

## **INCINERADOR SOLAR:**

uma alternativa para eliminação de resíduos sólidos urbanos

**Irai Tadeu Ferreira de Resende**  
irairesende@gmail.com

**Denilson Pereira Gonçalves**  
denilsonpg@gmail.com

**Jonnathan Venceslau Souza**  
venceslau422@gmail.com

**Alex Ribeiro Chaves**  
alexribeiro506@gmail.com

**Ana Claudia de Melo Oliveira**  
ana.melo@ifs.edu.br

**Resumo** – A crescente demanda por energia é um fator de grande importância no setor comercial mundial, visto que energia, e seu aproveitamento em diversas formas, é um insumo indispensável na sociedade moderna. Todavia, a maior parte da fonte de energia utilizada no mundo advém de combustíveis fósseis, e sua queima gera compostos que agredem o meio-ambiente. Paralelamente, com o crescimento da população mundial, resíduos sólidos são descartados inadequadamente no meio-ambiente, contaminando-o. Como fonte alternativa de energia, limpa e renovável, para atenuar os malefícios causados pelos combustíveis fósseis e o descarte inadequado de resíduos sólidos está a energia solar. No presente trabalho é proposta a utilização de um concentrador solar tipo Scheffler, um forno solar, sensores e aparelhos para medição de temperatura, para estudar os efeitos da incineração de material celulósico utilização da energia solar.

**Palavras-Chave:** Energia solar; incinerador; concentrador solar; sustentabilidade.

## **INTRODUÇÃO**

Energia é um insumo utilizado em todo mundo, seja para manutenção da vida, transporte de cargas ou mesmo em plantações. A fonte de energia mais utilizada no mundo é o petróleo, tendo grande importância econômica por constituir combustíveis, materiais poliméricos, entre outros. Sua exploração, queima como

combustível, ou descarte de materiais poliméricos, contudo, geram grandes problemas ambientais (MARTINS *et al.*, 2015). No Brasil, o cenário de utilização desse insumo é o mesmo do cenário mundial: a oferta de energia interna não-renovável, como petróleo e seus derivados, é maioria, com aproximadamente 60,6% do total em 2014 (BEN, 2018).

Devido a instabilidades comerciais e com intuito de diminuir o impacto ambiental causado pela mesma, pesquisas são realizadas com outras fontes de energia, como a solar, sendo esta limpa e renovável. Segundo SHANKS *et al.* (2016), uma hora de transformação da energia solar em outros tipos de energia seria mais do que suficiente para suprir a demanda energética da terra em um ano.

Uma de suas formas de aproveitamento está no uso de um concentrador solar, que são equipamentos providos de material refletivo, absorvendo e transmitido a radiação, permitindo sua transformação para utilização em aquecimento ou em outro tipo de energia útil (ALTOÉ & OLIVEIRA FILHO, 2010). Os concentradores podem ser do tipo pontual (torre de concentração ou disco Stirling) ou linear (cilíndrico ou Fresnel) e seu material reflexivo pode ser constituído de vidro, refletor aluminizado ou polímero espelhado. São geralmente formados por três componentes: concentrador, receptor e um seguidor solar (SUKKI *et al.*, 2009; VILLAMIL *et al.*, 2013).

Os resíduos produzidos nas residências, comércio e indústria, são uma séria problemática

econômica e ambiental. Diariamente, são coletadas no Brasil entre 180 e 250 mil toneladas de resíduos sólidos urbano e o gerenciamento errado desse montante favorece o entupimento de bueiros, canais pluviais, e o surgimento de vazadouros, que conseqüentemente gera impactos diretos ao meio-ambiente, comprometendo a qualidade de mananciais, lençóis freáticos e do solo devido à formação de líquido derivado do acúmulo e decomposição de materiais orgânicos (compostos de carbono, hidrogênio e oxigênio), presença de agrotóxicos, metais pesados, síntese de gases tóxicos, entre outros, e a saúde da população, como proliferação de pragas, doenças pulmonares, anomalias congênitas e câncer (GIUSTI, 2009; ABRELPE, 2010; GOLVEIA, 2012; KIM & JEONG, 2017).

Segundo o Ministério de Minas e Energia do Brasil (2017), o grupo que contém o papelão é responsável por cerca de 40% dos resíduos sólidos gerados em uma residência. Segundo a NBR 10.004/2004, o papelão é classificado como resíduo sólido da Classe II A: Não inertes, sendo passíveis de combustão e de decomposição moderada.

A radiação solar captada pelo concentrador pode ser utilizada na forma de minorar esses impactos através da redução do acúmulo de resíduos sólidos pela técnica da incineração: processo de tratamento térmico de alta temperatura que objetiva a redução de matéria orgânica de uma amostra ou montante com intuito de torná-la menos tóxica ou atóxica. Essa técnica ainda tem a vantagem de diminuir o volume dos resíduos em cerca de 90% e o peso a massa a 15%.

