

USP-Universidade de São Paulo
Escola Politécnica
Departamento de Engenharia Mecânica
SISEA Laboratório de Sistemas Energéticos Alternativos

Conversão Térmica de Energia Solar
Projeto, construção e testes de um simulador solar de alto fluxo
Pesquisa de Mestrado – Período 2016-2019

Responsável:

Eng^a Luma Fonseca do Canto

Contato: lumacanto@usp.br

Graduada em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal do Pará (2016), atualmente desenvolve o projeto de mestrado em Engenharia Mecânica, área Energia e Fluidos no SISEA, localizado na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Enquanto membro do grupo, teve artigos aceitos em quatro congressos internacionais.

A demanda global por energia renovável aumentou em 6,3% em 2017 em relação ao ano anterior [1]. No mesmo período, houve aumento de 3836% na capacidade instalada de energia de fonte solar no Brasil [2]. É claro, portanto, o crescente interesse nacional e internacional no desenvolvimento desta área de pesquisa.

A energia solar concentrada (CSP) emite quantidades insignificantes de CO₂ [3] e, apresenta como vantagem em relação à tecnologia fotovoltaica, a possibilidade de agregar reservatórios de energia térmica, opção mais barata que baterias elétricas. Ademais é de simples hibridização com outras fontes. Este fato destaca a importância dada pelo SISEA nesta tecnologia.

Nas regiões nordeste e centro-oeste do Brasil, a radiação normal direta (componente de radiação solar utilizada para concentração) é capaz de alcançar mais de 2200 kWh/m² em um ano [4], valor próximo à Índia e Espanha, países reconhecidos pelo investimento em CSP, que resultaram em sistemas que já estão operacionais naqueles países.

Operando com uso de refletores capazes de concentrar a luz solar em linha ou ponto, o arranjo garante alta concentração de energia. Assim, atinge elevadas temperaturas, tais quais as necessárias para ativar reações termoquímicas altamente endotérmicas.

Para o estudo destas reações termoquímicas, o SISEA juntamente com o RCGI (*Research Group for Gas Innovation*), desenvolve o projeto 16 (*A Hybrid Solar-Gas System for Natural Steam Reforming*), cujo objetivo é o estudo do processo de reforma a vapor de gás natural, através do fornecimento de energia solar para ativar e sustentar esta reação química. Estudos desta natureza necessitam de protótipos experimentais, que dependem das condições climáticas para seu funcionamento. Uma forma de se conseguir resultados confiáveis com dados experimentais em pequeno número é a possibilidade de se utilizar simuladores, uma vez que o desenvolvimento matemático destes fenômenos está muito bem estabelecido. Este projeto tem por objetivo a construção de um simulador solar de alto fluxo (HFSS), capaz de fornecer potência entre 10 kW e 20 kW, de maneira que se possa substituir os ensaios diretamente ao Sol por um conjunto de lâmpadas que substituam os efeitos da radiação solar.

Sendo assim, o SISEA inova mais uma vez ao desenvolver um HFSS baseado em características de concentradores solares parabólicos a partir de componentes utilizados no

mercado, além de optar pelo uso de fontes de luz disponíveis comercialmente, o que simplifica sua implementação e ampliação de potência, com investimento moderado.

Atualmente, uma versão simplificada do simulador encontra-se em desenvolvimento, contando com dois *sky search lights* de 4kW_e cada, cuja eficiência de conversão térmica de 20% resulta em 800W de potência térmica radiante cada. Os concentradores são do tipo parabólico, moldados em vidro revestido por pó de alumínio. O processo de moldagem dos refletores se dá dentro da Escola Politécnica.

A versão completa do HFSS será implementada uma vez que seja finalizada a reforma em andamento no laboratório, a qual resultará em sala para ensaios de 26 m^2 . O SISEA contará, ainda, com estação de medição solarimétrica e área para realização de ensaios *outdoor*.

Ademais, no escopo do projeto, faz-se uso de *softwares* do tipo *ray tracing* que permitem prever o trajeto dos raios solares, a quantidade de energia concentrada e a área de concentração. Assim, é possível realizar aperfeiçoamentos no arranjo experimental reduzindo tempo de trabalho e custo.

