

# MAPEAMENTO GLOBAL DAS USINAS DE ENERGIA SOLAR HELIOTÉRMICA

**Gabriela Soares do Nascimento** (UFRN) - gabrielasoesdn@gmail.com

**Nícolas Alves Costa Oliveira** (UFRN) - nicolas.oliveira7117@gmail.com

**Monalisa da Silva Godeiro** (UFRN) - monasg@ufrn.edu.br

**Helder RODRIGUES FERREIRA** (UFRN) - heldernog@gmail.com

**Mario O. A. González** (UFRN-CRG) - mariooagonzalez@gmail.com

## **Resumo:**

*O aumento da demanda por energia elétrica aumenta a necessidade de utilização de fontes renováveis, para que seja evitado o esgotamento das fontes não renováveis, assim como, para que seja evitado a emissão de gases do efeito estufa. Para isso, uma das formas promissoras de geração de energia é a energia solar heliotérmica, que utiliza a radiação solar para gerar eletricidade, por meio de uma turbina. Espera-se que em 2050 haja 633 GW de potência instalada globalmente, e para que este segmento se desenvolva, é necessário ter informações precisas e relevantes quanto às usinas em operação e em desenvolvimento no mundo. O artigo tem como objetivo mapear as usinas de energia solar heliotérmica quanto ao país de implantação, opções tecnológicas de seus componentes e da cadeia de valor. Para isso foi utilizado a base de dados do Laboratório Nacional de Energias Renováveis dos Estados Unidos. Como resultado, foi evidenciado a maior utilização da tecnologia de cilindros parabólicos nas usinas heliotérmicas no mundo, a concentração de usinas na Espanha, Estados Unidos e China, a preferência pelo uso do óleo térmico e o sal fundido como fluido de transferência de calor, a utilização de armazenamento em dois tanques, direto ou indireto, para usinas que possuem armazenamento térmico, entre outros resultados.*

**Palavras-chave:** *Energia solar, Heliotérmica, Usinas solares*

**Área temática:** *Conversão Térmica com Concentradores*

**Subárea temática:** *Equipamentos e sistemas de conversão heliotérmica para eletricidade*

# MAPEAMENTO GLOBAL DAS USINAS DE ENERGIA SOLAR HELIOTÉRMICA

**Gabriela Soares do Nascimento** – gabrielasoaresdn@gmail.com

**Nícolas Alves Costa Oliveira** – nicolas.oliveira7117@gmail.com

**Monalisa da Silva Godeiro** – monasg@ufm.edu.br

**Helder Rodrigues Ferreira** – heldernog@gmail.com

**Mario Orestes Aguirre González** – mariooagonzalez@gmail.com

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Departamento de Engenharia de Produção

3. Conversão Térmica com Concentradores

**Resumo.** *O aumento da demanda por energia elétrica aumenta a necessidade de utilização de fontes renováveis, para que seja evitado o esgotamento das fontes não renováveis, assim como, para que seja evitado a emissão de gases do efeito estufa. Para isso, uma das formas promissoras de geração de energia é a energia solar heliotérmica, que utiliza a radiação solar para gerar eletricidade, por meio de uma turbina. Espera-se que em 2050 haja 633 GW de potência instalada globalmente, e para que este segmento se desenvolva, é necessário ter informações precisas e relevantes quanto às usinas em operação e em desenvolvimento no mundo. O artigo tem como objetivo mapear as usinas de energia solar heliotérmica quanto ao país de implantação, opções tecnológicas de seus componentes e da cadeia de valor. Para isso foi utilizado a base de dados do Laboratório Nacional de Energias Renováveis dos Estados Unidos. Como resultado, foi evidenciado a maior utilização da tecnologia de cilindros parabólicos nas usinas heliotérmicas no mundo, a concentração de usinas na Espanha, Estados Unidos e China, a preferência pelo uso do óleo térmico e o sal fundido como fluido de transferência de calor, a utilização de armazenamento em dois tanques, direto ou indireto, para usinas que possuem armazenamento térmico, entre outros resultados.*

**Palavras-chave:** *Energia solar, Heliotérmica, Usinas solares.*

## 1. INTRODUÇÃO

A energia elétrica é um fator importante para o desenvolvimento econômico de um país, e à medida que o país se desenvolve, a necessidade por eletricidade aumenta (Ravi Kumar e Reddy, 2012). Com isso, vê-se um crescimento na demanda por eletricidade de forma global, e um dos pontos críticos deste tal aumento é a fonte de energia utilizada. Em 2016, 88% da energia consumida no mundo era provinda de combustíveis fósseis, como carvão mineral e gás natural, podendo acarretar futuramente no esgotamento destas fontes não renováveis, além de estar resultando na emissão de gases de efeito estufa (IRENA, 2018).

Para contornar tal situação é necessário utilizar fontes renováveis, sendo um exemplo, a energia solar heliotérmica (CSP – concentrated solar power), que utiliza o calor dos raios solares para gerar eletricidade (Islam *et al.*, 2018). Essa geração é dita como promissora, pois utiliza o recurso solar que é abundante, irrestrito e inesgotável (Baharoon *et al.*, 2014; Weinstein *et al.*, 2015).

A CSP se diferencia da energia solar fotovoltaica por não utilizar módulos fotovoltaicos, os quais transformam a radiação solar em eletricidade por meio da movimentação de elétrons em materiais semicondutores (Sampaio e González, 2017). A CSP, por sua vez, utiliza espelhos que direcionam a radiação solar concentrando-a em um foco (pontual ou linear), o que possibilita a absorção de calor em altas temperaturas. O calor é transportado por meio de fluidos de transferência de calor para transformar um líquido em vapor, este vapor rotaciona uma turbina que permite a geração de eletricidade (Weinstein *et al.*, 2015).

Assim, o funcionamento de uma CSP faz a conversão da radiação solar em energia térmica, depois em energia mecânica, para, por fim, gerar energia elétrica (Pitz-Paal, 2017). Além disso, uma vez que o processo envolve energia térmica, é possível armazenar o calor para utilizar em momentos que o recurso solar esteja insuficiente, como ocorre em dias nublados ou à noite. A possibilidade de armazenamento térmico é uma das vantagens da CSP em relação as demais fontes renováveis, além de ser uma geração de grande escala (Weinstein *et al.*, 2015).

