



III Jornada de Iniciação à Docência

## CONSTRUÇÃO DE FORNOS SOLARES: UMA ATITUDE SUSTENTÁVEL PARA ERRADICAÇÃO DA POBREZA

Naiane Nunes Gonçalves<sup>1</sup>  
Renato Nunes de Andrade<sup>2</sup>  
Bruno Magela de Melo Siqueira<sup>3</sup>  
Rafael Baioco Ruy<sup>4\*</sup>

### RESUMO

Este trabalho foi desenvolvido pelo PIBID de Química do Instituto Federal de Educação do Espírito Santo e objetivou a construção de fornos solares empregando materiais alternativos de baixo custo e discussões acerca dos benefícios do uso dessa tecnologia social. A utilização dessa tecnologia é considerada uma atitude sustentável, pois o seu uso coopera com a preservação da natureza, uma vez que o equipamento pode ser construído com materiais recicláveis e utiliza a energia solar, uma fonte gratuita e inesgotável. Ao mesmo tempo, reduz a dependência do uso de combustíveis fósseis (gás de cozinha) e de recursos florestais (lenha e carvão) que provocam desmatamentos e cuja queima contribui para o aquecimento global. É utilizado especialmente em comunidades carentes e locais remotos e tem um baixo custo para aplicações domésticas. Testes realizados no verão mostraram-se satisfatórios e possibilitaram assar bolos, pizzas e pães de queijo.

**Palavras-chave:** forno solar; energia solar; erradicação da pobreza.

### ABSTRACT

This work was developed by PIBID of Chemistry, Federal Institute of Education at Espírito Santo State and aimed to construct solar ovens using low cost alternative materials and discussions about the benefits of using this social technology. The use of this technology is considered a sustainable approach because its use cooperates with nature's preservation, since the equipment can be built with recycled materials and uses solar energy, a free and inexhaustible source. At the same time, reduces dependence on fossil fuels (cooking gas) and forest resources (wood and coal) that causes deforestation and burning which contributes to global warming. It is used especially in poor communities and remote locations and has a low cost for domestic applications. Tests conducted in the summer were satisfactory and allowed to bake cakes, pizzas and cheese breads.

**Keywords:** solar oven; solar energy; poverty eradication.

<sup>1</sup> Estudante do curso de Licenciatura em Química / IFES - Campus Vila Velha / e-mail: naiane.nng@hotmail.com

<sup>2</sup> Estudante do curso de Licenciatura em Química / IFES - Campus Vila Velha / e-mail: a\_programador@hotmail.com

<sup>3</sup> Estudante do curso de Licenciatura em Química / IFES - Campus Vila Velha / e-mail: brunosiq\_es@hotmail.com

<sup>4\*</sup> Bacharel e Licenciado em Química (UFV), Mestre em Agroquímica: Físico-Química (UFV) / SEDU - EEEM Prof. Renato Jose da Costa Pacheco / e-mail: rbaioco@yahoo.com.br

## INTRODUÇÃO

O forno solar ou fogão solar é um equipamento que concentra os raios solares em uma zona, permitindo por meio do efeito estufa, o aquecimento dos alimentos depositados em um recipiente isolado termicamente.

Inventado na Suíça em 1767 pelo naturalista Horace de Saussure, o forno solar levou séculos para ser difundido pelo mundo. Sua evolução deu um passo decisivo com a utilização de caixas de papelão e o uso de plásticos, procedimento adaptado por duas pesquisadoras americanas, Barbara Kerr e Sherry Cole, que divulgaram os resultados de seus trabalhos na internet através dos sites “*Solar Cookers Internacional*” e “*Solar Cooking Archive*”.

Além das vantagens da utilização em si, usar um forno solar também significa estar cooperando com a preservação da natureza, reciclando materiais do lixo e usando uma fonte de energia gratuita, renovável e inesgotável, a energia solar, e, ao mesmo tempo, reduzindo a dependência da utilização de combustíveis fósseis (gás) e dos recursos florestais (lenha e carvão) que provoca desmatamento e cuja queima contribui para o aquecimento do planeta, o conhecido efeito estufa. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE, a utilização do fogão solar por 30% da população brasileira reduziria anualmente a extração de lenha para cozimento de alimentos em 5.370.000 m<sup>3</sup>, uma quantidade significativa.