A Fig. 1 mostra fotos da fonte de luz utilizada no simulador solar de alto fluxo desenvolvido no SISEA, em vista (a) frontal e (b) lateral. A Fig. 2 representa o arranjo físico utilizado nos ensaios de caracterização do simulador, envolvendo os *sky search lights* (fontes de luz), os concentradores parabólicos e placa refletora de radiação difusa uniforme (lambertiana) montada sobre mesa coordenada. A Fig. 3 demonstra o trajeto dos raios solares incidentes sobre a placa parabólica sobre uma placa lambertiana localizada no ponto focal do paraboloide.

Este projeto está sendo desenvolvido no âmbito projeto 16 do RCGI (*Research Centre for Gas Innovation*), localizado na Universidade de São Paulo (USP) e financiado pela Fapesp (Fundação de Apoio à Pesquisa no Estado de São Paulo) e Shell Brazil.

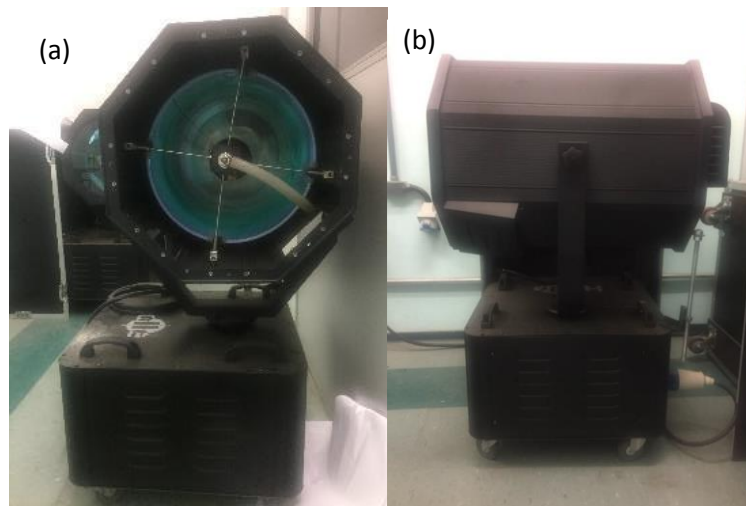


Figura 1. Foto da fonte de luz do HFSS (*sky search light*) (a) vista frontal (b) vista lateral

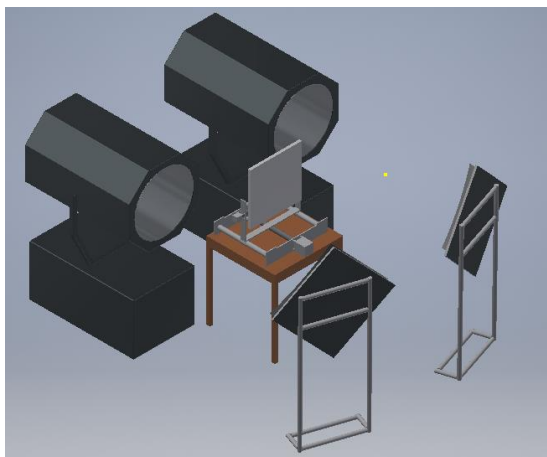


Figura 2. Esquema de experimentos realizados para caracterização do simulador solar de alto fluxo.

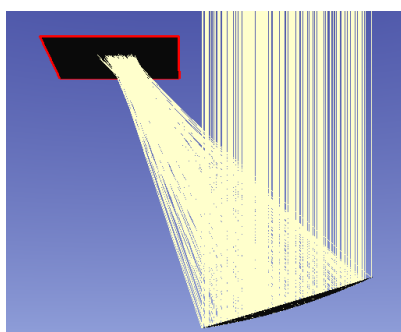


Figura 3. Resultado do trajeto de raios utilizando o *ray tracing*.

Referências:

- [1] Global energy demand grew by 2.1% in 2017, and carbon emissions rose for the first time since 2014: 2018. <https://www.iea.org/newsroom/news/2018/march/global-energy-demand-grew-by-21-in-2017-and-carbon-emissions-rose-for-the-firs.html>. Accessed: 2018-06-04.
- [2] EPE. Balanço Energético Nacional 2018. Rio de Janeiro, 2018.
- [3] HERNÁNDEZ-MORO, J.; MARTÍNEZ-DUART, J. M. Concentrating solar power contribution to the mitigation of C-emissions in power generation and corresponding extra-costs. **Journal of Renewable and Sustainable Energy**, v. 6, n. 5, p. 1–15, 2014.
- [4] Solargis, Solar Resource Maps and GIS data for 200+ Countries. Bratislava, 2019.