Para concentrar o calor em um foco, são utilizados espelhos rastreadores que se movimentam de acordo com o deslocamento diário do sol. Existem quatro tipos de tecnologias de concentrador: o concentrador cilindro-parabólico, concentradores linear Fresnel, o sistema de torre central e o concentrador disco parabólico. Essas tecnologias se diferenciam por terem um foco pontual (sistema de torre central e concentrador disco parabólico) ou linear (concentrador cilindro-parabólico e concentradores linear Fresnel), por serem superfície contínua (concentrador cilindro-parabólico e concentrador disco parabólico) ou facetada (sistema de torre central e concentradores linear Fresnel), e por se movimentarem em um (concentrador cilindro-parabólico e concentradores linear Fresnel) ou dois (sistema de torre central e concentrador disco parabólico) eixos (Pitz-Paal, 2017; Weinstein *et al.*, 2015).

Com relação a capacidade de geração de energia, de acordo com IRENA (2018), em 2015 havia 5 GW instalados e foi feita uma previsão em que em 2050 haverá uma geração de 633 GW. De acordo com NREL (2019), há 106 usinas em operação em 2019, contando com 5,9 GW ao total. Com isso, percebe-se um crescente investimento neste tipo de geração de energia e espera-se prover, até 2050, 4% de energia gerada por essa fonte no mundo (IRENA, 2018).

Para que a CSP cresça em um cenário global, é necessário ter informações relevantes das usinas já em operação e em desenvolvimento, entendendo os tipos de tecnologias utilizadas, as características físicas das usinas, o nível de recurso solar necessário para as usinas, o impacto social causado, entre outros. Essas informações possibilitarão um maior conhecimento sobre o setor, permitindo tomar decisões de forma assertiva e estratégica.

Mediante a isso, a pesquisa tem como objetivo analisar os dados das usinas heliotérmicas no mundo, gerando informações relevantes para o setor. Foi utilizado o banco de dados disponibilizado pelo Laboratório Nacional de Energias Renováveis dos Estados Unidos (NREL), a qual dispõe de dados atualizados das usinas em um contexto global.

O artigo está dividido em três seções, desconsiderando a introdução: o método da pesquisa, em que foi explicada a forma de análise dos dados e as etapas da pesquisa; a análise dos dados, em que foram analisados os dados obtidos e propostas as conclusões; e, na última seção, as considerações finais, em que foram elencadas as conclusões das pesquisas, as limitações e as recomendações para estudos futuros.

## 2. MÉTODO DA PESQUISA

A pesquisa é considerada, de acordo com seu propósito, como descritiva (Yin, 2003), pois tem o objetivo de caracterizar, por meio de análises, a situação das usinas heliotérmicas no mundo. Quanto sua abordagem é uma pesquisa quantitativa, que utiliza dados numéricos em seu desenvolvimento (Creswell, 2003). Além disso, caracteriza-se como uma pesquisa transversal, quanto ao seu desenvolvimento no tempo, pois utiliza dados de um momento específico no tempo (Fontelles *et al.*, 2009).

A pesquisa utilizou a base de dados do Laboratório Nacional de Energias Renováveis dos Estados Unidos (NREL), em que são divulgados dados sobre 153 usinas no mundo (NREL, 2019). Os dados utilizados foram de usinas comerciais e de usinas demonstrativas, também de usinas em operação, em desenvolvimento, em construção e ainda sem operação.

Foram utilizadas 16 categorias das 91 fornecidas pelo banco de dados, existem algumas lacunas de dados para algumas usinas, desta forma, a análise de cada categoria considerou apenas as usinas em que tinham seus dados fornecidos.

## 3. ANÁLISE DOS DADOS

A análise dos dados das usinas heliotérmicas fornece um conhecimento aprofundado do setor, possibilitando a troca de informações entre empresas, estudos mais consistentes para a academia e resultados mais assertivos. Para uma análise consistente, o estudo detalha as usinas heliotérmicas em 4 aspectos: dados gerais, tecnologias utilizadas, características das usinas e a cadeia de valor das usinas.

### 3.1 Dados gerais das usinas heliotérmicas no mundo

Os dados gerais analisados foram: a distribuição de tecnologia de concentrador nas usinas existentes, os países que possuem usinas heliotérmicas, o status das usinas existentes e a evolução temporal da potência instalada de usinas heliotérmicas no mundo.

A Fig. 1 apresenta o gráfico da porcentagem de usinas que utilizam os 4 tipos diferentes de tecnologia de concentrador. Percebe-se um predomínio do concentrador cilindro-parabólico (65%), seguido pelo sistema de torre central, com 24%. O concentrador cilindro-parabólico e o sistema de torre central são tecnologias maduras, enquanto as demais ainda estão em fase de desenvolvimento.

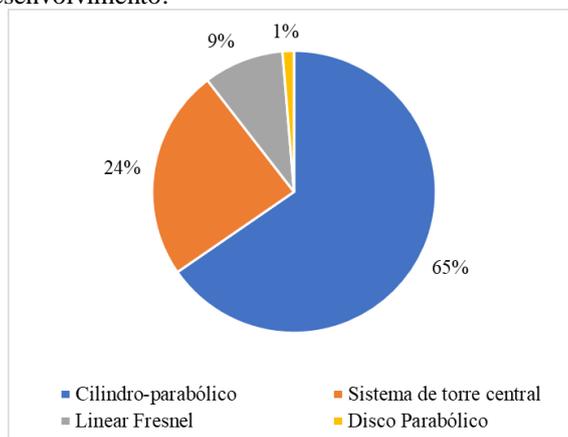


Figura 1 – Percentagem de tipos de concentradores utilizados pelas usinas heliotérmicas no mundo.

Na Fig. 2 é apresentada a quantidade de usinas heliotérmicas existentes por país, bem como a distribuição do uso de tecnologias de concentrador em cada um. Pode-se afirmar que existem usinas heliotérmicas nos cinco continentes (África, América, Ásia, Europa e Oceania), mas o maior número de usinas se concentra na Espanha, nos Estados Unidos e na China, e ainda há CSP em outros 20 países. Com relação ao uso de tecnologias de concentrador, a Espanha e os Estados Unidos utilizam mais concentradores cilindro-parabólico, enquanto na China se utiliza mais sistema de torre central, o Chile dispõe apenas de sistema de torre central, a França apenas com concentradores linear Fresnel. Outra observação é que os Estados Unidos mostram-se sendo o único a investir na tecnologia de disco parabólico.