Os fornos solares têm sido usados na Índia, China, Quênia, Afeganistão e Senegal, locais onde existe escassez de combustíveis sólidos (lenha, carvão), sendo a utilização desses equipamentos uma solução para confeccionar alimentos e esterilizar água. O Brasil ocupa a 13<sup>a</sup> posição no ranking dos 25 países com maior potencial para utilização de fornos solares, segundo dados de pesquisas baseadas em parâmetros como: insolação anual, porcentagem de reservas florestais preservadas, escassez de combustíveis, quantidade de habitantes e sua distribuição entre zona urbana e rural e fração da população com água potável. Apesar disso, não é uma tecnologia amplamente adotada no Brasil, mesmo com algumas tentativas de implementação. Possíveis fatores responsáveis por esse fato são o preconceito, pela população considerar um aparelho “feio e artesanal” e utilizado por pessoas que não tem condições financeiras de ter um fogão convencional; a funcionalidade, que é inferior do que se tem por padrão social; e a própria falta de incentivo do governo, devido ao barateamento do gás de petróleo liquefeito.

No entanto, o forno solar encontra adeptos notadamente em países como o Peru, Índia e China, entre outros países. Segundo estudos realizados pela comunidade científica internacional, o número de fornos solares em operação supera 100.000 unidades somente na Índia e na China. No estado do Ceará, Brasil, o fotógrafo e ambientalista José Albano, fez algumas inovações no equipamento e o ajustou de acordo com a posição mais alta do sol de acordo com latitude do nordeste brasileiro e, nos últimos anos tem utilizado e difundido o uso dessa tecnologia através de oficinas.

Centenas de milhões de pessoas em todo o mundo cozinham em fogueiras alimentadas por madeira ou esterco e caminham por quilômetros para coletar madeira ou gastam significativa parte de seu limitado rendimento comprando combustível. Para famílias com baixa renda, os gastos com consumo de energia para alimentação pode comprometer mais de 25% da renda familiar. Milhões de pessoas não têm acesso à água potável e se tornam doentes ou morrem a cada ano de doenças que seriam evitadas com a pasteurização da água utilizando energia solar. A Organização Mundial da Saúde relata que em 23 países 10% das mortes se devem a apenas dois fatores de riscos ambientais: água imprópria, incluindo saneamento e higiene deficientes, e poluição do ar interior, devido ao uso de combustíveis sólidos para cozinhar.

### III Jornada de Iniciação à Docência

Ficou comprovado através de pesquisas feitas em Seattle e Arizona, que um forno para cozinhar com a luz solar é mais simples de ser construído do que muitos métodos simples usados atualmente. Através de procedimentos simples e eficientes, em poucas horas e com pouco dinheiro ou recursos é possível construir um forno solar. Um modelo simples construído com papelão, vidro e papel alumínio é o bastante para atingir temperaturas de até 300°C, dependendo da eficiência e vedação do equipamento.

As aplicações desses fornos podem ser para um simples preparo de alimentos, como também para aquecimento de fluidos circulando em tubulações dispostas numa linha de concentração de calor e até aplicações industriais pesadas. Na França, em Odeilo, nos Pirineus, foi construído um equipamento com 9500 espelhos planos dispostos de tal maneira que a concentração da energia refletida num forno construído dentro da torre do coletor proporciona uma temperatura de até 3800°C. O forno solar industrial denominado *Physics-Sun*, localizado no Uzbequistão, possui 40 metros de altura usa 62 grandes espelhos individualmente controláveis, dispostos em um formato côncavo para coletar a energia solar radiante. Cada espelho acompanha a trajetória do sol para criar um nível previsível e sustentável de energia. As temperaturas no centro da torre de recolhimento podem atingir cerca de 3000°C e ultrapassar 1 milhão de watts de energia radiante. As altas temperaturas fazem possível uma variedade ampla de experimentos científicos, especialmente aqueles relacionados à ciência dos materiais.

De acordo com a *Solar Cookers International, SCI*, uma organização sem fins lucrativos com sede em Sacramento, Califórnia, Estados Unidos, a utilização de fornos solares possui dezenas vantagens e envolvem aspectos como: saúde, nutrição, economia, ajuda humanitária, meio ambiente, empresas e governo, sendo as mais relevantes citadas a seguir.

#### ***Benefícios para a família.***

***Saúde e nutrição:*** moderadas temperaturas de cozimento preservam os nutrientes dos alimentos; fogareiros alimentados à lenha emitem fumaça e causam problemas de saúde, além de aquecimento e escurecimento global; fogões solares podem ser usados para cozinhar alimentos ou pasteurizar água durante emergências, quando outros combustíveis e fontes de energia não estiverem disponíveis.

