosviewer a análise de acoplamento bibliográfico, como pode ser visto na Figura 16. Definiu-se também as unidades de análises a serem utilizadas, sendo elas:

autores; países e organizações, a partir de cada uma delas, foram criados os mapas que serão apresentados e discutidos na seção seguinte.

## IV. RESULTADO E DISCUSSÕES.

### A. Análise de acoplamento bibliográfico

A análise de acoplamento bibliográfico possibilita o estudo do desenvolvimento das linhas de pesquisa, permitindo identificar os núcleos de pesquisa, os pesquisadores e os artigos mais importantes em um domínio científico [17]. O acoplamento bibliográfico entre dois artigos A e B ocorre quando estes referenciam pelo menos uma publicação em comum (ver Figura 2).



Nesse tipo de análise, são utilizados o número de referências compartilhados por dois trabalhos como uma medida de similaridade entre eles. Na Tabela 1 estão descritos os parâmetros utilizados nesta análise.

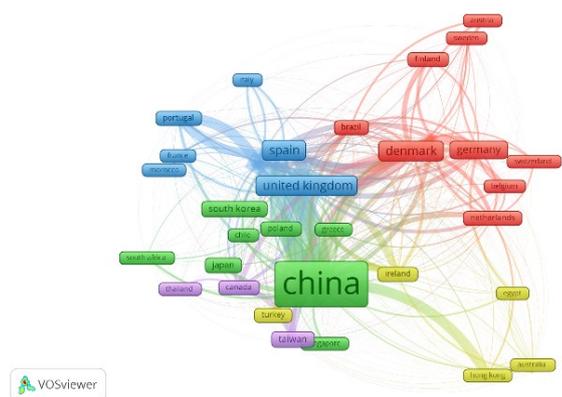
Tabela 1- Parâmetros de análise de acoplamento bibliográfico

Unidade de análise	Nº mínimo de documentos	Nº mínimo de citações	Nº de artigos encontrados	Observações	Mapa apenas com relações
Autores	3	2	138		
Organizações	2	3	50	45 possuem relação	Sim
Países	3	0	35		

A rede de acoplamento bibliográfico apresentada na Figura 5 é composta por 138 componentes, 12 clusters e 3337 links. As ligações ou links entre as redes ocorrem quando um autor compartilha das mesmas referências utilizadas por outros autores. Vale ressaltar que os autores que não aparecem em ligação alguma, ou com ligações bastante distantes é porque não conseguiram estabelecer uma relação de similaridade através de suas referências, com outros pesquisadores do tema em estudo.



Figura 6 - Mapeamento de acoplamento bibliográfico por países de publicações sobre eólica offshore.



A Tabela 2 exibe os 10 principais países que mais tem se destacado na produção de pesquisa sobre eólica *offshore*. A maioria dos países do Top 10 estão localizados na Europa (5) e na Ásia (4), o único país da América do norte é os Estados Unidos. Brasil e Chile são os países mais produtivos da região da América Latina ocupando o 12º e 23º, respectivamente.

Tabela 2 - Os 10 principais países em documentos

Classificação	País	Nº de documentos	Nº de citações
1	China	267	1896
2	Spain	48	603
3	United kingdom	47	667
4	Denmark	45	599
5	United states	44	732
6	Germany	32	395
7	Norway	25	334
8	South korea	22	78
9	Taiwan	22	115
10	Japan	18	57

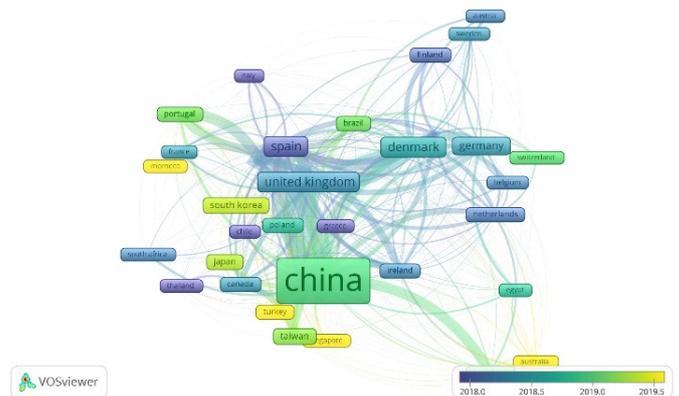
Apesar da China apresentar-se como um dos principais personagens e figura de maior destaque na rede, Figura 8. Cabe ressaltar a importância de países como Turquia, Singapura, Austrália, Coreia do Sul, Brasil, Portugal e Taiwan estão entre os países que tem desenvolvidos os trabalhos mais recentes no setor, Figura 7.