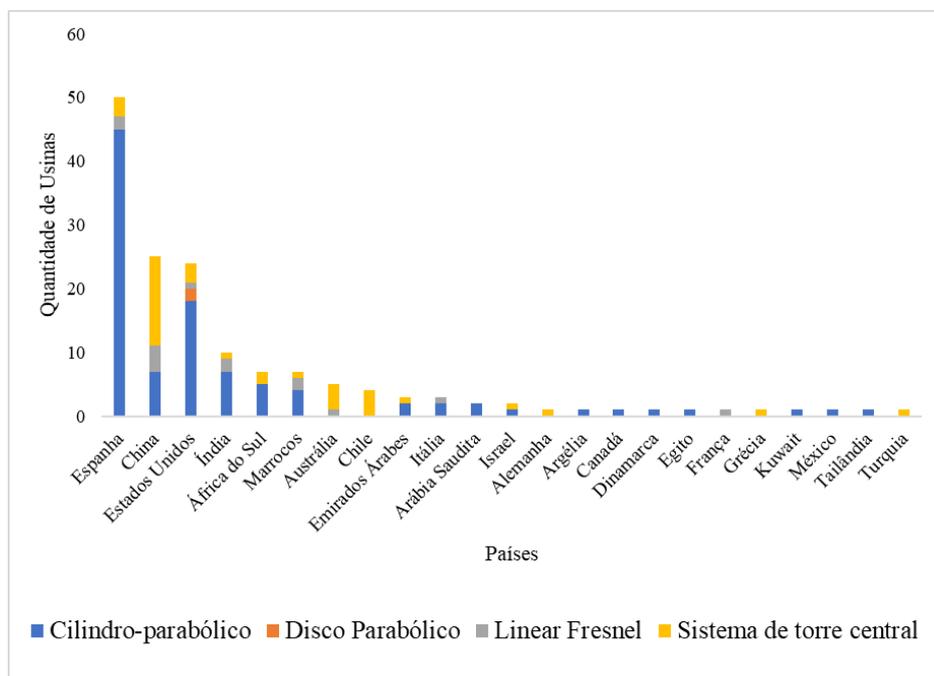


Figura 2 - Quantidade de usinas heliotérmicas dispostas por países no mundo.

Na Fig. 3 é apresentado o gráfico do *status* das usinas por tecnologia de concentrador. A partir dele, torna-se possível visualizar a existência de uma grande quantidade de usinas em operação com tecnologias de concentrador cilindro-parabólico, seguido de sistema de torre central e, por fim, concentradores linear Fresnel. Há também uma maior participação de concentradores cilindro-parabólico nas usinas em construção. Ademais, nota-se que a tecnologia de concentrador disco parabólico, apesar de ter sido construída nos Estados Unidos, ainda não está em operação nem consolidada no mercado. Também é possível inferir a tendência na construção de usinas heliotérmicas envolvendo o sistema de torre central, visto que a maioria dos projetos em desenvolvimento envolvem esse tipo de tecnologia.

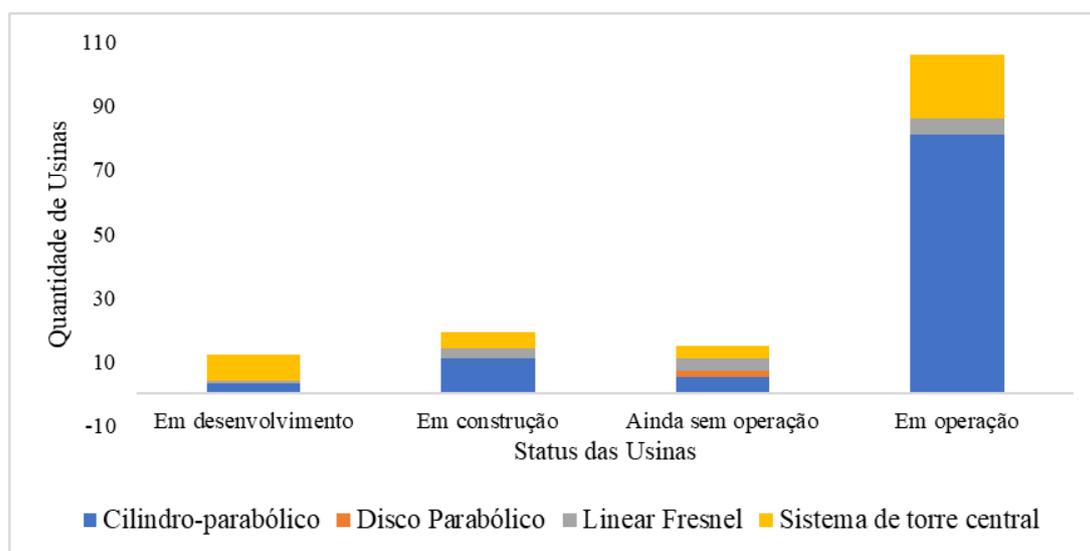


Figura 3 – Status das usinas heliotérmicas no mundo.

Na Fig. 4 é apresentada a potência instalada (MW) de usinas heliotérmicas ao longo do tempo. É possível notar a tendência de crescimento e exploração dessa fonte de energia desde 1984 até o ano atual, bem como projeções positivas para o futuro. No ano de 2019, está previsto 7,8 GW instalados. Mas há, desse montante considerado, equivalente a 810 MW de usinas em construção, 233 MW de usinas ainda sem operação, 360 MW de usinas em desenvolvimento, além disso, prevê-se mais de 9 GW em 2021.