***Economia:*** muitas famílias atingidas pela pobreza em todo o mundo gastam 25% ou mais de sua renda em combustível para cozinhar e a energia solar é gratuita e abundante.

***Conveniência:*** alguns fogões solares são portáteis e permitem cozinhar em locais de trabalho, piqueniques ou acampamentos; utensílios usados nos fogões solares são fáceis de limpar; devido a moderadas temperaturas, o alimento pode permanecer no fogão por várias horas, permitindo ao indivíduo realizar outras atividades; milhões de pessoas necessitam de caminhar quilômetros para coletar lenha, a cozinha solar reduz riscos e encargos e libera o indivíduo para outras atividades.

#### ***Benefícios para as empresas***

Fabricação, venda e manutenção de fogões solares.

#### ***Benefícios para o governo***

Reduzir as importações de biomassa e combustíveis fósseis; preservar combustíveis fósseis (gás) e recursos florestais (lenha e carvão).

### ***Benefícios para ações humanitárias***

Em regiões subsidiadas pelas agências de ajuda, mais pessoas podem se beneficiar dos fundos humanitários, uma vez que o custo de fabricação desses equipamentos é baixo.

### ***Benefícios para o meio ambiente***

Bilhões de pessoas dependem da madeira ou carvão vegetal como combustível para cozinhar e a cozinha solar alivia o conflito entre as necessidades básicas do indivíduo e a necessidade de preservar as florestas do planeta; biomassa e petróleo alimentaram fogueiras durante anos, fogões solares são livres de poluição e, quando usados em grandes números, podem ajudar a reduzir o aquecimento e escurecimento global.

Diante das vantagens comentadas e do potencial que o país possui para utilização de fornos solares, este trabalho propôs oficinas para construção de diferentes fornos solares empregando materiais alternativos e de baixo custo e discussões acerca dos benefícios do uso dessa tecnologia social<sup>5</sup>.

## **PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

Este trabalho foi desenvolvido entre março e julho de 2012, na Escola Estadual de Ensino Médio Professor Renato José da Costa Pacheco, da cidade de Vitória – ES, em parceria com bolsistas do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação a Docência, PIBID, subprojeto de Química, do Instituto Federal do Espírito Santo, IFES, campus de Vila Velha.

A essência do projeto foi apresentada aos alunos do 2º ano do ensino médio e os mesmos foram convidados a participar voluntariamente de oficinas no contra turno. O professor supervisor e bolsistas pibidianos orientaram os alunos na construção dos equipamentos. Foram discutidos assuntos como a necessidade da utilização de energia limpa e renovável, responsabilidade social e ambiental, vantagens da utilização de fornos solares e seu princípio de funcionamento.

O projeto envolveu grupos de alunos voluntários de diferentes turmas de 2º ano e resultou na confecção de cinco fornos solares, sendo dois na configuração de tronco de cone e três na configuração de caixa. Foram utilizadas caixas de papelão, papel alumínio, placas de isopor, cola branca, papel cartão, barbante, tesoura sem ponta, conduíte corrugado e placas de vidro.

### **Confecção dos fornos em configuração de tronco de cone**

Devido à cidade de Vitória – ES estar localizada a 20º sul de latitude, o forno em forma de tronco de cone foi projetado com um ângulo de abertura de 60º (30º em relação ao eixo y) para que se tenha uma maior incidência de raios solares em seu interior.

Para o forno em forma de tronco cone, foi desenhada sua planificação em papel cartão, usando a escala adequada, depois foram acertados os diâmetros de abertura superior e inferior do tronco e cortados os excessos das bordas. A parte interna do tronco de cone planificado foi revestida com papel alumínio e as abas foram coladas para fechá-lo. As bordas do tronco de cone foram reforçadas com conduíte corrugado para que ficassem mais firmes. Foram empregados cálculos de trigonometria e geometria espacial (Figura 1).

---

<sup>5</sup>Tecnologia social: todo produto, método, processo ou técnica criado para solucionar algum tipo de problema social e que atenda aos quesitos de simplicidade, baixo custo, fácil aplicabilidade e impacto social comprovado.

### III Jornada de Iniciação à Docência



Figura 1 – construção do tronco de cone

O forno propriamente dito, local onde ocorre o efeito estufa e cozimento dos alimentos, foi confeccionado em forma de caixa cilíndrica com papel cartão isolado termicamente com isopor. O interior da caixa foi revestido com papel alumínio para causar reflexão das ondas de calor e a mesma foi fechada com tampa de vidro transparente (Figura 2).