Diante de todas as análises alguns insights sobre o atual cenário da pesquisa no Brasil também podem ser retirados deste estudo: Dos (8) documentos com afiliação brasileira, (2) foram publicados em 2016, (1) no ano de 2017, (4) em 2020 e (1) em 2021, até o momento da realização desta pesquisa. O que demonstra um cenário de oportunidades e possibilidades.

As instituições que concentram a maior quantidade de documentos sobre o tema, de acordo com os dados extraídos são: a Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e

a Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI). Também destacam pesquisadores tais como: Felipe Mendonça Pimenta, Dr. em Physical Ocean Science and Engineering; Arcilan Trevenzoli Assireu, Dr. em Oceanografia Física e Allan Rodrigues Silva, Dr. em Ciências Climáticas. Tais pontos destacados podem ser considerados, direcionadores para pesquisadores que detêm interesses pelo tema.

Figura 7 - Mapeamento de acoplamentos bibliográfico por países de publicações sobre eólica offshore.



## V. CONCLUSÕES

Com os estudos bibliométricos, que nos auxiliaram no mapeamento do conhecimento científico, foram verificadas as produções internacionais obtidas na base de dados do Scopus. As análises bibliométricas foram realizadas com auxílio do software gratuito, o VOSviewer, utilizando ferramentas de mineração de dados o acoplamento bibliográfico, que possibilitaram a interpretação dos mapas de rede gerados a partir desta técnica.

De modo geral, esta pesquisa analisou 603 artigos e reviews publicados em 73 países, entre os anos de 2016 e 2021 na base de dados do Scopus no mês de setembro de 2021. Com este material identificamos importantes publicações, autores, periódicos, instituições e países que tem se dedicado ao setor eólico offshore. Em especial, destaca-se o papel da República Popular (ou simplesmente China) da China tanto em número de documentos, citações, e predominância de autores e organizações envolvidas com o tema. Também destacamos algumas possíveis tendências potenciais e tópicos importantes para o futuro desta área.

A realização de um estudo bibliométrico combinado com a utilização do VOSviewer apresentou-se como uma ferramenta clara e objetiva de estruturação e mapeamento da evolução, dos principais grupos e dos autores do setor de energia eólica offshore. Esse tipo de análise ajudará acadêmicos interessados pelo setor a compreender profundamente o processo de desenvolvimento neste campo. Este estudo também pode ajudar os estudiosos a rapidamente encontrar os periódicos, autores ou publicações que desejam consultar. Por último, mas não menos importante, as previsões baseadas na bibliografia também podem fornecer ideias para pesquisas futuras.