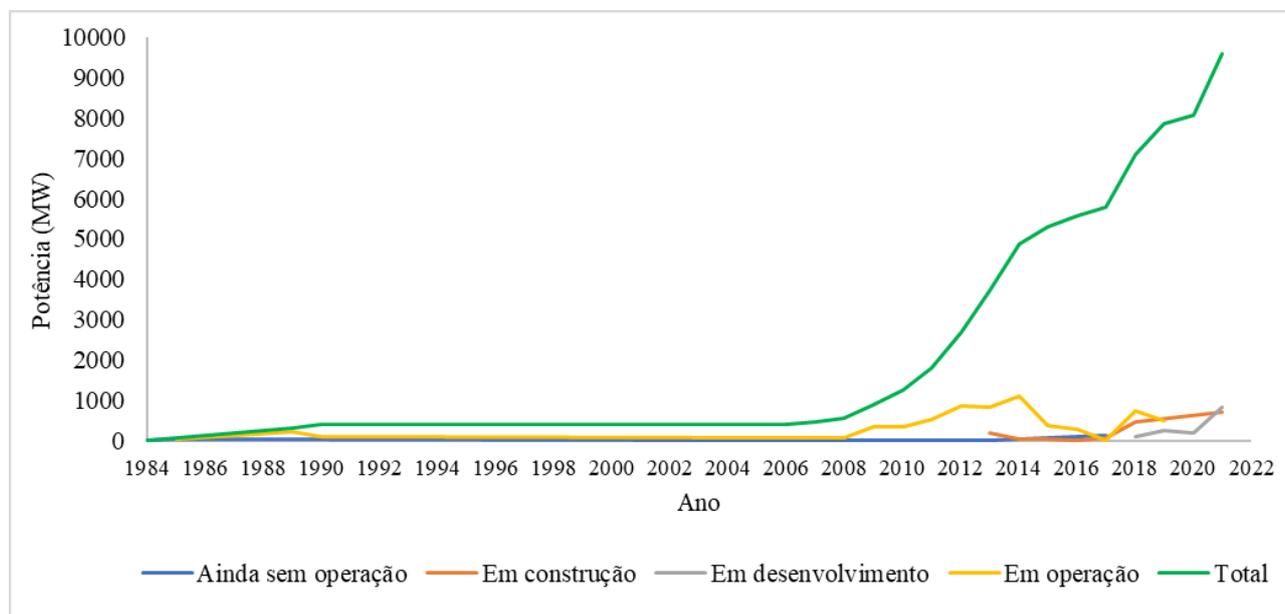


Figura 4 – Evolução temporal da potência instalada de usinas heliotérmicas no mundo.

### 3.2 Dados das tecnologias utilizadas em usinas heliotérmicas

Os dados das tecnologias analisados estão relacionados à porcentagem do tipo de fluido de transferência utilizado, ao tipo de armazenamento empregado e ao método de resfriamento aplicado. Pode-se visualizar, por meio da Fig. 5, que o tipo de fluido de transferência mais utilizado é o óleo térmico (44%), seguido do sal fundido (36%).

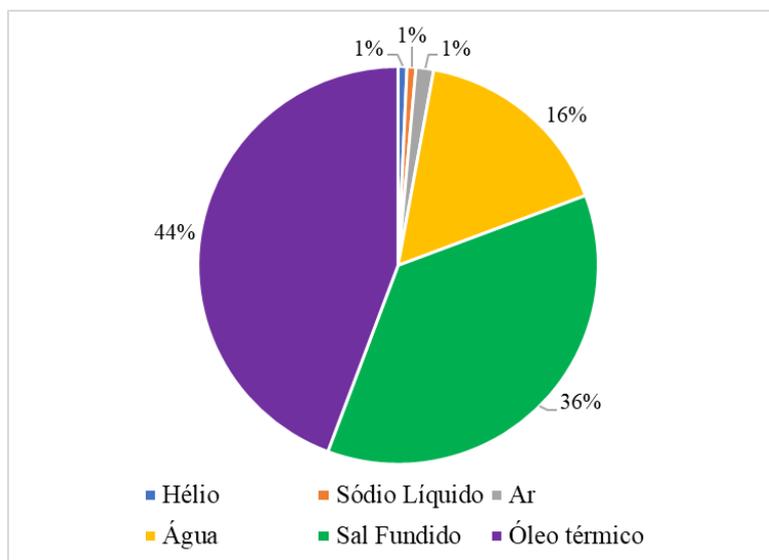


Figura 5 - Percentual do tipo de fluido de transferência de calor.

A Fig. 6 apresenta os tipos de armazenamento utilizados nas usinas atualmente, considerando aquelas que possuem armazenamento térmico, pois a maioria das usinas não utiliza esse recurso. Obteve-se como resultados que a maioria utiliza o armazenamento de dois tanques indireto, ou seja, um tanque quente e um tanque frio e detentor de fluido diferente do utilizado para a transferência de calor (Kuravi *et al.*, 2013). O segundo maior tipo de armazenamento é o de dois tanques direto, diferindo do explicado anteriormente por utilizar o mesmo fluido para a transferência de calor (Kuravi *et al.*, 2013). Quanto ao armazenamento de um tanque termoclina, percebe-se que, embora já existam usinas que o utilize, ainda é ele é pouco explorado se comparado aos demais.

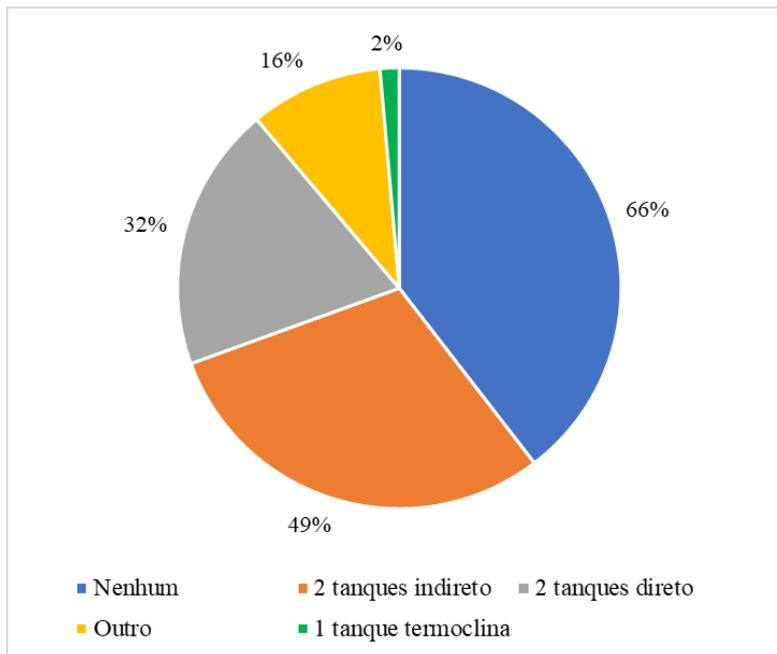


Figura 6 - Percentual do tipo de armazenamento.

A Fig. 7 apresenta os diferentes métodos de resfriamento. A partir desta, observa-se que a maioria das usinas utiliza um resfriamento a base de água (*wet cooling*), porém já existem usinas utilizando o resfriamento a seco (*dry cooling*), o qual assegura uma redução do uso de água para a operação da usina e se caracteriza como sendo mais sustentável pela menor dependência de recursos naturais durante o seu funcionamento (Xu *et al.*, 2016). Há, ainda, usinas utilizando o resfriamento híbrido — em quantidade consideravelmente inferior em comparação aos demais métodos.