Figura 2 – forno solar em forma de caixa cilíndrica isolada termicamente.

### Confeção dos fornos em configuração de caixa.

O forno propriamente dito, local onde ocorre o efeito estufa e cozimento dos alimentos, foi confeccionado em forma de paralelepípedo utilizando caixas de papelão isolado termicamente com isopor e revestidas com papel cartão. O interior da caixa foi revestido com papel alumínio para causar reflexão das ondas de calor e a mesma foi fechada com tampa de vidro transparente. Para aumentar a concentração de raios solares no interior da caixa, foram acopladas abas revestidas em papel alumínio em posições estratégicas da caixa. O projeto empregou conhecimento de trigonometria e posicionamento geográfico (Figura 3).



Figura 3 – forno solar em forma de paralelepípedo isolado termicamente.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Testes realizados no verão mostraram-se satisfatórios e possibilitaram assar bolos, pizzas e pães de queijo (Figura 4), mas no inverno, os resultados esperados não foram alcançados devido a pouca incidência de sol e a nebulosidade, resultando em maior tempo para aquecimento dos fornos, menores temperaturas e cozimento incompleto dos alimentos.

Os testes efetuados envolveram a participação direta dos alunos do projeto, bolsistas pibidianos e supervisor e a participação indireta de pessoas externas curiosas e interessadas em compreender o que era o equipamento e seu princípio de funcionamento, como outros alunos da escola, professores e demais funcionários.

Os testes foram realizados no pátio externo da escola e os alimentos preparados levaram entre 2 e 3,5h para ficarem completamente assados, dependendo da insolação, nebulosidade e tipo de alimento. Os alimentos foram degustados por terceiros e foram classificados como sendo similares aos assados em fornos convencionais.

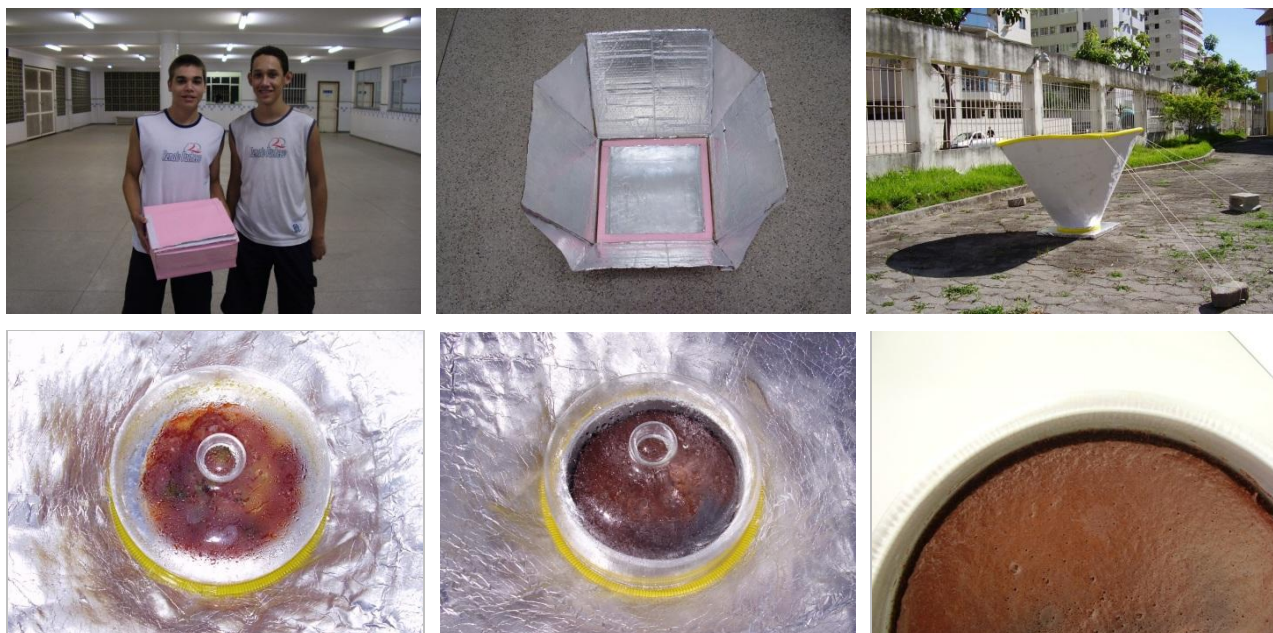


Figura 4 – projeto finalizado e alimentos assados.