## REFERÊNCIAS

- [1] Associação brasileira de energia eólica - ABEEÓLICA. *Infovento 21*. 2021. Disponível em: [http://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2021/06/2021\\_06\\_InfoVento21.pdf](http://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2021/06/2021_06_InfoVento21.pdf). Acesso em: 04 abr. 2021.
- [2] C. F. Martins, *O Descomissionamento de Estruturas de Produção Offshore no Brasil*. Tese de Pós-graduação, UFES, Vitória, ES, Brasil, 2015.
- [3] J. R. F. Diógenes *et al.* Barriers to onshore wind farm implementation in Brazil. *Energy Policy*, [s. l.], v.128, 253–266, 2019. doi:10.1016/j.enpol.2018.12.062
- [4] R. Dutra. *Energia eólica: princípios e tecnologias*. Rio de Janeiro: Cepel, 2008. 58 p.
- [5] Global wind energy council (GWEC). *Global Wind Report 2016*. 2016.
- [6] V. S. Costa. *Novos territórios da energia eólica no Brasil: Apropriações e conflitos*. Tese (Doutorado) – Programa de Pós Graduação em Geografia, da Universidade Federal de Sergipe – PPGEO/UFS, São Cristóvão (SE), p. 282, 2019.
- [7] Empresa de pesquisa energética (EPE). *Potencial dos Recursos Energéticos no Horizonte 2050*. Rio de Janeiro: 2018.
- [8] Empresa de pesquisa energética (EPE). *Nota Técnica DEA 13/15: Demanda de Energia 2050. Série Estudos da Demanda de Energia*. Rio de Janeiro: MME/EPE, 2016.
- [9] Empresa de pesquisa energética (EPE). *Roadmap Eólica Offshore Brasil: Perspectivas e caminhos para a energia eólica marítima*. 2 edição: Brasília. EPE, 2020.
- [10] L. P. Carvalho. *A potencial sinergia entre a exploração e a produção de petróleo e gás natural e a geração de energia eólica offshore: o caso do Brasil*. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Planejamento Energético, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, p. 245, 2019.
- [11] F. Quevedo-Silva *et al.* Estudo bibliométrico: orientações sobre sua aplicação. *Revista Brasileira de Marketing*, São Paulo, v. 15, ed. 2, p. 246-262, 2016. University Nove de Julho. <http://dx.doi.org/10.5585/remark.v15i2.3274>.
- [12] I. C. P. Costa *et al.* Produção científica em periódicos online sobre o novo coronavírus (COVID-19): pesquisa bibliométrica. *Texto Contexto Enferm* [Internet]. 2020 [acesso 08 2021 10]; 29:e20200235. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1980-265X-TCE-2020-0235>
- [13] J. F. Burnham, Scopus database: a review. *Biomedical Digital Libraries*, [s. l.], p. 1-8, 2006.
- [14] A. Martín-Martín *et al.* Google Scholar, Web of Science, and Scopus: A systematic comparison of citations in 252 subject categories. *Journal of Informetrics*, [s. l.], v. 12, p. 1160-1177, 2018.
- [15] S. A. S. Vanz; I. R. C. Stumpf,. Procedimentos e ferramentas aplicadas aos estudos bibliométricos. *Memória científica*, João Pessoa, v. 20, ed. 2, p. 67-75, 2010.
- [16] M. Castillo-Vergara *et al.* A bibliometric analysis of creativity in the field of business economics. *Journal of Business Research*, [s. l.], v. 85, p. 1-9, 2018.
- [17] M. C. C. Grácio. Acoplamento bibliográfico e análise de cocitação: revisão teórico-conceitual. *Encontros Bibli: revista eletrônica de biblioteconomia e ciência da informação*, [s. l.], v. 21, ed. 47, p. 82-99, 2016.

## DADOS BIOGRÁFICOS

**Bárbara Gomes Pereira**, Graduanda em Engenharia de Energias pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, campus de Ciência e Tecnologia em Energia e Sustentabilidade (UFRB/CETENS). Bacharel em Energia e Sustentabilidade (2018) pela mesma instituição, onde atuou como orientanda no Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC - CNPq) nos projetos de iniciação científica intitulados Modelagem, simulação e otimização do sistema logístico de distribuição e transportes do município de Feira de Santana - BA e Desenvolvimento de placa absorvedora de calor por estampagem incremental aplicada a geração de energia, como voluntária e bolsista, respectivamente. Já foi representante discente no colegiado do curso e representante de curso pelo Programa CreaJr - BA. Atualmente cursa o MBA em Gestão de Projetos na USP/Esalq.

**Wanberton Gabriel de Souza**, Professor Adjunto e Vice Coordenador no curso de Engenharia de Energias na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB. Graduiu-se em Engenharia Elétrica pela Universidade de Uberaba (Uniube), em 2012 com ênfase em Automação e Controle. Cursou o Mestrado junto ao LAcE - Laboratório de Acionamentos Elétricos - pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU), em 2016, realizando estudos envolvendo Transferência de potência sem fios através do acoplamento ressonante. Doutorado cursado na Universidade Federal de Uberlândia no Programa de Pós Graduação em Engenharia Elétrica, fazendo um estudo sobre a Transferência de Potência sem Fios envolvendo Múltiplos Receptores. Experiência com projetos de Sistemas de Geração Fotovoltaica conectados a rede.