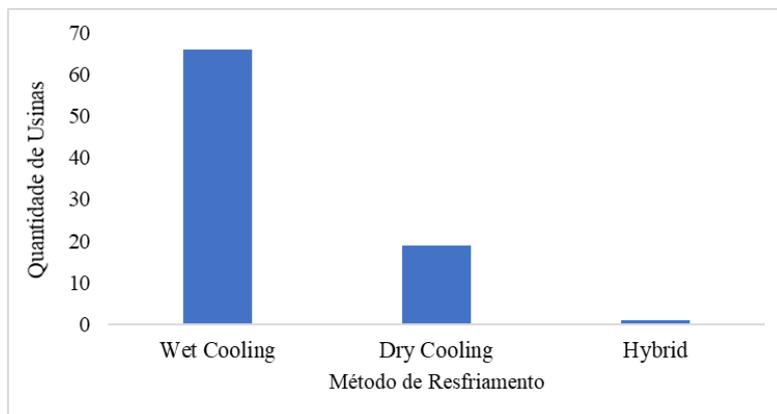


Figura 7 - Métodos de resfriamento.

### 3.3 Dados das características das usinas heliotérmicas

Esse tópico possui como objeto principal analisar as características físicas das usinas de energia solar, tais como o percentual do tipo de fluido de transferência de calor, o percentual do tipo de armazenamento, os métodos de resfriamento, a quantidade de irradiação direta normal (DNI) por tipo de usina, o intervalo da densidade da área das usinas em hectares por MW, a potência das turbinas e o mês de início de operação das usinas por continente,.

A Fig. 8 apresenta o DNI das usinas, indicando um maior número com DNI variando de 2001 a 2500 quilowatts-hora por metro quadrado por ano ( $\text{kWh/m}^2\cdot\text{ano}$ ). De acordo com Islam *et al.* (2018) e Ummadisingu, Soni (2011), o mínimo viável para instalação de usinas é DNI acima de 2000  $\text{kWh/m}^2\cdot\text{ano}$ , as usinas que possuem um DNI abaixo deste valor são usinas de demonstração.

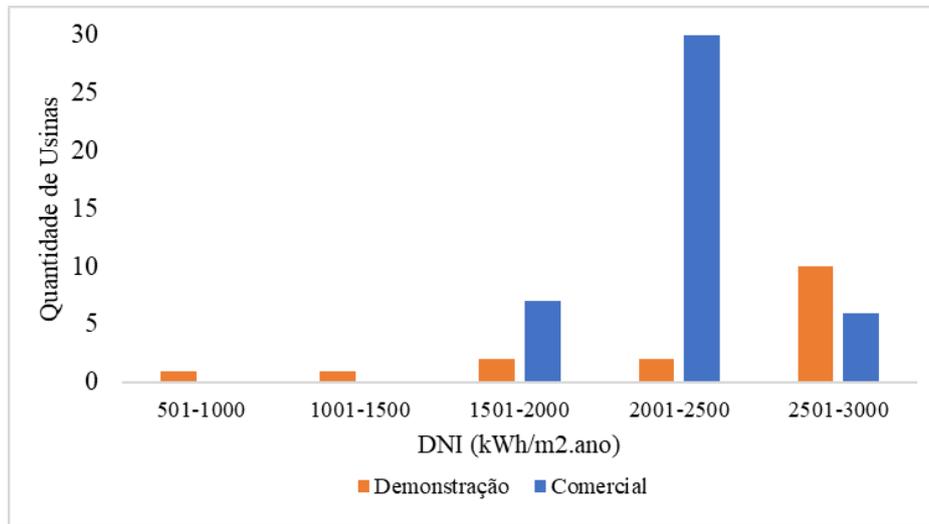


Figura 8 - Quantidade de irradiação direta normal (DNI) por tipo de usina.

A Fig. 9 traz informações quanto ao espaço físico destinado a construção de usinas heliotérmicas, foi utilizado a densidade da área construída (hectares) pela potência da turbina (MW) indicando quantos hectares para cada MW instalado foi necessário para construção. A partir da Figura, percebe-se uma maior utilização de 2 a 4,5 hectares por MW para concentradores cilindro-parabólico, de até 0,5 hectares por MW para concentradores disco parabólico, de até 4 hectares por MW para concentradores linear Fresnel, e quanto para o sistema de torre central, não há uma concentração, mas possui intervalos variando de 0,5 até 260 hectares por MW.

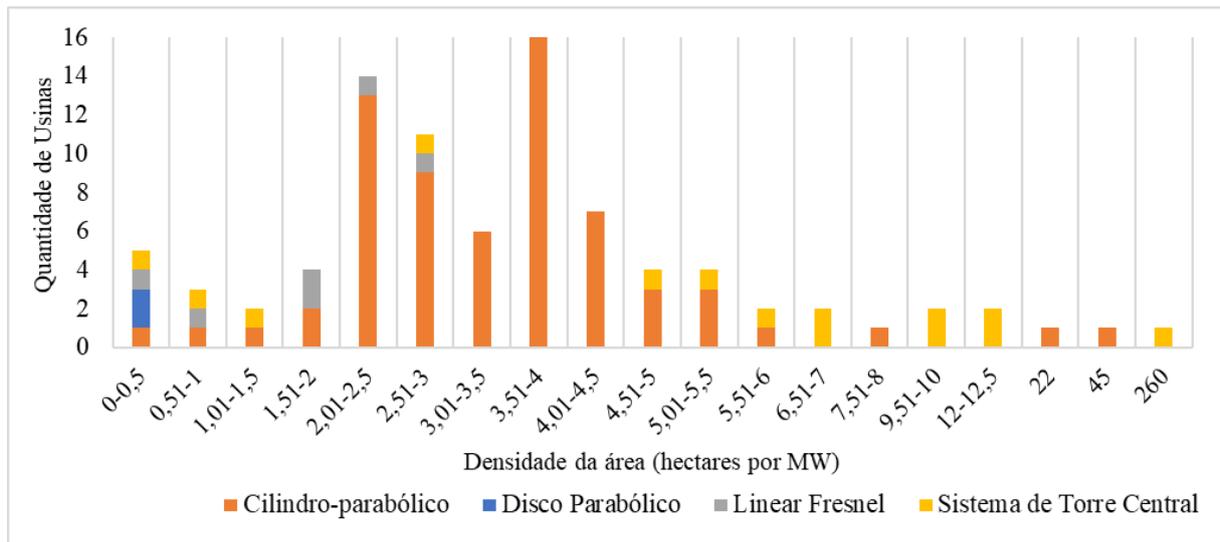


Figura 9 - Intervalo da densidade da área das usinas em hectares por MW.

Com relação a potência em megawatts (MW), a Fig. 10 mostra a existência de uma maior quantidade de usinas com turbinas de potência variando entre 41 a 50 MW. E mostra uma variação de 1 a 600 MW de potência entre as turbinas das usinas.