## CONCLUSÃO

Os resultados obtidos foram satisfatórios no âmbito experimental, educacional e socioambiental. No âmbito experimental, os resultados mostraram que é possível preparar alimentos com qualidade adequada para consumo humano. Apesar de no inverno os alimentos não terem assado completamente, possivelmente melhorias no modelo de forno e a sua utilização nas regiões áridas do país resultariam em resultados positivos. No âmbito educacional, houve empenho, expectativa, organização, iniciação científica, formação socioambiental e aprendizagem dos alunos. No âmbito socioambiental, as discussões acerca da implementação de fornos solares em comunidades carentes e locais remotos e de seus benefícios para o meio ambiente e sociedade, contribuíram para formação cidadã dos alunos.

## AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência – PIBID, da CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil.

## REFERÊNCIAS

ALBANO, José. **Luz do sol – projeto do forno solar**. Disponível em:

<<http://www.syntonia.com/terra/forno-solar/index.htm>>. Acessado em 20 de Agosto de 2012.

ALBANO, José. **O que é o forno solar**.

Disponível em: <<http://www.seara.ufc.br/tintim/fisica/fornosolar/fornosolar01.htm>>. Acessado em 20 de Agosto de 2012.

FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL. **O que é tecnologia social**. Disponível em:

<<http://www.fbb.org.br/tecnologiasocial/tecnologia-social/>>. Acessado em 22 de Agosto de 2012.

JORNAL HOJE. **Fogão a energia solar**. Disponível em:

<<http://www.youtube.com/watch?v=5vvq1FZ8zHo&feature=endscreen&NR=1>> Acessado em 17 de julho de 2012.

PATRÍCIA McARDLE. **The urgent need for a durable solar cooker**. Disponível em:

<[http://www.youtube.com/watch?v=D619r8FiRDs&feature=player\\_embedded#!](http://www.youtube.com/watch?v=D619r8FiRDs&feature=player_embedded#!)>. Acessado em 22 de Agosto de 2012.

SALOMONI, Salete Maria. **O forno solar e a questão da pobreza**. Disponível em:

<[http://www.ieham.org/html/docs/O\\_Forno\\_Solar\\_e\\_pobreza.pdf](http://www.ieham.org/html/docs/O_Forno_Solar_e_pobreza.pdf)>. Acessado em 22 de Agosto de 2012.

SANTORO, RENATA BRANCO. **Conservação de energia em assentamentos humanos pela utilização da permacultura: um estudo no Instituto de Permacultura e Ecovila da Mata Atlântica**. Disponível em:

<<http://pgene.ufabc.edu.br/conteudo/bloco2/publicacoes/Dissertacoes2010/DissertacaoRenataSantoro.pdf>>. Acessado em 22 de Agosto de 2012.

SOCIEDADE DO SOL. **Forno Solar de Baixo Custo**. Disponível em:

<<http://www.sociedadedosol.org.br/fornosolar/fornoss.htm>> Acessado em 17 de Julho de 2012.

SOLAR COOKERS INTERNATIONAL. **Harnessing the sun to benefit people and the environment**. Disponível em: <<http://www.solarcookers.org/index.html>>. Acessado em 22 de Agosto de 2012.

SOLAR COOKERS INTERNATIONAL. **25 countries with the greatest potential benefits from solar cookers**. Disponível em:

<[http://images3.wikia.nocookie.net/\\_\\_cb20080215000726/solarcooking/images/1/18/25\\_countries\\_with\\_most\\_solar\\_cooking\\_potential.pdf](http://images3.wikia.nocookie.net/__cb20080215000726/solarcooking/images/1/18/25_countries_with_most_solar_cooking_potential.pdf)>. Acessado em 22 de Agosto de 2012.



### III Jornada de Iniciação à Docência

TUDOSOLAR. **Forno solar.** Disponível em:

<[http://www.youtube.com/watch?v=YbWl\\_ZHkoIU](http://www.youtube.com/watch?v=YbWl_ZHkoIU)>. Acessado em 07 de abril de 2012.

ZIGER/SNEAD. **The Physics-Sun: A Solar Laser in Uzbekistan.** Disponível em:

<<http://www.zigersnead.com/current/blog/post/the-physics-sun-a-solar-laser-in-uzbekistan/08-06-2008/1423/>>. Acessado em 22 de Agosto de 2012.