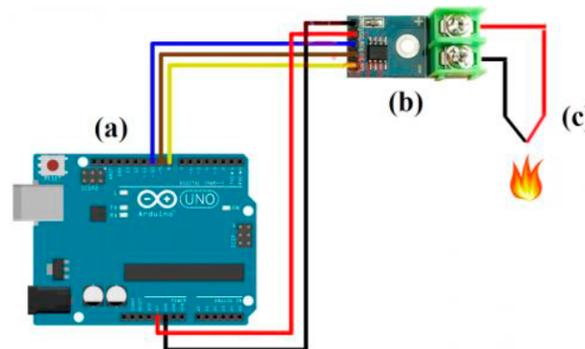
Este trabalho propõe a utilização de um concentrador de foco fixo tipo Scheffler, um forno solar e equipamentos eletrônicos de baixo custo para incineração de resíduo sólido celulósico.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados nos experimentos iniciais um concentrador solar de foco fixo, constituído de aço e espelhos refletores, com área superficial

de aproximadamente 2.7m<sup>2</sup> e um forno solar, constituído de aço, fibra cerâmica, lã de vidro e vidro, com volume interno aproximado 0.0128m<sup>3</sup>. Para aquisição dos dados de temperatura interna do forno foram utilizados dois termopares tipo K, dois módulos MAX6675 para leituras dos dados do termopar, Arduino Uno (programado para fazer medições feitas a cada segundo) e um Termômetro Digital modelo 59 MAX da Fluke. A massa da amostra, no início e no final de cada experimento, foi pesada em modelo PB 403-S da Mettler Toledo.

Inicialmente foi montado o circuito para aquisição de dados de temperatura, com os termopares, o módulo de leitura e o Arduino, conforme a Figura 1.



**Figura 1:** Arduino (a), Módulo MAX6675 (b) e Termopar (c)

Em seguida os termopares foram instalados no forno solar já adaptado para os mesmos. O concentrador foi posicionado para o máximo aproveitamento do foco. Foi realizado um experimento.

Foi pesada aproximadamente 340g de amostra e a mesma inserida no forno e o concentrador posicionado com foco direto no mesmo. O experimento de incineração durou em média 15 minutos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Desde o início do experimento, foi possível observar o aumento da temperatura no forno, partindo da temperatura ambiente para sua estabilização em aproximadamente atingindo um pico máximo de 350°C, limite máximo de medição de temperatura do termômetro.

Após incineração, as cinzas foram recolhidas e pesadas. Houve redução de

90%, aproximadamente, da massa inicial da amostra, devido, grande parte, à evaporação da água e componentes orgânicos na amostra.

## CONCLUSÕES

Percebe-se que a incineração solar é uma técnica em potencial para incineração de resíduos de maneira sustentável, sem a utilização de energia elétrica ou de combustíveis fósseis.

No experimento, houve redução de 90% da massa da amostra, comprovando a eficácia da técnica na eliminação de resíduos sólidos.

Futuramente será estudada uma aplicação sustentável da utilização das cinzas residuais.

## AGRADECIMENTOS

Ao coordenador do LCEM/UNIT, prof. Ph.D. Renan Tavares, por ter cedido o uso do equipamento concentrador/forno solar para realização dos experimentos.

## REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (Abrelpe). *Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil- 2010*. São Paulo: Abrelpe; 2010.

ALTOÉ, L.; OLIVEIRA FILHO, D. Utilização de sistemas fototérmicos com concentradores para higienização de salas de ordenha. *Eng. Agríc., Jaboticabal*, v.30, n.5, p.799-810, 2010.

Boletim Energético Nacional – BEN. Ministério de Minas e Energia, 2014.

GIUSTI L. A review of waste management practices and their impact on human health. *Waste Manage*, v. 29, n.8, p. 2227-2239, 2009.

GOLVEIA, N. Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 17, n.6, p.1503-1510, 2012.

KIM, J.; JEONG, S. Economic and Environmental Cost Analysis of Incineration and Recovery Alternatives for Flammable Industrial Waste: The Case of South Korea. *Sustainability*, v. 9, p. 1-16, 2017.

MARTINS, S.S.S.; SILVA, M.P., AZEVEDO, M.O, SILVA, V.P. Produção de petróleo e impactos ambientais: algumas considerações. *HOLOS*, v. 6, p. 54-76, 2010.

SHANKS, K.; SENTHILARASU, S.; MALLICK, T. K. Optics for concentrating photovoltaics: Trends, limits and opportunities for materials and design. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 60, p. 394–407, 2016.

SUKKI, F.M.; INIGUEZ, R.R.; McMEEKING, S.G., STEWART, B.G.; CLIVE, B. Solar Concentrators. *International Journal of Applied Sciences*, v. 1, n. 1, p. 1-15, 2009.

VILLAMIL, A.A.; HORTÚA, J. E.; LÓPEZ, A. Comparison of thermal solar collector technologies and their applications, *TECCIENCIA*, v. 8, n. 15., p. 27-35, 2013.