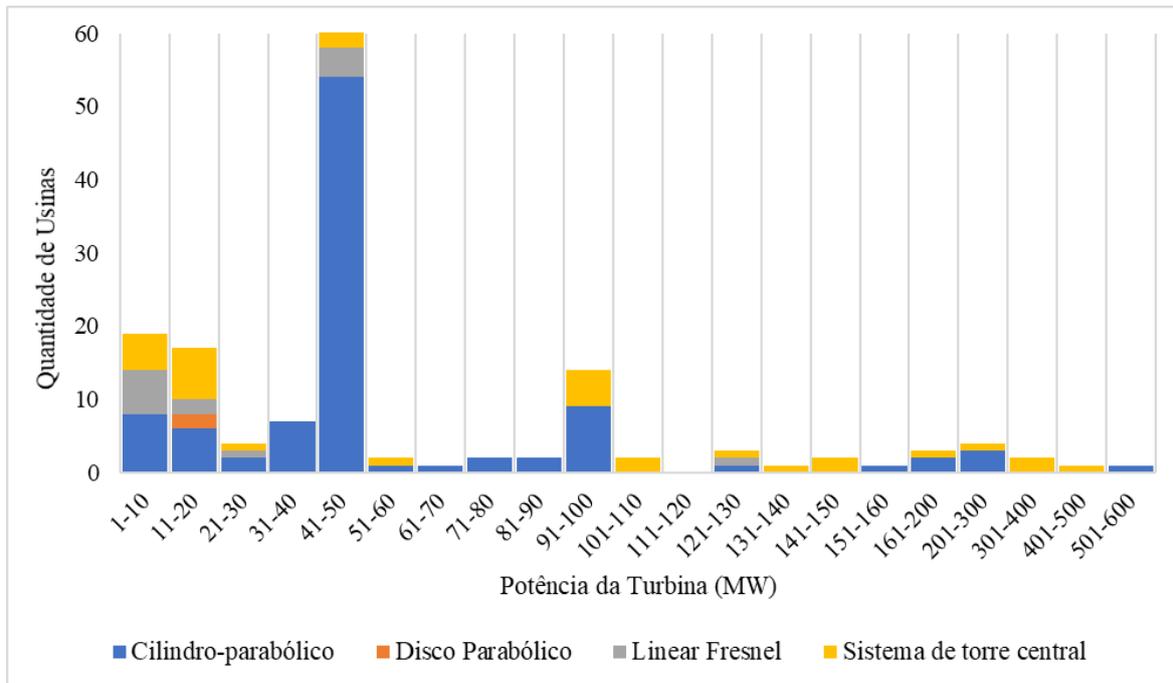


Figura 10 - Potência das turbinas.

A Fig. 11 apresenta o mês de início de operação das usinas heliotérmicas por continente. Sendo assim, é viável considerar que é no mês de janeiro em que se iniciam a maioria das operações das usinas heliotérmicas, sobretudo na Europa. Dezembro também apresenta uma quantidade de usinas relevante, mas sendo pouco mais da metade da quantidade de usinas em janeiro.

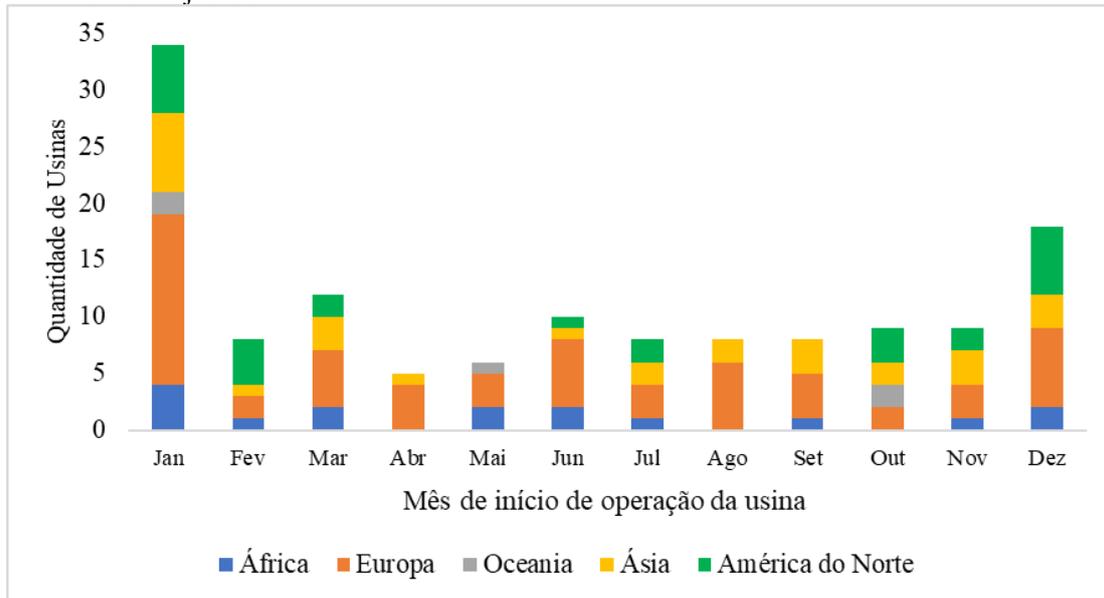


Figura 11- Mês de início de operação das usinas por continente.

### 3.4 Dados da cadeia de valor das usinas heliotérmicas

Os dados em análise desse tópico envolvem a cadeia de valor das usinas heliotérmicas, tais como as empresas desenvolvedoras dessa tecnologia, as empresas fornecedoras de turbinas e a quantidade de trabalho gerado durante as fases de construção e operação.

A Fig. 12 apresenta as empresas desenvolvedoras de usinas heliotérmicas mais representativas no mercado, sendo consideradas no gráfico apenas aquelas que possuem três ou mais usinas desenvolvidas. E observou-se que a Abengoa Solar, empresa de sede na Espanha, é a que mais desenvolve usinas solares térmicas, com um total de 22 usinas estruturadas, mostrando-se líder nesse cenário, porém esta empresa encerrou suas atividades.

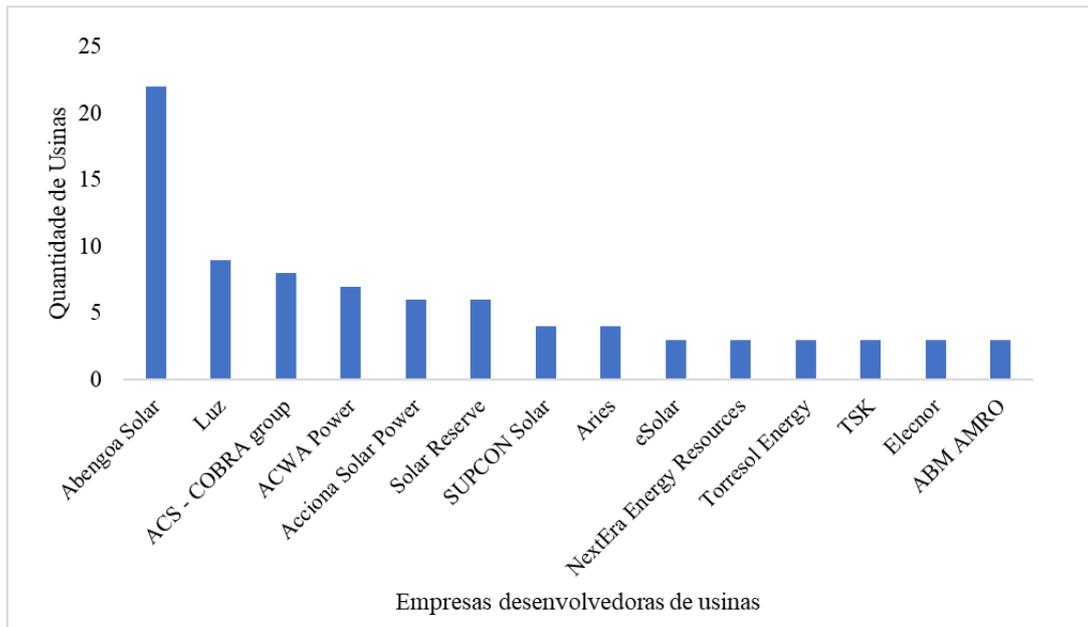


Figura 12 - Empresas desenvolvedoras de usinas heliotérmicas no mundo.

A Fig. 13 envolve as empresas fornecedoras de turbinas. Nota-se que a empresa Siemens, com sede situada na Alemanha, se destaca quanto a sua contribuição para o fornecimento de turbinas, totalizando 34 usinas beneficiadas, cujo total está muito à frente se comparado aos demais fornecedores.

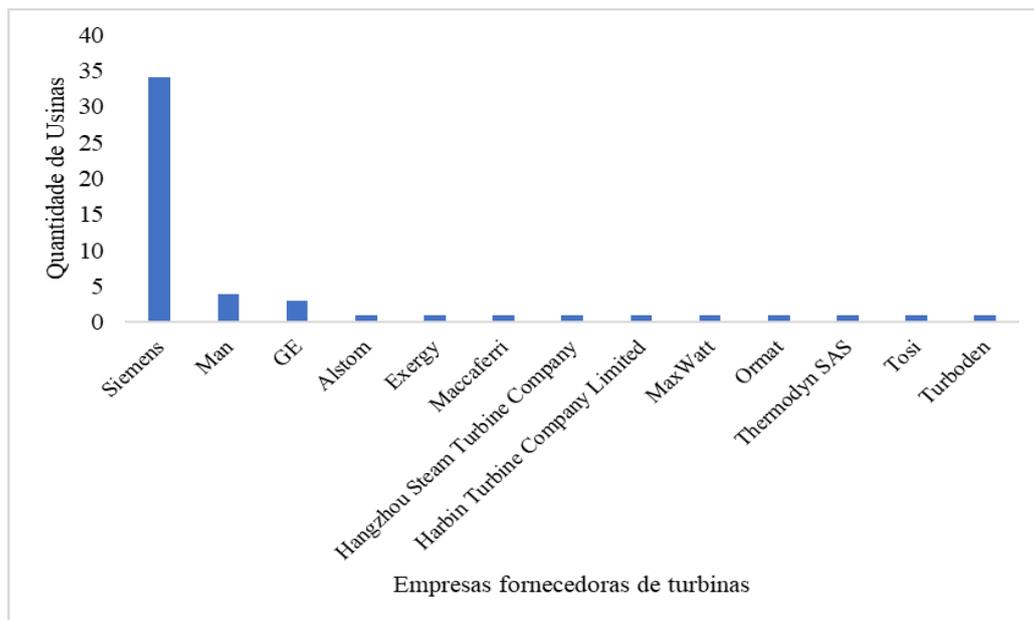


Figura 13 - Empresas fornecedoras de turbinas.

Quanto ao impacto social das usinas heliotérmicas, a Fig. 14 apresenta a quantidade de trabalho gerado nos períodos de construção e operação de usinas heliotérmicas. Na fase de construção, é notória a grande empregabilidade de trabalhadores, tendo o máximo de 600 empregos gerados. Na fase de operação da usina, a maioria das usinas geram 40 a 45 empregos, mas também há usinas com 85 a 90 empregos gerados. Esse resultado corrobora com o estudo de González, Gonçalves e Vasconcelos (2017) que afirmam que, embora existam consequências negativas em potencial para a comunidade do entorno do projeto, estes podem contribuir significativamente para o desenvolvimento regional e ter efeitos positivos sobre a geração de emprego e outros fatores.

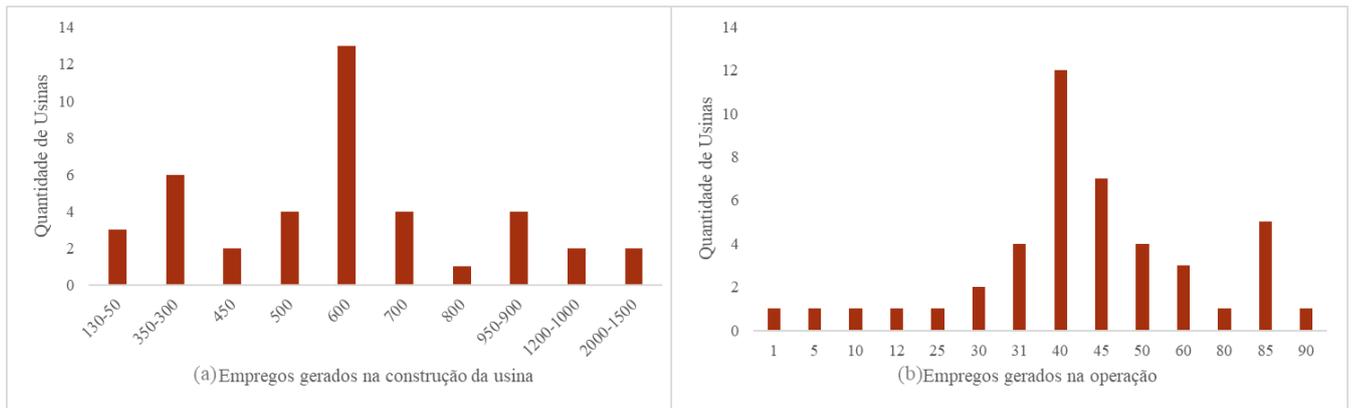


Figura 14 - Empregos gerados durante a fase de (a) construção e (b) operação da usina

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa tem como objetivo analisar as usinas heliotérmicas do mundo a partir de dados disponibilizados pelo NREL, para que seja possível ter conhecimento maior acerca da situação do setor e para permitir uma tomada de decisão mais assertiva e estratégica quanto às usinas heliotérmicas.

Para este estudo foram utilizados 16 dados das 91 categorias disponíveis no banco de dados do NREL, possibilitando sistematizações como: porcentagem de tipos de concentradores utilizados pelas usinas heliotérmicas no mundo, quantidade de usinas heliotérmicas dispostas por países no mundo, status das usinas heliotérmicas no mundo, evolução temporal da potência instalada de usinas heliotérmicas no mundo, percentual do tipo de fluido de transferência de calor, percentual do tipo de armazenamento, métodos de resfriamento, quantidade de irradiação direta normal (DNI) por tipo de usina, intervalo da densidade da área das usinas em hectares por MW, potência das turbinas, mês de início de operação das usinas por continente, empresas desenvolvedoras de usinas heliotérmicas no mundo, empresas fornecedoras de turbinas, e empregos gerados durante a fase de construção e operação da usina.

Por meio dessas análises foi possível destacar a tecnologia de concentrador cilindro-parabólico como a mais utilizada em usinas em operação; a Espanha como país que possui mais usinas heliotérmicas, chegando a um número de 50 usinas; o óleo térmico e o sal fundido como matérias mais utilizadas como fluido de transferência de calor; destacar que a maioria das usinas ainda não possuem armazenamento térmico, porém, daquelas que utilizam, o armazenamento com 2 tanques, sendo direto ou indireto, é o mais empregado; entre outras informações relevantes para o setor.

A pesquisa possui limitações quanto aos dados disponíveis, pois há algumas usinas que possuem lacunas de informação, não sendo possível analisar todas as categorias ao considerar um censo entre as usinas. E quanto aos estudos futuros, recomenda-se preencher as lacunas apresentadas, de modo que seja possível fazer um censo entre as usinas. Além disso, sugere-se outras análises correlacionando as categorias disponíveis, bem como a utilização de outras fontes de dados.

#### Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001 e por meio do Grupo de Pesquisa CRIAÇÃO da UFRN.

#### REFERÊNCIAS

- Baharoon, D. A., Rahman, H. A., Omar, W. Z. W., Fadhl, S. O., 2014. Historical development of concentrating solar power technologies to generate clean electricity efficiently – A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 41, p. 996–1027.
- Creswell, J. W., 2003. *Research design qualitative, quantitative and mixed approaches*. 4. ed. California: Sage Publications.
- Fontelles, M. J., Simões, M. G., Farias, S. H., Fontelles, R. G. S., 2009. *Metodologia da pesquisa científica: diretrizes para a elaboração de um protocolo de pesquisa*.
- González, M. O. A.; Gonçalves, J. S.; Vasconcelos, R. M., 2017. Sustainable development: Case study in the implementation of renewable energy in Brazil. *Journal of Cleaner Production*. v. 142, p. 461-475.
- IRENA., 2018. *Global Energy Transformation: A Roadmap to 2050*.
- Islam, M. T., Huda, N., Abdullah, A.B., Saidur, R., 2018. A comprehensive review of state-of-the-art concentrating solar power (CSP) technologies: Current status and research trends. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 91, p. 987–1018.

- Kuravi, S. Trahan, J., Goswami, D. Y., Rahman, M. M., Stefanakos, E. K., 2013. Thermal energy storage technologies and systems for concentrating solar power plants. *Progress in Energy and Combustion Science*, v. 39, p. 285–319.
- NREL., 2019. Concentrating Solar Power Projects. Disponível em: <<https://solarpaces.nrel.gov/>>. Acesso em: 22 nov. 2019.
- Pitz-Paal, R., 2017. Concentrating Solar Power Systems. *EPJ Web of Conferences*, p. 19.
- Ravi Kumar, K.; Reddy, K. S., 2012. 4-E (energy-exergy-environmental-economic) analyses of line-focusing stand-alone concentrating solar power plants. *International Journal of Low-Carbon Technologies*, v. 7, n. 2, p. 82–96.
- Sampaio, P. G. V.; González, M. O. A., 2017. Photovoltaic solar energy: Conceptual framework. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 74, n. December 2016, p. 590–601.
- Ummadisingu, A.; Soni, M., 2011. Concentrating solar power – Technology, potential and policy in India. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 15, p. 5169–5175.
- Weinstein, L. A., Loomis, J., Bhatia, B., Bierman, D. M., Wang, E. N., Chen, G., 2015. Concentrating Solar Power. *Chemical Reviews*, v. 115, n. 23, p. 12797–12838.
- Xu, X., Vignarooban, K., Xu, B., Hsu, K., Mada Kannan, A., 2016. Prospects and problems of concentrating solar power technologies for power generation in the desert regions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 53, p. 1106–1131.
- Yin, R. K., 2003. *Case study research Design and methods*. 2. ed. California: Sage Publications.

## GLOBAL MAPPING OF CONCENTRATING SOLAR PLANTS

**Abstract.** *As the demand for electricity increases, the need to use renewable sources also increases, once this is a way to avoid depletion of non-renewable sources, as well as to avoid greenhouse gas emissions. For this, one of the promising forms of power generation is concentrating solar power, which uses the heat of the sun to generate electricity by means of a turbine. By 2050 it is expected to have 633 GW of installed capacity globally, and for this segment develop, it is necessary to have accurate and relevant information about the plants in operation and under development in the world. The article aims to access the solar thermal power plants regarding the country of implementation, technological options of their components and the value chain. For this, it was used the database of US National Renewable Energy Laboratory. As a result, it was evidenced the parabolic through as the most adopted technology in the concentrating solar plants in the world, the concentration of plants in Spain, the United States and China, the preference for the use of thermal oil and the molten salt as heat transfer fluid, as well as for the use of two direct or indirect tanks for plants with thermal storage, among other results.*

**Key words:** *Solar energy, Concentrating solar power, Solar plants.*